Provincia di Modena

Area Tecnica
Edilizia
Manutenzione edilizia 2

Determinazione numero 1565 del 26/10/2021

OGGETTO: LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO) - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA. APPROVAZIONE ELABORATI PROGETTUALI. AFFIDAMENTO DIRETTO LAVORI E IMPEGNO DI SPESA. C.I.G.: Z4532DCFDA - CUP: G19F18001070001. NOMINA COLLAUDATORE STATICO. .
CUP G19F18001070001

Il Dirigente VITA ANNALISA

La Provincia di Modena ha ottenuto tra i vari finanziamenti (MIUR D.L. 50/2017 convertito in L.96/2017) quello inerente l'intervento di manutenzione/miglioramento sismico delle scuole "*Ex Messieri*" di Castelfranco Emilia per una somma di € 1.200.000,00. L'intera opera è finanziata completamente dal MIUR.

Con la determinazione dirigenziale n° 95 del 03/06/2019 si aggiudicavano i lavori in oggetto al Raggruppamento Temporaneo di Impresa AEC COSTRUZIONI SRL con sede in Via Marcello Finzi 597, Modena - P.ta IVA 01412220368 e PTL SRL con sede in Via Barbi Galileo 2, Mirandola (MO) – P.ta IVA 02528020361, che offriva di eseguirli con un ribasso percentuale del 20,710% e quindi per un importo di €604.712,89 oltre €135.653,46 per oneri di sicurezza (importo contrattuale €740.366,35.

I lavori hanno avuto regolare svolgimento secondo le modalità previste e si sono conclusi il giorno 09/11/2020, come risulta dal certificato di ultimazione in pari data.

Lo stato finale dei lavori e la relazione di accompagnamento al conto finale sono stati redatti a tutto il 09/11/2020.

Durante i lavori principali, tuttavia, è emersa la necessita, anche al fine di mettere in sicurezza l'ingresso dello stabile, di concerto con la Dirigenza scolastica, di spostare in altro sito la vecchia pensilina esistente posta nel cortile. Con determinazione dirigenziale n° 369 del 12/03/2021 è stato affidato l'incarico di progettazione definitiva ed esecutiva dei "*lavori di manutenzione/miglioramento sismico delle scuole ex Messieri di Castelfranco Emilia (MO) - sistemazione pensilina esterna*" all'Ing Gabriele Lucchini, con studio professionale in Via Irnerio n. 12/5, Bologna P.I. 02559001207c.f. LCCGRL77E05A944M, il cui importo della prestazione del servizio trova copertura finanziaria nelle somme a disposizione del quadro economico dell'appalto principale.

Il progetto esecutivo delle sole opere architettoniche e strutturali dell'opera in oggetto, redatto dall'ing. G. Lucchini, è stato trasmesso a mezzo PEC in data 08/06/2021 ed assunto agli atti con con prot. gen. n. 18262 del 09/06/2021; tutti gli elaborati sono stati firmati dal progettista dal Dirigente competente. Per l'espletamento della pratica di cui sopra, la Provincia di Modena ha

Copia informatica per consultazione

versato un rimborso forfettario pari a € 120,00 per il deposito del progetto esecutivo. Il deposito del progetto esecutivo strutturale/architettonico, ai sensi della L.R: 19/08 e s.m.i. è avvenuto presso il Comune di Castelfranco Emilia con lettera prot. n. 24477 del 02/08/2021.

Successivamente al deposito sismico, il suddetto professionista trasmetteva l'intero progetto definivo/esecutivo alla Provincia di Modena con lettera prot. gen. 27018 del 01/09/2021 cl.06-06-02 f.970/2021, elaborati regolarmente vitati e firmati dal Responsabile del Procedimento.

ll computo metrico estimativo di tali opere riporta un importo dei lavori pari ad € 15.431,23 oltre ad € 308,62 per oneri di sicurezza ed € 3.462,77 per IVA al 22%.

Il codice CUP relativo all'opera è il n. G19F18001070001 e il codice CIG è il n. Z4532DCFDA

La spesa complessiva di € 19.202,62 trova corrispondente copertura sul capitolo n. 3290 prenot. 903/21 "I.P.A. Spallanzani *manutenzione straordinaria*" del PEG 2021 (finanziamento MIUR DL 50/17) e sarà ricompresa nelle somme a disposizione all'interno del Quadro economico dell'opera principale.

Il cronoprogramma della spesa è a tutto l'anno 2021.

Considerato che l'amministrazione deve soddisfare il seguente interesse pubblico: mettere in sicurezza dell'ingresso dell'edificio scolastico, realizzando le lavorazioni strutturali riguardanti lo spostamento della pensilina in altro sito appartenente allo stesso plesso scolastico e che, pertanto, ha necessità di far eseguire i lavori di "manutenzione/miglioramento sismico delle scuole ex Messieri di Castelfranco Emilia (MO) - sistemazione pensilina esterna" .

Atteso che l'importo stimato dei lavori da farsi eseguire ammonta ad € 19.202,62 come indicato nel Capitolato speciale d'appalto e nel Computo metrico estimativo, elaborati facente parte del citato progetto esecutivo di cui al prot. gen. 27018 del 01/09/2021 cl.06-06-02 f.765/01 .

Richiamato il D.Lgs. n.50/2016, art. 36, comma 2, secondo cui: «le stazioni appaltanti procedono all'affidamento di lavori, servizi e forniture di importo inferiore alle soglie di cui all'articolo 35, secondo le seguenti modalità: *a)* per affidamenti di importo inferiore a € 40.000, mediante affidamento diretto e che l'affidamento può avvenire con il criterio del minor prezzo ai sensi dell'art. 36 comma 9 bis del citato Decreto;

Visto l'art.1 comma 2 lett. a) del D.L. 16 Luglio 2020 n.76 convertito con modificazioni dalla Legge 11 settembre 2020 n.120 e modificato dall'art.51 del D.L. 31 Maggo 2021 convertito con legge 29 Luglio 2021 n.108, che prevede l'affidamento diretto per lavori per importo inferiore a € 150.000,00 e per servizi e forniture per importo inferiore a € 139.000,00;

Ritenuto di applicare la procedura semplificata e che, conseguentemente la determinazione a contrattare possa essere unica, ai sensi dell'art.32 co.2 del predetto decreto legislativo ai sensi dell'art. 1 comma 3 del D.L.n.76/2020 citato, comprendendo gli elementi specificati nella disposizione normativa citata;

Premesso che, ai sensi dell'art. 40 comma 2 del D.Lgs.n.50/2016, dal 18 Ottobre 2018 l'affidamento di appalti di lavori, servizi e forniture dovrà avvenire utilizzando mezzi di comunicazione elettronici si procede - per l'urgenza di procedere - mediante l'utilizzo della posta elettronica certificata (p.e.c.) alla richiesta di preventivi in quanto non tutti gli operatori selezionati sono iscritti nel mercato elettronico della pubblica amministrazione.

Ritenuto che:

- vada in ogni caso e comunque garantito l'interesse-dovere dell'Amministrazione alla convenienza economica nell'acquisizione di una prestazione a titolo oneroso e che tale interesse può realizzarsi attraverso lo strumento giuridico dell'indagine di mercato, nel senso "classico" del termine ancorché effettuata per via telematica, cioè come mera attività istruttoria volta ad acclarare motivatamente quali siano le migliori condizioni economiche disponibili sul mercato;
-che i preventivi verranno richiesti ad operatori in possesso di pregresse e documentate esperienze analoghe a quelle oggetto di affidamento , anche individuati tra coloro che risultano iscritti in elenchi o albi istituiti dalla stazione appaltante e comunque nel rispetto del principio di rotazione ai sensi del suddetto art. 1 comma 2 del citato D.L. n.76/20 convertito in L. 120/20:

Copia informatica per consultazione

- che l'affidamento avverrà con il criterio del minor prezzo ai sensi dell'art.36 comma 9bis del predetto D.Lgs. 50/2016 determinato mediante: mediante ribasso (percentuale) sull'importo posto a base di gara

Non trattasi di lavorazioni di tipo "sensibile" e non soggette alle normative di controllo di cui alla Legge 6 novembre 2012, n. 190 (art.1, commi dal 52 al 57).

E' stato contattato l'operatore già titolare dell'appalto principale che non si è reso disponibile ad eseguire le lavorazioni oggetto della presente determinazione.

Dopo aver ulteriormente contattato e svolto sopralluoghi con ditte di fiducia della Provincia di Modena, l'unica ditta disposta ad eseguire le lavorazioni in tempi ragionevoli è stata la ditta " ICOED S.R.L. UNIPERSONALE" - con sede in Modena, via Bembo n. 22, 41123 Modena, CF- P. Iva n.03365040363. Si ribadisce che tutte le suddette imprese hanno svolto il sopralluogo e sono state edotte pienamente dei tempi di esecuzione e della natura dei lavori; al succitato operatore economico resosi disponibile il RUP ha così inoltrato tramite pec Prot. Gen. n. 27439 del 06/09/2021 una semplice richiesta di offerta percentuale sul prezzo posto a base d'asta da restituire tramite p.e.c.. In tale lettera d'invito si indicava le ore 12:00 del 10/09/2021 il momento ultimo della presentazione dell'offerta. Inoltre in tale avviso si indicava, tra l'altro quanto segue :

L'operatore economico invitato ha formulato un'offerta con sconto del 2,90%; pervenuta a mezzo pec con prot. n. 27636 del 07-09-2021.

Considerato che il preventivo ricevuto e formulato dall'operatore economico "ICOED S.R.L. UNIPERSONALE" - con sede in Modena, via Bembo n. 22, 41123 Modena, CF- P. Iva n.03365040363 presenta un'offerta con ribasso formulato del 2,90% sull'importo posto a base di asta e che pertanto offre un prezzo finale di € 15.292,34 di cui € 14.983,72 per lavori ed €308,62 per oneri della sicurezza, oltre a IVA al 22% corrispondenti ad € 3.364,32 per un totale complessivo di euro 18.656,66.

Lo stesso operatore economico ha fatto pervenire il modello di autodichiarazione (prot. n. 27636 del 07-09-2021) attestante il possesso dei requisiti generali e tecnico economici previsti per l'affidamento del contratto per l'esecuzione dei lavori di categoria e classifica adeguata ai lavori che si intendono eseguire.

Considerato quindi che il preventivo di cui si tratta attua tutti i canoni della congruità della spesa, oltre che della sua legittimità contabile.

Si dà atto che, ai sensi del D.Lgs. 50/2016, art. 36, comma 5: «la verifica dei requisiti avviene sull'aggiudicatario. La stazione appaltante può, comunque, estendere le verifiche agli altri partecipanti. Le stazioni appaltanti devono verificare il possesso dei requisiti economici e finanziari e tecnico professionali se richiesti nella lettera di invito».

ATTESO che trattandosi di «affidamenti di importo non superiore a 40.000 euro», è applicabile – del caso - la stipulazione semplificata «mediante corrispondenza secondo l'uso del commercio consistente in un apposito scambio di lettere» (D.Lgs. 50/2016, art. 32, comma 14);

Evidenziato pertanto che questa Amministrazione ha garantito «in aderenza:

a) al principio di economicità, l'uso ottimale delle risorse da impiegare nello svolgimento della selezione ovvero nell'esecuzione del contratto;

b) al principio di efficacia, la congruità dei propri atti rispetto al conseguimento dello scopo e dell'interesse pubblico cui sono preordinati;

c) al principio di tempestività, l'esigenza di non dilatare la durata del procedimento di selezione del contraente in assenza di obiettive ragioni;

d) al principio di correttezza, una condotta leale ed improntata a buona fede, nella fase di affidamento ;

e) al principio di libera concorrenza, l'effettiva contendibilità degli affidamenti da parte dei soggetti potenzialmente interessati;

h) al principio di proporzionalità, l'adeguatezza e idoneità dell'azione rispetto alle finalità e all'importo dell'affidamento;

Ai sensi dell'articolo 3 della Legge 13 agosto 2010, n. 136 i pagamenti a favore dell'appaltatore saranno effettuati mediante bonifico bancario o postale ovvero con altri strumenti di incasso o

Copia informatica per consultazione

di pagamento idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni. Il conto corrente indicato dovrà essere espressamente dedicato alle commesse pubbliche. L'appaltatore, a mezzo come sopra, assume espressamente gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla citata Legge n. 136/2010 e si impegna ad inserire, nei contratti con subappaltatori e subcontraenti, apposita clausola con la quale ciascuno di essi assume analoghi obblighi di tracciabilità, nonché a consentire alla Provincia la verifica di tale inserimento in qualsiasi momento.

Il CIG, relativo al servizio è Z4532DCFDA tale codice sarà indicato all'atto del pagamento che avverrà a mezzo bonifico bancario o postale, dedicato alle commesse pubbliche.

Il responsabile del procedimento è l'Ing Annalisa Vita Direttore dell'Area Tecnica.

Per le caratteristiche dei lavori in oggetto, si rende necessario procedere alla nomina del collaudatore statico ed in corso d'opera, ai sensi del D.M. 14/01/2008 ed art. 19 della L.R. 19/2008. In considerazione del fatto che l'iscrizione all'Albo professionale non risulta obbligatoria per i dipendenti di Enti Pubblici, per i quali risulta tuttavia obbligatoria l'abilitazione all'esercizio della professione, giusto il disposto dell'art. 216, comma 3 del D.P.R. n. 207/2010. Ai sensi dell'art. 102 del D.Lgs.n. 50/2016 e in relazione alle professionalità del personale interno alla Provincia, si ritiene di affidare l'incarico in oggetto al dipendente in ruolo Arch. Paola Vincenzi, dipendente presso la Provincia di Modena ed iscritta all'Albo degli Architetti della Provincia di Modena da oltre dieci anni.

L'arch. Paola Vincenzi non ha svolto alcuna attività né tecnica, né amministrativa connessa ai lavori in oggetto.

Ai sensi dell'art. 13 del Regolamento europeo n. 679/2016, l'Ente Provincia di Modena, in qualità di "Titolare" del trattamento, è tenuta a fornire informazioni in merito all'utilizzo dei dati personali, consultabili nel sito internet dell'Ente:
https://www.provincia.modena.it/servizi/urp/accessibilita-e-note-legali-del-sito/privacy/ .

Il Titolare del trattamento dei dati personali di cui alla presente Informativa è l'Ente Provincia di Modena, nella persona del Presidente della Provincia pro-tempore, con sede in Modena, Viale Martiri della libertà n. 34, CAP 41121.

L'Ente Provincia di Modena ha designato quale Responsabile della protezione dei dati la società Lepida S.c.p.A., contattabile tramite e-mail dpo-team@lepida.it oppure telefonicamente al numero 051/6338860.

L'Ente ha designato i Responsabili del trattamento nelle persone dei Direttori d'Area in cui si articola l'organizzazione provinciale, che sono preposti al trattamento dei dati contenuti nelle banche dati esistenti nelle articolazioni organizzative di loro competenza.

Per quanto precede,

D E T E R M I N A

1. di richiamare le premesse a contenuto integrante e sostanziale del presente atto ed approvare il progetto esecutivo inerente gli interventi di "*manutenzione/miglioramento sismico delle scuole ex Messieri di Castelfranco Emilia (MO)- sistemazione pensilina esterna*" da effettuarsi presso l'istituto Spallanzani di Castelfranco Emilia in Modena, acquisto agli atti con prot. n. 27018 del 01/09/2021 cl.06-06-02 f. 765.1 e tutti gli allegati allo stesso compresi il capitolato speciale d'appalto e l'elenco prezzi unitari facenti parte integrante del progetto stesso e posto a base d'appalto;
2. di approvare il quadro economico dei lavori dell'importo complessivo di € 19.202,62;
3. di affidare, per le motivazioni e alle condizioni espresse nella premessa del presente atto e qui integralmente richiamate i lavori de: "*manutenzione/miglioramento sismico delle scuole ex Messieri di Castelfranco Emilia (MO)- sistemazione pensilina esterna*" da effettuarsi presso l'istituto Spallanzani di Castelfranco Emilia in Modena, alla ditta " ICOED S.R.L. UNIPERSONALE" - con sede in Modena, via Bembo n. 22, 41123 Modena, CF- P. Iva n.03365040363 che ha dichiarato di eseguirli con un ribasso del 2,90% per l'importo

Copia informatica per consultazione

contrattuale di € 15.292,34 di cui € 14.983,72 per lavori ed €308,62 per oneri della sicurezza, oltre a IVA al 22%, corrispondente ad € 3.364,32 per complessivi € 18.656,66;

4. di dare atto che non si richiede all'affidatario la garanzia definitiva di cui all'art.103 c. 11 del D.Lgs. n. 50/2017, per la natura e l'importo modesto dell'affidamento a fronte di un miglioramento del prezzo contrattuale pari allo 0,10% dell'importo offerto, corrispondente ad 14,94 come risulta dall'allegato MOE assunto agli atto con prot. comunicazione della Ditta assunta agli atti con prot. n. 27636 del 07/09/2021;
5. di impegnare, a seguito dell'ulteriore sconto, la somma di € 18.638,38, di cui € 15.277,36 quale importo contrattuale ed € 3.361,02 per IVA al 22% al capitolo n. 3290 prenot. 903/21 "I.P.A. Spallanzani manutenzione straordinaria" del PEG 2021 (finanziata con Miur D.L. 50/17);
6. di dare atto che il cronoprogramma della spesa e' il seguente: ANNO IMPORTO 2021 - € 18.638,38;
7. di dare atto che il C.I.G. riferito a questo affidamento è il n. Z4532DCFDA;
8. di dare atto che il codice CUP e' il n. G19F18001070001;
9. di dare atto che il tempo contrattuale per eseguire i lavori e' pari a n.21 giorni naturali consecutivi;
10. di dare atto che per quanto concerne gli adempimenti previsti dalla legislazione antimafia, non viene dato corso ad alcun adempimento trattandosi di importo inferiore a €150.000,00;
11. di dare atto che il presente affidamento è sottoposto a condizione risolutiva all'esito del procedimento di verifica di regolarità contributiva in corso;
12. di dare atto che la stipulazione del contratto avverrà nel rispetto delle disposizioni di cui all'art. 32 comma 10 lett.b) e comma 14 del D.Lgs.n. 50/2016;
13. di dare atto che il progettista generale dei lavori è Ing Gabriele Lucchini, con studio professionale in Via Irnerio n. 12/5, Bologna P.I. 02559001207c.f. LCCGRL77E05A944M, come risulta dalla determinazione dirigenziale n°369 del 12/03/2021;
14. di dare atto che, come risulta dalla determinazione n° 369 del 12/03/2021, il direttore dei lavori è stato individuato nella persona dell' ing Gabriele Lucchini;
15. di affidare, ai sensi delle vigenti normative, l'incarico di collaudatore Statico, in corso d'opera, per le motivazioni in premessa esposte, all'Arch Paola Vincenzi, dipendente presso l'area Tecnica della Provincia di Modena, iscritta all'albo degli Architetti di Modena e abilitata da oltre dieci anni all'esercizio della professione di architetto;
16. di dare atto che l'incaricato, all'Arch Paola Vincenzi, non ha svolto alcuna attività autorizzativa, di controllo, di direzione, vigilanza ed esecuzione dei lavori sottoposti a collaudo;
17. di stabilire che le attività di collaudo saranno svolte ai sensi delle normative vigenti in materia, con particolare riferimento all'art. 7 della legge 1086/71;
18. di dare atto che si applica quanto disposto dall'art. 4, ultimo periodo, della legge 1086/71 in quanto i lavori in oggetto riguardano opere costruite per conto di una Provincia avente un ufficio tecnico con a capo un ingegnere;
19. di stabilire che le attività oggetto del presente affidamento si intendono ricomprese all'interno della normale attività di istituto ed accedono all'incentivazione di cui all'art. 113 del D.Lgs.50/2016, nelle forme e con le modalità previste dai vigenti regolamenti interni in materia;
20. di dare atto che il Responsabile del Procedimento e' l'ing. Annalisa Vita, Direttore dell'Area Lavori Pubblici;
21. di dare atto che non risultano in essere in corso procedure di tipo fallimentare e concorsuale come da visura camerale C.C.I. A.A. del 25/10/2021 agli atti dell'ente che in pari data è stato consultato il casellario ANAC e non risultano annotazioni a suo carico;
22. di dare atto che la cauzione definitiva e la polizza RCT/CAR (vedi capitolato) saranno consegnate dalla ditta affidataria prima della stipulazione del contratto o, in caso di avvenuta

Copia informatica per consultazione

consegna anticipata dei lavori ai sensi dell'art. 32 co.8 del D.Lgs.n. 50/2016, contestualmente alla consegna stessa;

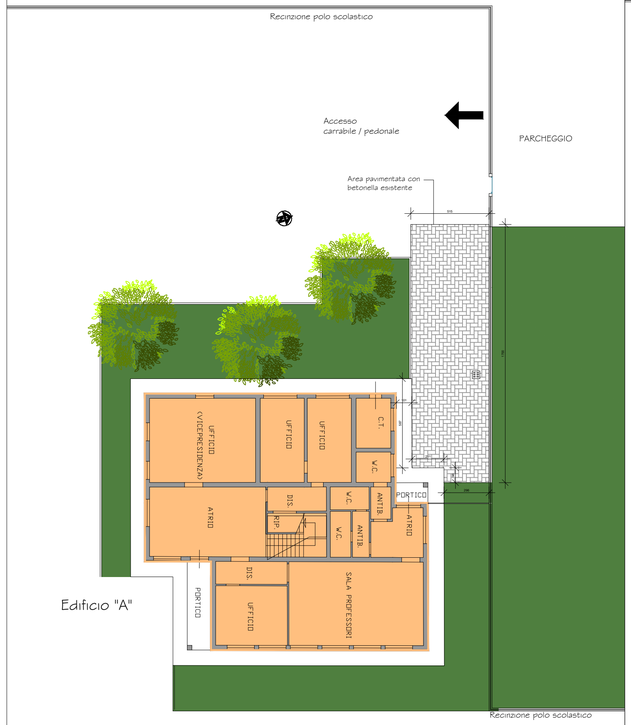
23. di provvedere alla pubblicazione del presente atto sul sito della Provincia di Modena, “Amministrazione trasparente, Provvedimenti” come prescritto dal D.Lgs.n. 33/2013 e nella sezione “Bandi di gara e contratti, Scelta del contraente per l'affidamento di lavori, servizi e forniture” ai sensi dell'art.1 co.32 della L.n.190/2012 “ e ss.mm.ii. ;
24. di dare atto che, ai sensi dell’art. 2, comma 3 del D.P.R. n. 62/2013, costituisce causa di risoluzione del contratto la violazione degli obblighi di condotta previsti dal codice di comportamento dei dipendenti pubblici, pubblicato sul sito della Provincia di Modena;
25. di dare atto che la ditta ha dichiarato di non aver concluso contratti di lavoro subordinato o autonomo o aver attribuito incarichi ad ex dipendenti o incaricati della Provincia – nel triennio successivo alla loro cessazione del rapporto - che hanno esercitato poteri autoritativi o negoziali nei confronti di questa ditta per conto della Provincia medesima negli ultimi tre anni di servizio;
26. di stabilire che, in caso di assenza giustificata del Direttore dei Lavori, Ing Gabriele Lucchini, viene nominato in sostituzione l'Ing Vincenzo Chianese, che ne assume in toto funzioni e responsabilità;
27. di trasmettere la presente determinazione all'U.O. Gestione straordinaria dell'Area Amministrativa per gli adempimenti di competenza, dando atto che la stessa diviene esecutiva con l’apposizione del visto di regolarità contabile attestante la copertura finanziaria.

Il Dirigente
VITA ANNALISA

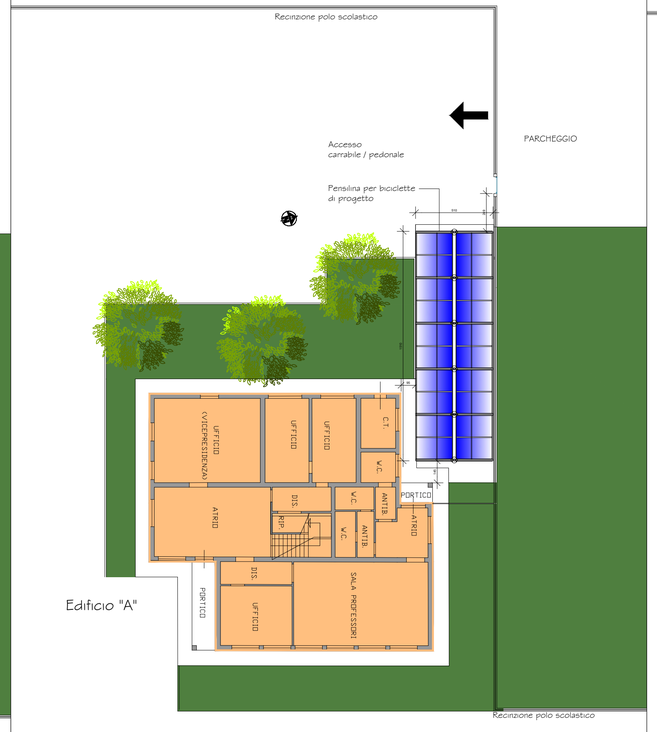
(Sottoscritto digitalmente ai sensi
dell'art. 21 D.L.gs n 82/2005 e s.m.i.)

Copia informatica per consultazione

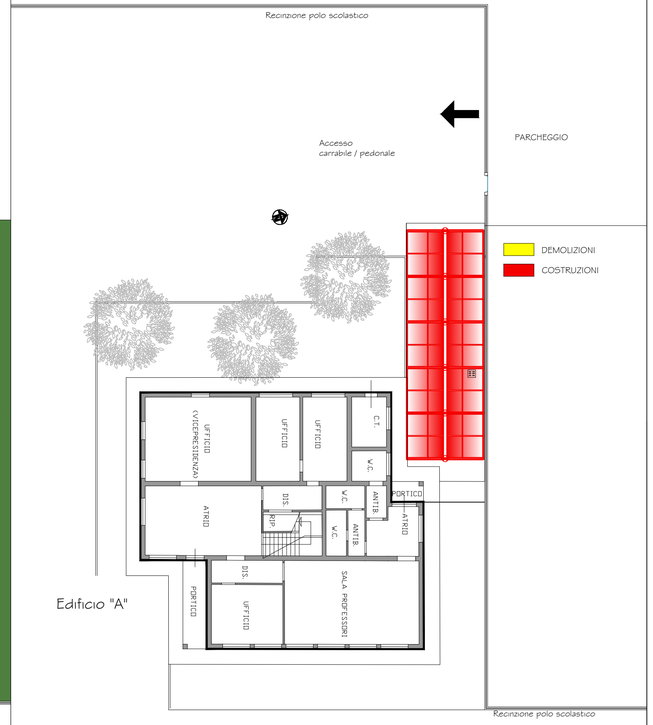
PLANIMETRIA STATO DI FATTO
scala 1:200



PLANIMETRIA STATO DI PROGETTO
scala 1:200



PLANIMETRIA INTERVENTI
scala 1:200



COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)

LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO
DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)
SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA
(CIG ZE030F018F)

PROGETTO ARCHITETTONICO

PROGETTISTA E DIRETTORE DEI LAVORI

Ing. GABRIELE LUCCHINI
via E. Fermi n°57
40055 Castenaso (BO)

COMMITTENTE

Provincia di Modena
v.le Barozzi, 340
41124 Modena

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO TECNICO

OGGETTO:

Piante stato di fatto, progetto e interventi

SCALA

1:100

TAVOLA N

A01

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
1	13/05/2021	EMISSIONE PER DEPOSITO	GL	GL	GL

N. ARCHIVIO:

S125

ELABORAZIONE GRAFICA

LT Studio - Architettura e Ingegneria

via Cencetti, 12 - 40138 Bologna
www.elletistudio.com

Committente:

Provincia di Modena
41124 Modena
Viale Barozzi, 340

Oggetto:

LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA (CIG ZE030F018F)

Ubicazione:
Via Solimei, 21 – Castelfranco Emilia (MO)

Elaborato:

PIANO DI MANUTENZIONE

Il Progettista:
Ing. Gabriele Lucchini
Via Cencetti, 12 – 40138 Bologna (BO)
c.f. LCCGRL77E05A944M

ORDINE INGEGNERI PROV. BOLOGNA
INGEGNERE
GABRIELE LUCCHINI
LAUREA SPECIALISTICA
Sezione A
N° 6615 / A
Settori civile, ambientale, industriale, dell'informazione

LT Studio – Architettura e Ingegneria

elaborato R04

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato
3				
2				
1				
0	10/05/2021	Emissione	GL	GL

Codice elaborato	Commessa	File: G:\Il mio Drive\LAVORO\PROGETTI\125-Pensilina Castelfranco\05-relazioni\Messieri_Pensilina_MANUT.docx	
MSS-R04	S-125		1

Copia informatica per consultazione

Copia informatica per consultazione

Comune di Castelfranco Emilia
Provincia di Modena

PIANO DI MANUTENZIONE

MANUALE D'USO
(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

OGGETTO: Scuola ex Messieri - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA

COMMITTENTE: Provincia di Modena

13/05/2021, Bologna

IL TECNICO

(Ing. Lucchini Gabriele)

Ing. Lucchini Gabriele

ManTus-P by Guido Cianciulli - Copyright ACCA software S.p.A.

Copia informatica per consultazione

PIANO DI MANUTENZIONE

Comune di: **Castelfranco Emilia**

Provincia di: **Modena**

OGGETTO: Scuola ex Messieri - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA

CORPI D'OPERA:

° 01 Scuole ex Messieri - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA

Copia informatica per consultazione

Scuole ex Messieri - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA

UNITÀ TECNOLOGICHE:

- 01.01 Strutture in elevazione in acciaio
- 01.02 Opere di fondazioni superficiali
- 01.03 Unioni

Copia informatica per consultazione

Strutture in elevazione in acciaio

Si definiscono strutture in elevazione gli insiemi degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi la funzione di resistere alle azioni di varia natura agenti sulla parte di costruzione fuori terra, trasmettendole alle strutture di fondazione e quindi al terreno. In particolare le strutture verticali sono costituite da aste rettilinee snelle collegate fra loro in punti detti nodi secondo una disposizione geometrica realizzata in modo da formare un sistema rigidamente indeformabile. Le strutture in acciaio si possono distinguere in: strutture in carpenteria metallica e sistemi industrializzati. Le prime, sono caratterizzate dall'impiego di profilati e laminati da produzione siderurgica e successivamente collegati medianti unioni (bullonature, saldature, ecc.); le seconde sono caratterizzate da un numero ridotto di componenti base assemblati successivamente a seconde dei criteri di compatibilità.

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- 01.01.01 Travi
- 01.01.02 Travi reticolare autoportante in acciaio
- 01.01.03 Pilastri
- 01.01.04 Arcarecci o terzere

Copia informatica per consultazione

Elemento Manutenibile: 01.01.01

Travi

Unità Tecnologica: 01.01

Strutture in elevazione in acciaio

Le travi sono elementi strutturali, che si pongono in opera in posizione orizzontale o inclinata per sostenere il peso delle strutture sovrastanti, con una dimensione predominante che trasferiscono, le sollecitazioni di tipo trasversale al proprio asse geometrico, lungo tale asse, dalle sezioni investite dal carico fino ai vincoli, garantendo l'equilibrio esterno delle travi in modo da assicurare il contesto circostante. Le travi in acciaio sono realizzate mediante profilati (IPE, HE, C, L, ecc.) . Il loro impiego diffuso è dovuto dalla loro maggiore efficienza a carichi flessionali, infatti la concentrazione del materiale sulle ali, le parti più distanti dal punto baricentrico della sezione, ne aumentano la loro rigidezza flessionale. Vengono generalmente utilizzate nella realizzazione di telai in acciaio, per edifici, ponti, ecc..

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Non compromettere l'integrità delle strutture. Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista. Riscontro di eventuali anomalie.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.01.01.A01 Corrosione

Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.01.01.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.01.A03 Imbozzamento

Deformazione dell'elemento che si localizza in prossimità dell'ala e/o dell'anima.

01.01.01.A04 Snervamento

Deformazione dell'elemento che si può verificare, quando all'aumentare del carico, viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio.

01.01.01.A05 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilit à.

01.01.01.A06 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

Elemento Manutenibile: 01.01.02

Travi reticolare autoportante in acciaio

Unità Tecnologica: 01.01

Strutture in elevazione in acciaio

Le trave reticolari in acciaio controllato consentono di dimensionare le strutture in modo ottimale, migliorando la fruizione degli spazi interni ed agevolando la posa in opera del manufatto. Le travi reticolari sono progettate per resistere a carichi elevati ed il basso spessore consente una migliore progettualità degli ambienti.
Insieme ai solai leggeri in polistirene, possono realizzare luci di campate elevate. Assicurano una buona risposta sismica e le dimensioni particolarmente ridotte agli incastri trave-pilastro, consentono una migliore distribuzione delle tensioni tali da non scaricare tutti gli sforzi sui pilastri della prima elevazione e dissipare l'energia impalcato per impalcato.

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Non compromettere l'integrità delle strutture. Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista. Riscontro di eventuali anomalie.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.01.02.A01 Corrosione

Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride

Copia informatica per consultazione

carbonica, ecc.).

01.01.02.A02 Deformazioni e spostamenti
Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.02.A03 Imbozzamento
Deformazione dell'elemento che si localizza in prossimità dell'ala e/o dell'anima.

01.01.02.A04 Snervamento
Deformazione dell'elemento che si può verificare, quando all'aumentare del carico, viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio.

01.01.02.A05 Basso grado di riciclabilità
Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

01.01.02.A06 Impiego di materiali non durevoli
Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

Elemento Manutenibile: 01.01.03

Pilastri

Unità Tecnologica: 01.01

Strutture in elevazione in acciaio

I pilastri in acciaio sono elementi strutturali verticali portanti, in genere profilati e/o profilati cavi , che trasferiscono i carichi della sovrastruttura alle strutture di ricezione delle parti sottostanti indicate a riceverli, posizionate e collegate con piatti di fondazione e tirafondi. Sono generalmente trasportati in cantiere e montati mediante unioni (bullonature, chiodature, saldature, ecc.). Rappresentano una valida alternativa ai pilastri in c.a. realizzati in opera.

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

In caso di verifiche strutturali dei pilastri controllare la resistenza alla compressione e la verifica ad instabilità a carico di punta. In zona sismica verificare altresì gli spostamenti.
Non compromettere l'integrità delle strutture. Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista. Riscontro di eventuali anomalie.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.01.03.A01 Corrosione
Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.01.03.A02 Deformazioni e spostamenti
Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.03.A03 Imbozzamento
Deformazione dell'elemento che si localizza in prossimità dell'ala e/o dell'anima.

01.01.03.A04 Snervamento
Deformazione dell'elemento che si può verificare, quando all'aumentare del carico, viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio.

01.01.03.A05 Basso grado di riciclabilità
Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

01.01.03.A06 Impiego di materiali non durevoli
Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

Elemento Manutenibile: 01.01.04

Arcarecci o terzere

Copia informatica per consultazione

Si tratta di elementi strutturali impiegati negli schemi delle coperture a struttura metallica caratterizzati generalmente dal fatto di essere inflessi e di riportare il carico verticale che agisce in copertura alle travi principali. Vengono impiegati normalmente profili IPE, a C, ecc., piegati a freddo e in alcuni casi ad omega.

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Non compromettere l'integrità delle strutture. Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista. Riscontro di eventuali anomalie.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.01.04.A01 Corrosione
Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.01.04.A02 Deformazioni e spostamenti
Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.04.A03 Imbozzamento
Deformazione dell'elemento che si localizza in prossimità dell'ala e/o dell'anima.

01.01.04.A04 Snervamento
Deformazione dell'elemento che si può verificare, quando all'aumentare del carico, viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio.

01.01.04.A05 Basso grado di riciclabilità
Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

01.01.04.A06 Impiego di materiali non durevoli
Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

Copia informatica per consultazione

Opere di fondazioni superficiali

Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio avente funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio dal terreno sottostante e trasmetterne ad esso il peso della struttura e delle altre forze esterne.
In particolare si definiscono fondazioni superficiali o fondazioni dirette quella classe di fondazioni realizzate a profondità ridotte rispetto al piano campagna ossia l'approfondimento del piano di posa non è elevato.
Prima di realizzare opere di fondazioni superficiali provvedere ad un accurato studio geologico esteso ad una zona significativamente estesa dei luoghi d'intervento, in relazione al tipo di opera e al contesto geologico in cui questa si andrà a collocare.
Nel progetto di fondazioni superficiali si deve tenere conto della presenza di sottoservizi e dell'influenza di questi sul comportamento del manufatto. Nel caso di reti idriche e fognarie occorre particolare attenzione ai possibili inconvenienti derivanti da immissioni o perdite di liquidi nel sottosuolo.
È opportuno che il piano di posa in una fondazione sia tutto allo stesso livello. Ove ciò non sia possibile, le fondazioni adiacenti, appartenenti o non ad un unico manufatto, saranno verificate tenendo conto della reciproca influenza e della configurazione dei piani di posa. Le fondazioni situate nell'alveo o nelle golene di corsi d'acqua possono essere soggette allo scalzamento e perciò vanno adeguatamente difese e approfondite. Analoga precauzione deve essere presa nel caso delle opere marittime.

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- 01.02.01 Travi rovesce in c.a.
- 01.02.02 Plinti

Copia informatica per consultazione

Elemento Manutenibile: 01.02.01

Travi rovesce in c.a.

Unità Tecnologica: 01.02

Opere di fondazioni superficiali

Sono fondazioni indicate nel caso in cui ci siano problemi di cedimenti differenziali. le travi rovesce sono le fondazioni più comunemente adottate in zona sismica, poiché non sono soggette a spostamenti orizzontali relativi in caso di sisma. Il nome di trave rovescia deriva dal fatto che la trave costituente la fondazione risulta rovesciata rispetto a quella comunemente usata nelle strutture, in quanto il caricoè costituito dalle reazioni del terreno e quindi agente dal basso, anziché dall'alto.

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

L'utente dovrà soltanto accertarsi della comparsa di eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.02.01.A01 Cedimenti

Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

01.02.01.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.02.01.A03 Distacchi murari

Distacchi dei paramenti murari mediante anche manifestazione di lesioni passanti.

01.02.01.A04 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

01.02.01.A05 Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

01.02.01.A06 Fessurazioni

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

01.02.01.A07 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

01.02.01.A08 Non perpendicolarità del fabbricato

Non perpendicolarità dell'edificio a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

01.02.01.A09 Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

01.02.01.A10 Rigonfiamento

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

01.02.01.A11 Umidità

Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

01.02.01.A12 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

Elemento Manutenibile: 01.02.02

Plinti

Unità Tecnologica: 01.02

Opere di fondazioni superficiali

Copia informatica per consultazione

Sono fondazioni indicate per strutture in elevazione con telaio a scheletro indipendente, in particolare nel caso in cui il terreno resistente sia affiorante o comunque poco profondo e abbia una resistenza elevata che consente di ripartire su una superficie limitata il carico concentrato trasmesso dai pilastri.
In zone sismica, per evitare spostameti orizzontali relativi, i plinti devono essere collegati tra loro da un reticolo di travi. Inoltre ogni collegamento deve esser proporzionato in modo che sia in grado di sopportare una forza assiale di trazione o di compressione pari a ad un decimo del maggiore dei carichi verticali agenti sui plinti posti all'estremità della trave.

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

In zone sismiche i plinti potrebbero essere soggetti a spostamenti orizzontali relativi in caso di sisma. E' importante in fase di progettazione seguire attentamente le normative vigenti e le relative disposizioni in merito.
L'utente dovrà soltanto accertarsi della comparsa di eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.02.02.A01 Cedimenti
Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

01.02.02.A02 Deformazioni e spostamenti
Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.02.02.A03 Distacchi murari
Distacchi dei paramenti murari mediante anche manifestazione di lesioni passanti.

01.02.02.A04 Distacco
Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

01.02.02.A05 Esposizione dei ferri di armatura
Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

01.02.02.A06 Fessurazioni
Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

01.02.02.A07 Lesioni
Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

01.02.02.A08 Non perpendicolarità del fabbricato
Non perpendicolarità dell'edificio a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

01.02.02.A09 Penetrazione di umidità
Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

01.02.02.A10 Rigonfiamento
Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

01.02.02.A11 Umidità
Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

01.02.02.A12 Impiego di materiali non durevoli
Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

Copia informatica per consultazione

Unioni

Le unioni sono costituite da elementi che per materiale e tecniche diverse consentono la realizzazione di collegamenti tra elementi delle strutture nel rispetto delle normative vigenti. Le unioni rappresentano una caratteristica fondamentale nelle costruzioni in legno, acciaio, miste, ecc.. Esse hanno lo scopo di unire le parti, definite in sede progettuale, per realizzare strutture complete che devono rispondere a requisiti precisi.

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- 01.03.01 Collegamenti con piastre di fondazione
- 01.03.02 Collegamenti diretti (travi: principale/secondaria)
- 01.03.03 Collegamenti a squadretta (trave/pilastro passante - pilastro/trave passante)

Copia informatica per consultazione

Elemento Manutenibile: 01.03.01

Collegamenti con piastre di fondazione

Unità Tecnologica: 01.03

Unioni

I giunti di base dei pilastri hanno funzione di trasmettere le sollecitazioni delle membrature verticali agli elementi di fondazione. I componenti principali dei giunti di base sono realizzati da:
- piastre di base in acciaio, per la distribuzione delle forze di compressione dalla colonna;
- malta di livellamento in c.a., con strato impostato al di sopra della fondazione;
- tirafondi, inglobati nella fondazione in c.a.

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

E' opportuno che nella realizzazione dei giunti le estremit à da collegare siano adeguatamente preparate in officina. Nella fase progettuale bisognerà tener conto delle eventuali forze di instabilità che potrebbero sorgere e a problematiche connesse e quindi garantire la resistenza nei confronti esse.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.03.01.A01 Allentamento
Allentamento dei giunti rispetto alle tenute di serraggio.

01.03.01.A02 Corrosione
Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.03.01.A03 Cricca
Fenditura sottile e profonda del materiale costituente alla saldatura dovuta ad errori di esecuzione.

01.03.01.A04 Interruzione
Interruzione dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.01.A05 Rifollamento
Deformazione dei fori delle lamiere, predisposti per le unioni, dovute alla variazione delle azioni esterne sulla struttura e/o ad errori progettuali e/o costruttivi.

01.03.01.A06 Rottura
Rottura dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.01.A07 Strappamento
Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni assiali che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.01.A08 Tranciamento
Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni taglianti che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.01.A09 Impiego di materiali non durevoli
Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

Elemento Manutenibile: 01.03.02

Collegamenti diretti (travi: principale/secondaria)

Unità Tecnologica: 01.03

Unioni

I collegamenti diretti trave principale/secondaria sono realizzati mediante profili angolari bullonati all'anima della trave secondaria e poi bullonati all'ala della trave principale.

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

E' opportuno che nella realizzazione dei giunti le estremit à da collegare siano adeguatamente preparate in officina. Nella fase progettuale bisognerà tener conto delle eventuali forze di instabilità che potrebbero sorgere e a problematiche connesse e quindi garantire la resistenza nei confronti esse.

Copia informatica per consultazione

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.03.02.A01 Allentamento
Allentamento dei giunti rispetto alle tenute di serraggio.

01.03.02.A02 Corrosione
Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.03.02.A03 Cricca
Fenditura sottile e profonda del materiale costituente alla saldatura dovuta ad errori di esecuzione.

01.03.02.A04 Interruzione
Interruzione dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.02.A05 Rifollamento
Deformazione dei fori delle lamiere, predisposti per le unioni, dovute alla variazione delle azioni esterne sulla struttura e/o ad errori progettuali e/o costruttivi.

01.03.02.A06 Rottura
Rottura dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.02.A07 Strappamento
Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni assiali che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.02.A08 Tranciamento
Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni taglianti che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.02.A09 Impiego di materiali non durevoli
Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

Elemento Manutenibile: 01.03.03

Collegamenti a squadretta (trave/pilastro passante - pilastro/trave passante)

Unità Tecnologica: 01.03

Unioni

I collegamenti a squadretta trave/pilastro passante o pilastro/trave passante sono realizzati mediante profili angolari bullonati all'anima della trave o del pilastro e poi bullonati all'ala o anima del pilastro o della trave.

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

E' opportuno che nella realizzazione dei giunti le estremit à da collegare siano adeguatamente preparate in officina. Nella fase progettuale bisognerà tener conto delle eventuali forze di instabilità che potrebbero sorgere e a problematiche connesse e quindi garantire la resistenza nei confronti esse.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.03.03.A01 Allentamento
Allentamento dei giunti rispetto alle tenute di serraggio.

01.03.03.A02 Corrosione
Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.03.03.A03 Cricca
Fenditura sottile e profonda del materiale costituente alla saldatura dovuta ad errori di esecuzione.

01.03.03.A04 Interruzione
Interruzione dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.03.A05 Rifollamento
Deformazione dei fori delle lamiere, predisposti per le unioni, dovute alla variazione delle azioni esterne sulla struttura e/o ad errori progettuali e/o costruttivi.

Copia informatica per consultazione

01.03.03.A06 Rottura
Rottura dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.03.A07 Strappamento
Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni assiali che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.03.A08 Tranciamento
Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni taglianti che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.03.A09 Impiego di materiali non durevoli
Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

Copia informatica per consultazione

INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE ..... pag. 2
2) Scuole ex Messieri - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA ..... pag. 3
" 1) Strutture in elevazione in acciaio ..... pag. 4
" 1) Travi ..... pag. 5
" 2) Travi reticolare autoportante in acciaio ..... pag. 5
" 3) Pilastri ..... pag. 6
" 4) Arcarecci o terzere ..... pag. 6
" 2) Opere di fondazioni superficiali ..... pag. 8
" 1) Travi rovesce in c.a. ..... pag. 9
" 2) Plinti ..... pag. 9
" 3) Unioni ..... pag. 11
" 1) Collegamenti con piastre di fondazione ..... pag. 12
" 2) Collegamenti diretti (travi: principale/secondaria) ..... pag. 12
" 3) Collegamenti a squadretta (trave/pilastro passante - pilastro/trave passante) ..... pag. 13

Copia informatica per consultazione

Comune di Castelfranco Emilia
Provincia di Modena

PIANO DI MANUTENZIONE

MANUALE DI MANUTENZIONE
(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

OGGETTO: Scuola ex Messieri - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA

COMMITTENTE: Provincia di Modena

13/05/2021, Bologna

IL TECNICO

(Ing. Lucchini Gabriele)

Ing. Lucchini Gabriele

ManTus-P by Guido Cianciulli - Copyright ACCA software S.p.A.

Copia informatica per consultazione

PIANO DI MANUTENZIONE

Comune di: **Castelfranco Emilia**

Provincia di: **Modena**

OGGETTO: Scuola ex Messieri - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA

CORPI D'OPERA:

° 01 Scuole ex Messieri - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA

Copia informatica per consultazione

Scuole ex Messieri - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA

UNITÀ TECNOLOGICHE:

- 01.01 Strutture in elevazione in acciaio
- 01.02 Opere di fondazioni superficiali
- 01.03 Unioni

Copia informatica per consultazione

Strutture in elevazione in acciaio

Si definiscono strutture in elevazione gli insiemi degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi la funzione di resistere alle azioni di varia natura agenti sulla parte di costruzione fuori terra, trasmettendole alle strutture di fondazione e quindi al terreno. In particolare le strutture verticali sono costituite da aste rettilinee snelle collegate fra loro in punti detti nodi secondo una disposizione geometrica realizzata in modo da formare un sistema rigidamente indeformabile. Le strutture in acciaio si possono distinguere in: strutture in carpenteria metallica e sistemi industrializzati. Le prime, sono caratterizzate dall'impiego di profilati e laminati da produzione siderurgica e successivamente collegati medianti unioni (bullonature, saldature, ecc.); le seconde sono caratterizzate da un numero ridotto di componenti base assemblati successivamente a seconde dei criteri di compatibilità.

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

01.01.R01 Resistenza agli agenti aggressivi

Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici
Classe di Esigenza: Sicurezza
Le strutture di elevazione non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.

Prestazioni:
Le strutture di elevazione dovranno conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici (anidride carbonica, solfati, ecc.) presenti in ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

Livello minimo della prestazione:
Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare: D.M. 14.1.2008 (Norme tecniche per le costruzioni) e Circolare 2.2.2009, n.617 (Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14.1.2008).

Riferimenti normativi:

D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI 7699; UNI 8290-2; UNI 9944; UNI 10322.

01.01.R02 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità
Classe di Esigenza: Sicurezza
Le strutture di elevazione dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Prestazioni:
Le strutture di elevazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

Livello minimo della prestazione:
Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare D.M. 14.1.2008 (Norme tecniche per le costruzioni) e la Circolare 2.2.2009, n.617 (Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14.1.2008).

Riferimenti normativi:

Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI 8290-2; UNI EN 384; UNI EN 1356; UNI EN 12390-1; UNI EN 1090-3; UNI 9503; UNI EN 1993; UNI EN 1999.

01.01.R03 Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità

Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse
Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente
Utilizzo di materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità

Prestazioni:
Nelle scelte progettuali di materiali, elementi e componenti si dovrà tener conto del loro grado di riciclabilità in funzione dell'ubicazione del cantiere, del loro ciclo di vita, degli elementi di recupero, ecc.

Livello minimo della prestazione:
Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.

Riferimenti normativi:

D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.01.2017.

01.01.R04 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità

Copia informatica per consultazione

Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse
Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente
Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

Prestazioni:
Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

Livello minimo della prestazione:
Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

Riferimenti normativi:

D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.01.2017.

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- 01.01.01 Travi
- 01.01.02 Travi reticolare autoportante in acciaio
- 01.01.03 Pilastri
- 01.01.04 Arcarecci o terzere

Copia informatica per consultazione

Travi

Unità Tecnologica: 01.01

Strutture in elevazione in acciaio

Le travi sono elementi strutturali, che si pongono in opera in posizione orizzontale o inclinata per sostenere il peso delle strutture sovrastanti, con una dimensione predominante che trasferiscono, le sollecitazioni di tipo trasversale al proprio asse geometrico, lungo tale asse, dalle sezioni investite dal carico fino ai vincoli, garantendo l'equilibrio esterno delle travi in modo da assicurare il contesto circostante. Le travi in acciaio sono realizzate mediante profilati (IPE, HE, C, L, ecc.) . Il loro impiego diffuso è dovuto dalla loro maggiore efficienza a carichi flessionali, infatti la concentrazione del materiale sulle ali, le parti più distanti dal punto baricentrico della sezione, ne aumentano la loro rigidezza flessionale. Vengono generalmente utilizzate nella realizzazione di telai in acciaio, per edifici, ponti, ecc..

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.01.01.A01 Corrosione

Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.01.01.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.01.A03 Imbozzamento

Deformazione dell'elemento che si localizza in prossimità dell'ala e/o dell'anima.

01.01.01.A04 Snervamento

Deformazione dell'elemento che si può verificare, quando all'aumentare del carico, viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio.

01.01.01.A05 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

01.01.01.A06 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.01.C01 Controllo di deformazioni e/o spostamenti

Cadenza: ogni 12 mesi
Tipologia: Controllo a vista

Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: *1) Resistenza agli agenti aggressivi; 2) Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Corrosione; 2) Deformazioni e spostamenti.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.01.01.C02 Controllo del grado di riciclabilità

Cadenza: quando occorre
Tipologia: Controllo

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.01.01.C03 Controllo impiego di materiali durevoli

Cadenza: quando occorre
Tipologia: Verifica

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Copia informatica per consultazione

01.01.01.I01 Interventi sulle strutture

Cadenza: a guasto

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Elemento Manutenibile: 01.01.02

Travi reticolare autoportante in acciaio

Unità Tecnologica: 01.01

Strutture in elevazione in acciaio

Le trave reticolari in acciaio controllato consentono di dimensionare le strutture in modo ottimale, migliorando la fruizione degli spazi interni ed agevolando la posa in opera del manufatto. Le travi reticolari sono progettate per resistere a carichi elevati ed il basso spessore consente una migliore progettualità degli ambienti.
Insieme ai solai leggeri in polistirene, possono realizzare luci di campate elevate. Assicurano una buona risposta sismica e le dimensioni particolarmente ridotte agli incastri trave-pilastro, consentono una migliore distribuzione delle tensioni tali da non scaricare tutti gli sforzi sui pilastri della prima elevazione e dissipare l'energia impalcato per impalcato.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.01.02.A01 Corrosione

Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.01.02.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.02.A03 Imbozzamento

Deformazione dell'elemento che si localizza in prossimità dell'ala e/o dell'anima.

01.01.02.A04 Snervamento

Deformazione dell'elemento che si può verificare, quando all'aumentare del carico, viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio.

01.01.02.A05 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

01.01.02.A06 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.02.C01 Controllo di deformazioni e/o spostamenti

Cadenza: ogni 12 mesi
Tipologia: Controllo a vista

Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: *1) Resistenza agli agenti aggressivi; 2) Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Corrosione; 2) Deformazioni e spostamenti.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.01.02.C02 Controllo del grado di riciclabilità

Cadenza: quando occorre
Tipologia: Controllo

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.01.02.C03 Controllo impiego di materiali durevoli

Cadenza: quando occorre
Tipologia: Verifica

Copia informatica per consultazione

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizati da una durabilit à elevata.

- Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit à.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.02.I01 Interventi sulle strutture

Cadenza: a guasto

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Elemento Manutenibile: 01.01.03

Pilastri

Unità Tecnologica: 01.01

Strutture in elevazione in acciaio

I pilastri in acciaio sono elementi strutturali verticali portanti, in genere profilati e/o profilati cavi , che trasferiscono i carichi della sovrastruttura alle strutture di ricezione delle parti sottostanti indicate a riceverli, posizionate e collegate con piatti di fondazione e tirafondi. Sono generalmente trasportati in cantiere e montati mediante unioni (bullonature, chiodature, saldature, ecc.). Rappresentano una valida alternativa ai pilastri in c.a. realizzati in opera.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.01.03.A01 Corrosione

Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.01.03.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.03.A03 Imbozzamento

Deformazione dell'elemento che si localizza in prossimità dell'ala e/o dell'anima.

01.01.03.A04 Snervamento

Deformazione dell'elemento che si può verificare, quando all'aumentare del carico, viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio.

01.01.03.A05 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilit à.

01.01.03.A06 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.03.C01 Controllo di deformazioni e/o spostamenti

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: *1) Resistenza meccanica; 2) Resistenza agli agenti aggressivi.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Corrosione; 2) Deformazioni e spostamenti.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.01.03.C02 Controllo del grado di riciclabilità

Cadenza: quando occorre

Tipologia: Controllo

Copia informatica per consultazione

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.01.03.C03 Controllo impiego di materiali durevoli

Cadenza: quando occorre
Tipologia: Verifica
Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.03.I01 Interventi sulle strutture

Cadenza: a guasto
Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Elemento Manutenibile: 01.01.04

Arcarecci o terzere

Unità Tecnologica: 01.01

Strutture in elevazione in acciaio

Si tratta di elementi strutturali impiegati negli schemi delle coperture a struttura metallica caratterizzati generalmente dal fatto di essere inflessi e di riportare il carico verticale che agisce in copertura alle travi principali. Vengono impiegati normalmente profili IPE, a C, ecc., piegati a freddo e in alcuni casi ad omega.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.01.04.A01 Corrosione

Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.01.04.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.04.A03 Imbozzamento

Deformazione dell'elemento che si localizza in prossimità dell'ala e/o dell'anima.

01.01.04.A04 Snervamento

Deformazione dell'elemento che si può verificare, quando all'aumentare del carico, viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio.

01.01.04.A05 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

01.01.04.A06 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.04.C01 Controllo di deformazioni e/o spostamenti

Cadenza: ogni 12 mesi
Tipologia: Controllo a vista
Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: *1) Resistenza agli agenti aggressivi; 2) Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Corrosione; 2) Deformazioni e spostamenti.*

Copia informatica per consultazione

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.01.04.C02 Controllo del grado di riciclabilità

Cadenza: quando occorre
Tipologia: Controllo
Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

• Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*

• Anomalie riscontrabili: *1) Basso grado di riciclabilità.*

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.01.04.C03 Controllo impiego di materiali durevoli

Cadenza: quando occorre
Tipologia: Verifica
Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizati da una durabilità elevata.

• Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*

• Anomalie riscontrabili: *1) Impiego di materiali non durevoli.*

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.04.I01 Interventi sulle strutture

Cadenza: quando occorre
Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

• Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Copia informatica per consultazione

Opere di fondazioni superficiali

Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio avente funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio dal terreno sottostante e trasmetterne ad esso il peso della struttura e delle altre forze esterne.
In particolare si definiscono fondazioni superficiali o fondazioni dirette quella classe di fondazioni realizzate a profondità ridotte rispetto al piano campagna ossia l'approfondimento del piano di posa non è elevato.
Prima di realizzare opere di fondazioni superficiali provvedere ad un accurato studio geologico esteso ad una zona significativamente estesa dei luoghi d'intervento, in relazione al tipo di opera e al contesto geologico in cui questa si andrà a collocare.
Nel progetto di fondazioni superficiali si deve tenere conto della presenza di sottoservizi e dell'influenza di questi sul comportamento del manufatto. Nel caso di reti idriche e fognarie occorre particolare attenzione ai possibili inconvenienti derivanti da immissioni o perdite di liquidi nel sottosuolo.
È opportuno che il piano di posa in una fondazione sia tutto allo stesso livello. Ove ciò non sia possibile, le fondazioni adiacenti, appartenenti o non ad un unico manufatto, saranno verificate tenendo conto della reciproca influenza e della configurazione dei piani di posa. Le fondazioni situate nell'alveo o nelle golene di corsi d'acqua possono essere soggette allo scalzamento e perciò vanno adeguatamente difese e approfondite. Analoga precauzione deve essere presa nel caso delle opere marittime.

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

01.02.R01 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità
Classe di Esigenza: Sicurezza
Le opere di fondazioni superficiali dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Prestazioni:
Le opere di fondazioni superficiali, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

Livello minimo della prestazione:
Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

Riferimenti normativi:

Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI 8290-2; UNI EN 196-1; UNI EN 1356; UNI EN 12390-1; UNI EN 1992 1/2; UNI EN 1090-3; UNI 9503; UNI EN 1993; UNI EN 1999; UNI EN 1994; UNI EN 1994 1/2; UNI EN 1995; UNI EN 384; UNI EN 1504-8.

01.02.R02 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità

Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse
Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente
Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

Prestazioni:
Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

Livello minimo della prestazione:
Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

Riferimenti normativi:

D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.01.2017.

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- 01.02.01 Travi rovesce in c.a.
- 01.02.02 Plinti

Copia informatica per consultazione

Travi rovesce in c.a.

Unità Tecnologica: 01.02

Opere di fondazioni superficiali

Sono fondazioni indicate nel caso in cui ci siano problemi di cedimenti differenziali. le travi rovesce sono le fondazioni più comunemente adottate in zona sismica, poiché non sono soggette a spostamenti orizzontali relativi in caso di sisma. Il nome di trave rovescia deriva dal fatto che la trave costituente la fondazione risulta rovesciata rispetto a quella comunemente usata nelle strutture, in quanto il caricoè costituito dalle reazioni del terreno e quindi agente dal basso, anziché dall'alto.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.02.01.A01 Cedimenti
Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

01.02.01.A02 Deformazioni e spostamenti
Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.02.01.A03 Distacchi murari
Distacchi dei paramenti murari mediante anche manifestazione di lesioni passanti.

01.02.01.A04 Distacco
Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

01.02.01.A05 Esposizione dei ferri di armatura
Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

01.02.01.A06 Fessurazioni
Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

01.02.01.A07 Lesioni
Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

01.02.01.A08 Non perpendicolarità del fabbricato
Non perpendicolarità dell'edificio a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

01.02.01.A09 Penetrazione di umidità
Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

01.02.01.A10 Rigonfiamento
Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

01.02.01.A11 Umidità
Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

01.02.01.A12 Impiego di materiali non durevoli
Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.02.01.C01 Controllo struttura
Cadenza: ogni 12 mesi
Tipologia: Controllo a vista
Controllare l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

- Requisiti da verificare: *1) Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Cedimenti; 2) Distacchi murari; 3) Fessurazioni; 4) Lesioni; 5) Non perpendicolarità del fabbricato; 6) Penetrazione di umidità; 7) Deformazioni e spostamenti.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.02.01.C02 Controllo impiego di materiali durevoli

Copia informatica per consultazione

Cadenza: quando occorre
Tipologia: Verifica
Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizati da una durabilit à elevata.

- Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit à.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.02.01.I01 Interventi sulle strutture

Cadenza: quando occorre
In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture , da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilit à delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Elemento Manutenibile: 01.02.02

Plinti

Unità Tecnologica: 01.02

Opere di fondazioni superficiali

Sono fondazioni indicate per strutture in elevazione con telaio a scheletro indipendente, in particolare nel caso in cui il terreno resistente sia affiorante o comunque poco profondo e abbia una resistenza elevata che consente di ripartire su una superficie limitata il carico concentrato trasmesso dai pilastri.
In zone sismica, per evitare spostameti orizzontali relativi, i plinti devono essere collegati tra loro da un reticolo di travi. Inoltre ogni collegamento deve esser proporzionato in modo che sia in grado di sopportare una forza assiale di trazione o di compressione pari a ad un decimo del maggiore dei carichi verticali agenti sui plinti posti all'estremità della trave.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.02.02.A01 Cedimenti

Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

01.02.02.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.02.02.A03 Distacchi murari

Distacchi dei paramenti murari mediante anche manifestazione di lesioni passanti.

01.02.02.A04 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

01.02.02.A05 Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

01.02.02.A06 Fessurazioni

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

01.02.02.A07 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

01.02.02.A08 Non perpendicolarità del fabbricato

Non perpendicolarità dell'edificio a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

01.02.02.A09 Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

01.02.02.A10 Rigonfiamento

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

Copia informatica per consultazione

01.02.02.A11 Umidità
Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

01.02.02.A12 Impiego di materiali non durevoli
Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.02.02.C01 Controllo struttura
Cadenza: ogni 12 mesi
Tipologia: Controllo a vista
Controllare l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

- Requisiti da verificare: *1) Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Deformazioni e spostamenti; 2) Distacco; 3) Distacchi murari; 4) Fessurazioni; 5) Lesioni; 6) Non perpendicolarità del fabbricato.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.02.02.C02 Controllo impiego di materiali durevoli
Cadenza: quando occorre
Tipologia: Verifica
Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizati da una durabilit à elevata.

- Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit à.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.02.02.I01 Interventi sulle strutture
Cadenza: quando occorre
In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilit à delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Copia informatica per consultazione

Unioni

Le unioni sono costituite da elementi che per materiale e tecniche diverse consentono la realizzazione di collegamenti tra elementi delle strutture nel rispetto delle normative vigenti. Le unioni rappresentano una caratteristica fondamentale nelle costruzioni in legno, acciaio, miste, ecc.. Esse hanno lo scopo di unire le parti, definite in sede progettuale, per realizzare strutture complete che devono rispondere a requisiti precisi.

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

01.03.R01 Resistenza alla corrosione

Classe di Requisiti: Durabilità tecnologica
Classe di Esigenza: Durabilità
Gli elementi di unione utilizzati non devono decadere in processi di corrosione.

Prestazioni:
Gli elementi metallici utilizzati per le unioni non devono decadere in processi di corrosione se sottoposti all'azione dell'acqua e del gelo.

Livello minimo della prestazione:
I materiali utilizzati per le unioni devono soddisfare i requisiti indicati dalla norme vigenti.

Riferimenti normativi:

D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI EN 15048-1; UNI EN 20898.

01.03.R02 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità
Classe di Esigenza: Sicurezza
Gli elementi utilizzati per realizzare unioni diverse devono garantire resistenza meccanica alle sollecitazioni ad essi trasmessi

Prestazioni:
Le unioni devono essere realizzate con materiali idonei a resistere a fenomeni di trazione che potrebbero verificarsi durante il ciclo di vita.

Livello minimo della prestazione:
I materiali utilizzati per le unioni devono soddisfare i requisiti indicati dalla norme vigenti.

Riferimenti normativi:

Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI EN 1382; UNI EN 1383; UNI EN 15048-1; UNI EN 20898.

01.03.R03 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità

Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse
Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente
Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

Prestazioni:
Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

Livello minimo della prestazione:
Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

Riferimenti normativi:

D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.01.2017.

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- 01.03.01 Collegamenti con piastre di fondazione
- 01.03.02 Collegamenti diretti (travi: principale/secondaria)
- 01.03.03 Collegamenti a squadretta (trave/pilastro passante - pilastro/trave passante)

Copia informatica per consultazione

Collegamenti con piastre di fondazione

Unità Tecnologica: 01.03

Unioni

I giunti di base dei pilastri hanno funzione di trasmettere le sollecitazioni delle membrature verticali agli elementi di fondazione. I componenti principali dei giunti di base sono realizzati da:
- piastre di base in acciaio, per la distribuzione delle forze di compressione dalla colonna;
- malta di livellamento in c.a., con strato impostato al di sopra della fondazione;
- tirafondi, inglobati nella fondazione in c.a.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.03.01.A01 Allentamento
Allentamento dei giunti rispetto alle tenute di serraggio.

01.03.01.A02 Corrosione
Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.03.01.A03 Cricca
Fenditura sottile e profonda del materiale costituente alla saldatura dovuta ad errori di esecuzione.

01.03.01.A04 Interruzione
Interruzione dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.01.A05 Rifollamento
Deformazione dei fori delle lamiere, predisposti per le unioni, dovute alla variazione delle azioni esterne sulla struttura e/o ad errori progettuali e/o costruttivi.

01.03.01.A06 Rottura
Rottura dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.01.A07 Strappamento
Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni assiali che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.01.A08 Tranciamento
Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni taglianti che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.01.A09 Impiego di materiali non durevoli
Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.03.01.C01 Controllo generale
Cadenza: ogni anno
Tipologia: Revisione
Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.
Controllo della continuità delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.

- Requisiti da verificare: *1) Resistenza alla corrosione; 2) Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Allentamento; 2) Corrosione; 3) Cricca; 4) Interruzione; 5) Rifollamento; 6) Strappamento; 7) Tranciamento.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.03.01.C02 Controllo impiego di materiali durevoli
Cadenza: quando occorre
Tipologia: Verifica
Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizati da una durabilit à elevata.

- Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit à.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.03.01.I01 Ripristino

Copia informatica per consultazione

Cadenza: quando occorre
Ripristino delle tenute di serraggio tra elementi. Sostituzione di eventuali elementi corrosi o degradati con altri di analoghe caratteristiche. Rimozione di saldature difettose e realizzazione di nuove.

• Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Elemento Manutenibile: 01.03.02

Collegamenti diretti (travi: principale/secondaria)

Unità Tecnologica: 01.03

Unioni

I collegamenti diretti trave principale/secondaria sono realizzati mediante profili angolari bullonati all'anima della trave secondaria e poi bullonati all'ala della trave principale.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.03.02.A01 Allentamento
Allentamento dei giunti rispetto alle tenute di serraggio.

01.03.02.A02 Corrosione
Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.03.02.A03 Cricca
Fenditura sottile e profonda del materiale costituente alla saldatura dovuta ad errori di esecuzione.

01.03.02.A04 Interruzione
Interruzione dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.02.A05 Rifollamento
Deformazione dei fori delle lamiere, predisposti per le unioni, dovute alla variazione delle azioni esterne sulla struttura e/o ad errori progettuali e/o costruttivi.

01.03.02.A06 Rottura
Rottura dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.02.A07 Strappamento
Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni assiali che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.02.A08 Tranciamento
Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni taglianti che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.02.A09 Impiego di materiali non durevoli
Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.03.02.C01 Controllo generale
Cadenza: ogni anno
Tipologia: Revisione
Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.
Controllo della continuità delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.

• Requisiti da verificare: *1) Resistenza alla corrosione; 2) Resistenza meccanica.*

• Anomalie riscontrabili: *1) Allentamento; 2) Corrosione; 3) Cricca; 4) Interruzione; 5) Rifollamento; 6) Rottura; 7) Strappamento; 8) Tranciamento.*

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.03.02.C02 Controllo impiego di materiali durevoli
Cadenza: quando occorre
Tipologia: Verifica
Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizati da una durabilit à elevata.

• Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit à.*

• Anomalie riscontrabili: *1) Impiego di materiali non durevoli.*

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

Copia informatica per consultazione

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.03.02.I01 Ripristino

Cadenza: quando occorre

Ripristino delle tenute di serraggio tra elementi. Sostituzione di eventuali elementi corrosi o degradati con altri di analoghe caratteristiche. Rimozione di saldature difettose e realizzazione di nuove.

• Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Elemento Manutenibile: 01.03.03

Collegamenti a squadretta (trave/pilastro passante - pilastro/trave passante)

Unità Tecnologica: 01.03

Unioni

I collegamenti a squadretta trave/pilastro passante o pilastro/trave passante sono realizzati mediante profili angolari bullonati all'anima della trave o del pilastro e poi bullonati all'ala o anima del pilastro o della trave.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.03.03.A01 Allentamento

Allentamento dei giunti rispetto alle tenute di serraggio.

01.03.03.A02 Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.03.03.A03 Cricca

Fenditura sottile e profonda del materiale costituente alla saldatura dovuta ad errori di esecuzione.

01.03.03.A04 Interruzione

Interruzione dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.03.A05 Rifollamento

Deformazione dei fori delle lamiere, predisposti per le unioni, dovute alla variazione delle azioni esterne sulla struttura e/o ad errori progettuali e/o costruttivi.

01.03.03.A06 Rottura

Rottura dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.03.03.A07 Strappamento

Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni assiali che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.03.A08 Tranciamento

Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni taglianti che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.03.03.A09 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.03.03.C01 Controllo generale

Cadenza: ogni anno

Tipologia: Revisione

Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.
Controllo della continuità delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.

• Requisiti da verificare: *1) Resistenza alla corrosione; 2) Resistenza meccanica.*

• Anomalie riscontrabili: *1) Allentamento; 2) Corrosione; 3) Cricca; 4) Interruzione; 5) Rifollamento; 6) Rottura; 7) Strappamento; 8) Tranciamento.*

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.03.03.C02 Controllo impiego di materiali durevoli

Cadenza: quando occorre

Copia informatica per consultazione

Tipologia: Verifica
Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizati da una durabilit à elevata.

- Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit à.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.03.03.I01 Ripristino

Cadenza: quando occorre
Ripristino delle tenute di serraggio tra elementi. Sostituzione di eventuali elementi corrosi o degradati con altri di analoghe caratteristiche. Rimozione di saldature difettose e realizzazione di nuove.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Copia informatica per consultazione

INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE ..... pag. 2
2) Scuole ex Messieri - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA ..... pag. 3
" 1) Strutture in elevazione in acciaio ..... pag. 4
" 1) Travi ..... pag. 6
" 2) Travi reticolare autoportante in acciaio ..... pag. 7
" 3) Pilastri ..... pag. 8
" 4) Arcarecci o terzere ..... pag. 9
" 2) Opere di fondazioni superficiali ..... pag. 11
" 1) Travi rovesce in c.a. ..... pag. 12
" 2) Plinti ..... pag. 13
" 3) Unioni ..... pag. 15
" 1) Collegamenti con piastre di fondazione ..... pag. 16
" 2) Collegamenti diretti (travi: principale/secondaria) ..... pag. 17
" 3) Collegamenti a squadretta (trave/pilastro passante - pilastro/trave passante) ..... pag. 18

Copia informatica per consultazione

Committente:

Provincia di Modena
41124 Modena
Viale Barozzi, 340

Oggetto:

LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA (CIG ZE030F018F)

Ubicazione:
Via Solimei, 21 – Castelfranco Emilia (MO)

Elaborato:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E DI CALCOLO

Il Progettista:
Ing. Gabriele Lucchini
Via Cencetti, 12 – 40138 Bologna (BO)
c.f. LCCGRL77E05A944M

ORDINE INGEGNERI PROV. BOLOGNA
INGEGNERE
GABRIELE LUCCHINI
LAUREA SPECIALISTICA
Sezione A
N° 6615 / A
Settori civile, ambientale, industriale, dell'informazione

LT Studio – Architettura e Ingegneria

elaborato R01

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato
3				
2				
1	07/06/2021	Revisione	GL	GL
0	10/05/2021	Emissione	GL	GL

Codice elaborato	Commessa	File: G:\Il mio Drive\LAVORO\PROGETTI\125-Pensilina Castelfranco\05-relazioni\Messieri_Pensilina_REL_CALC_B.docx	
MSS-R01	S-125		1/164

Copia informatica per consultazione

Copia informatica per consultazione

SOMMARIO

1 PREMESSA 6

2 ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROG. STRUTTURALE (CAP. B2.2 DGR 1373/2011) 6

2.1 Punto A – contesto edilizio e geologia 6

2.2 Punto B – struttura e interventi 11

2.3 Punto C - normative 13

2.4 Punto D – azione sismica 14

2.5 Punto E – materiali di progetto 16

2.6 Punto F – criteri progettazione 18

2.7 Punto G – combinazioni di carico 18

2.8 Punto H – metodo di analisi 19

2.9 Punto I – criteri di verifica 20

2.10 Punto J – risultati significativi 20

2.11 Punto K – codice di calcolo 31

2.12 Punto L - fondazioni 31

2.13 Punto M – tipologia di interventi 35

2.14 Punto N – descrizione struttura esistente 35

2.15 Punto O – proprietà materiali esistenti 37

3 RELAZIONE DI CALCOLO 40

3.1 INTRODUZIONE 40

3.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 41

3.3 DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEL CONTESTO EDILIZIO 43

3.5 RELAZIONE SUI MATERIALI 46

3.5.1 Acciaio da carpenteria esistente 46

3.5.2 Calcestruzzo in opera di progetto 48

3.5.3 Acciaio in barre per c.a. di progetto 48

3.5.4 Acciaio in reti per c.a. di progetto 48

3.5.5 Carpenteria metallica di progetto 49

3.5.6 Bulloni per collegamenti in carpenteria metallica di progetto 49

Copia informatica per consultazione

3.6 CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO 49
3.6.1 Indagini geognostiche 49
3.6.2 Caratterizzazione statica 50
3.6.3 Caratterizzazione sismica 51
3.6.4 Resistenza alla Liquefazione 53
3.6.5 Fondazioni 54
3.7 DEFINIZIONE DEI CARICHI 54
3.7.1 Azione sismica 54
3.7.2 Carichi gravitazionali 58
3.7.3 Carico neve 58
3.7.5 Azione del Vento 60
3.7.6 Analisi carichi 61
3.7.7 Combinazioni di carico 61
3.9 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE ANALISI E MODELLAZIONE 64
3.9.1 Descrizione delle strutture 64
3.9.2 Metodologia di modellazione ed analisi 68
3.9.3 Schemi di applicazione dei carichi elementari 71
3.9.4 Informazioni sul codice di calcolo 74
3.9.5 Validazione del codice di calcolo 74
3.10 PRINCIPALI RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE 97
3.10.1 Combinazioni statiche 97
3.10.2 Combinazioni sismiche 100
3.10.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati 108
3.11 VERIFICHE STRUTTURE IN ELEVAZIONE 110
3.11.1 Verifica delle aste 111
3.11.2 Verifica dei collegamenti 122
3.11.2.1 Verifica collegamento bullonato al piede colonne 122
3.11.2.2 Verifica collegamento bullonato telaio-colonna 126
3.11.2.3 Verifica collegamento bullonato telaio-trave trapezia 127

Copia informatica per consultazione

3.11.2.4 Verifica collegamento bullonato telaio-profilo tubolare di rinforzo (progetto) 129

3.12 VERIFICHE DELLE FONDAZIONI 135

3.12.1 Verifica delle fondazioni 135

3.12.2 Verifiche geotecniche 157

Copia informatica per consultazione

1 PREMESSA

Con incarico protocollo "Classifica 06-06-02 fasc. 765.1/2017" del 23/03/2021 - **CIG ZE030F018F**, la Provincia di Modena ha affidato al sottoscritto l'incarico relativo ai **LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA. PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA E DIREZIONE LAVORI**

La pensilina in oggetto è una struttura in acciaio e policarbonato esistente, già presente all'interno dell'area del plesso scolastico, con funzione di copertura del parcheggio biciclette. In occasione di altri lavori all'interno dell'area, in particolare relativi alla demolizione e ricostruzione del c.d. Edificio "C", si è ritenuto di riposizionare la pensilina metallica in oggetto all'interno dell'area della scuola.

La presente relazione ha la funzione di **eseguire la Valutazione della Sicurezza della Pensilina in acciaio esistente, così come previsto dalle vigenti NTC 2018, di progettare gli interventi di rinforzo necessari e le nuove fondazioni in calcestruzzo. Dal punto di vista normativo l'intervento si classifica come "nuova costruzione".**

2 ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROG. STRUTTURALE (CAP. B2.2 DGR 1373/2011)

2.1 Punto A – contesto edilizio e geologia

"descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche del sito oggetto di intervento e con l'indicazione, per entrambe le tematiche, di eventuali problematiche riscontrate e delle soluzioni ipotizzate, tenuto conto anche delle indicazioni degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica;"

Gli interventi connessi alla presente Relazione delle Strutture riguardano la **Valutazione della Sicurezza, le opere di rinforzo strutturale e l'esecuzione di nuove fondazioni** per il riposizionamento della pensilina metallica in oggetto all'inerno dell'area scolastica.

Dal punto di vista strutturale il progetto prevede la **realizzazione di alcuni interventi di rinforzo statico delle strutture in acciaio** e **la realizzazione delle nuove fondazioni in calcestruzzo.**

Nella figura seguente è mostrata l'ubicazione planimetrica di progetto della pensilina.

Copia informatica per consultazione

Ubicazione planimetrica della struttura

Ai fini della caratterizzazione del sito, nel mese di febbraio 2020 si sono svolti studi ed indagini geognostiche specifiche nell'ambito dell'intervento di DEMOLIZIONE PALAZZINA "C" - AMPLIAMENTO PALAZZINA "D" DELL'ISTITUTO D'ISTRUZIONE SUPERIORE "L. SPALLANZANI", revedendo:

- Accurata ricerca bibliografica, volta alla caratterizzazione ed individuazione delle modalità di messa in posto dei tipi litologici presenti nell'area oggetto dello studio, integrata da indagini in sito e di laboratorio;
- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S01 e S02) spinti rispettivamente alla profondità
- di 10.00 m e 20.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche elettriche con piezocono (CPTu01 e CPTu02) spinte alla
- profondità massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPTm01 e CPTm02) spinte alla profondità
- massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 indagine sismiche passive di microtremori (HV01 e HV02);
- • n. 1 indagine sismica a riflessione in array in onde Sh (Vb - Sh).

Copia informatica per consultazione

I dati ricavati da tali indagini sono stati elaborati dal Dott. Geol. Lorenzo Del Maschio (Albo dei Geologi della Regione Lazio n.1725).

Risultati in termini di parametri di resistenza:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	c'k(kPa)	ϕ'k(°)	Cuk(kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	3	18	70
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	2	17	60
3.60/4.30 - 6.30	Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)	17	19	1	20	70
6.30 - 15.00	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)	20	21	0	32	/
15.00 - 16.10	Livello di Torba (E)	13	15	0	14	30
16.20 - 20.00	Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)	17	19	5	19	100

Copia informatica per consultazione

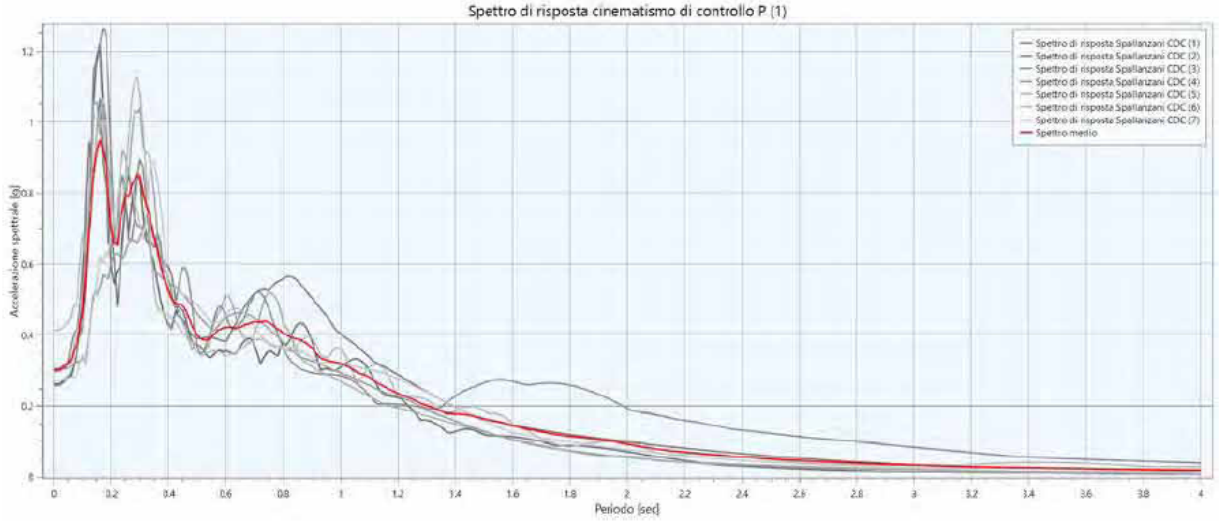
Risultati in termini di parametri di deformabilità:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	Coeff. di Poisson (v)	Modulo Elastico E' (kPa)	Modulo Edometrico E_d (kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	0.45		4500
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	0.45		4000
3.60/4.30 - 6.30	Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)	17	19	0.45		3500
6.30 - 15.00	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)	20	21	0.35	30000	
15.00 - 16.10	Livello di Torba (E)	13	15	0.48		2000
16.20 - 20.00	Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)	17	19	0.42		7000

Per il sito di indagine è stato effettuato lo studio dell'analisi di risposta simica locale (RSL) finalizzata alla valutazione dell'azione sismica in superficie.

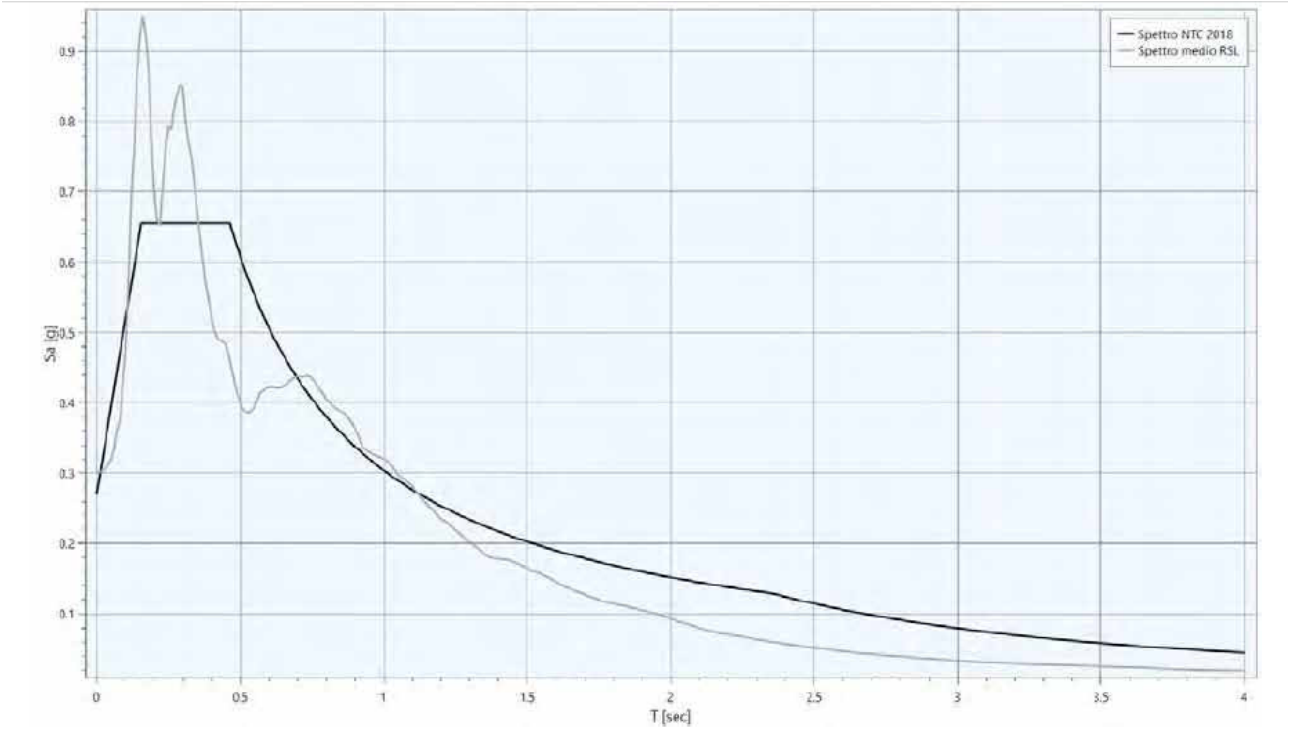
Copia informatica per consultazione

Spettri di risposta in superficie in campo di free-field - DB Itaca 2.3



Spettri di accelerazione desunti dall'analisi di Risposta sismica locale. In rosso, come richiesto da normativa è rappresentato lo spettro medio dei 7 accelerogrammi naturali di input

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

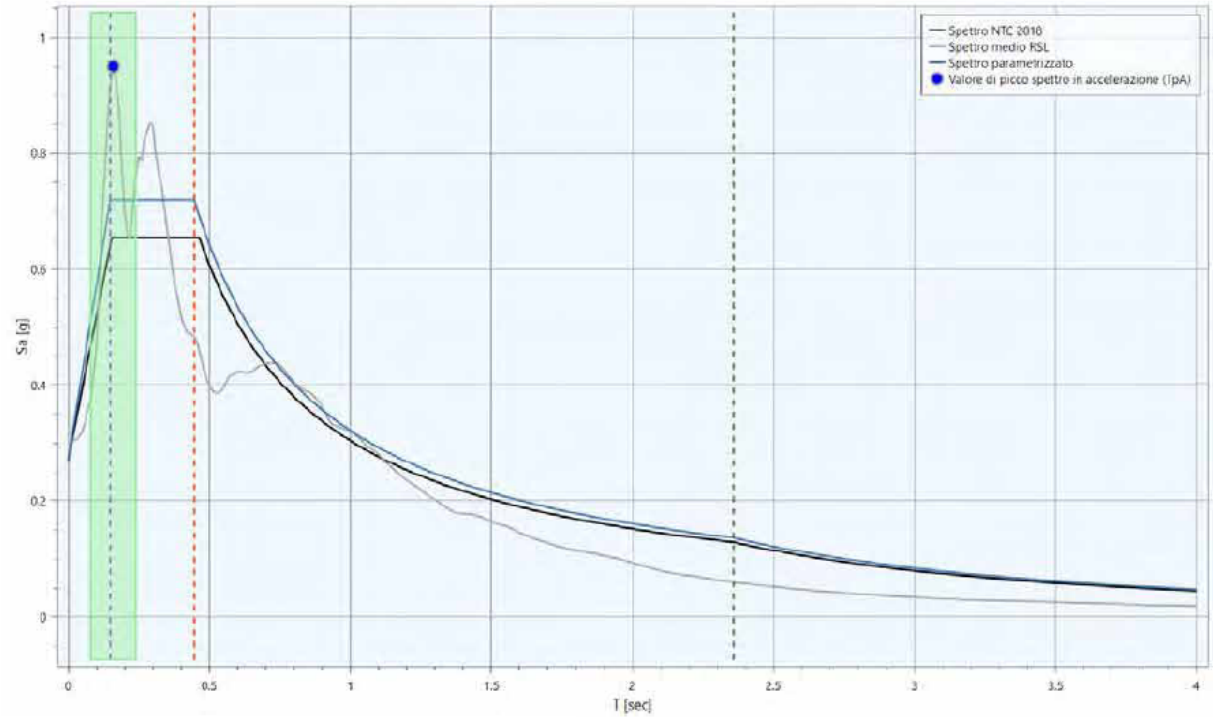


Confronto tra lo spettri medio desunto dall'analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL, lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18 e lo spettro normalizzat0 con

Copia informatica per consultazione

l'approccio rigoroso secondo l'Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 del Commissario del Governo per la Ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016.

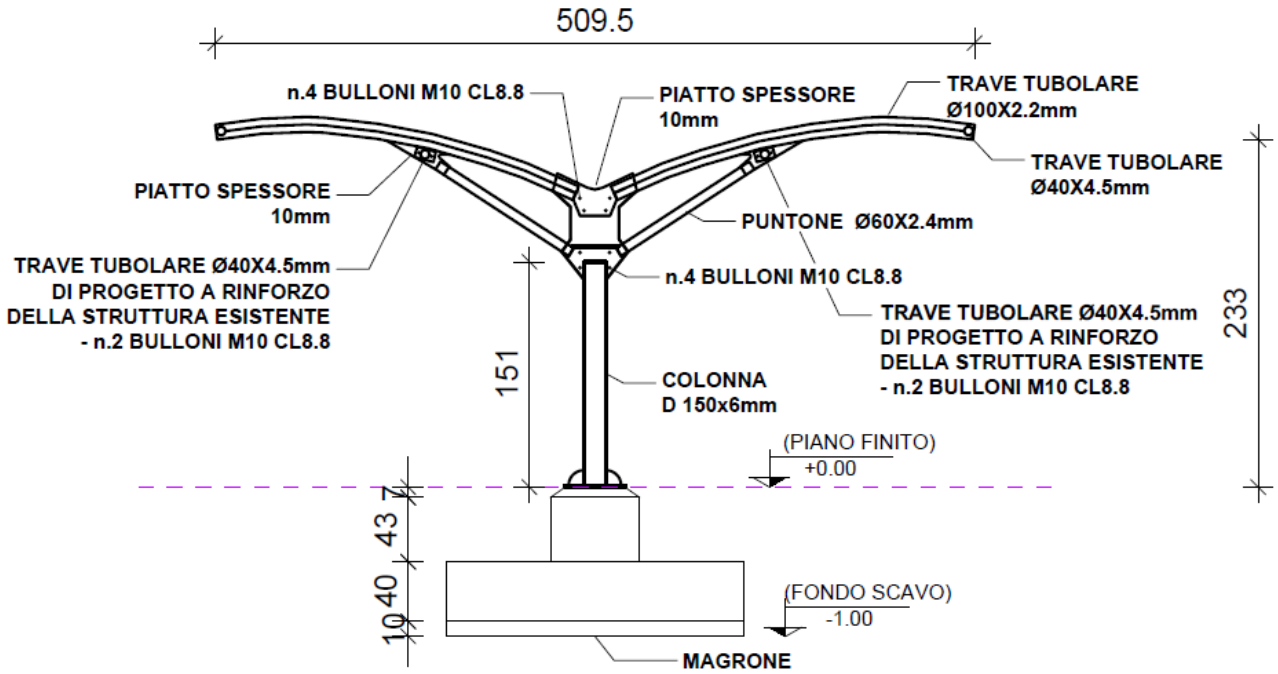


2.2 Punto B – struttura e interventi

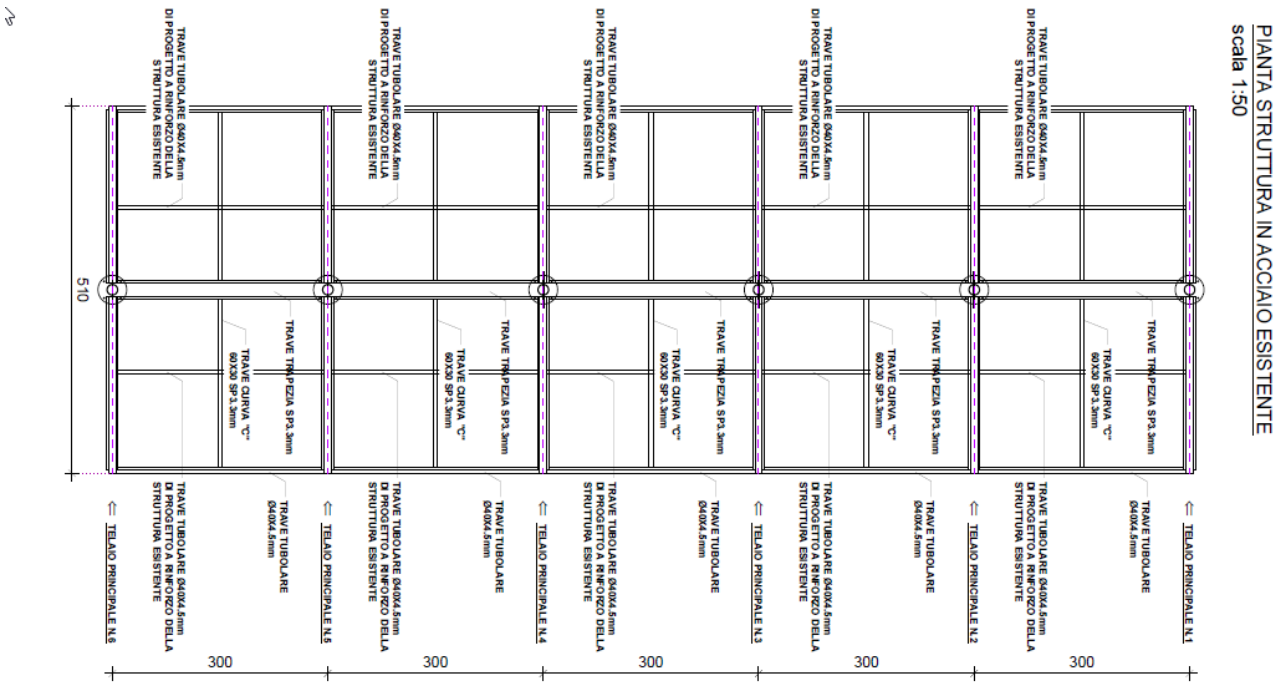
"descrizione generale della struttura, sia in elevazione che in fondazione, e della tipologia di intervento, con indicazione delle destinazioni d'uso previste per la costruzione, dettagliate per ogni livello entro e fuori terra, e dei vincoli imposti dal progetto architettonico;"

La struttura della pensilina è in acciaio, costituita da n.6 telai da collegare mediante strutture secondarie imbullonate a creare n.5 campate. Ogni telaio è costituito da una colonna tubolare di diametro 150mm, incastrata alla base mediante piastra flangiata, e da una porzione superiore imbullonata alla colonna formata da due travi a mensola contrapposte (profili tubolari D100mm) sostenute, a metà luce, da due puntoni (tubolari D60mm).

Copia informatica per consultazione



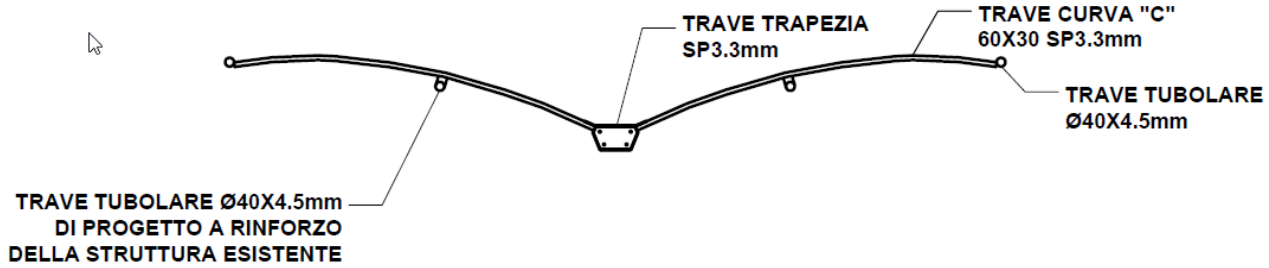
I telai sono posti a interasse 3m, per uno sviluppo complessivo della pensilina di 15m.



Il collegamento tra i telai avviene in posizione centrale, a livello delle colonne, per tramite di travi a sezione trapezia con funzione anche di grondaia di raccolta acque, ed in sommità delle travi, mediante profili tubolari D40mm. La copertura esistente, danneggiata dal tempo e dalle intemperie, viene sostituita da nuova copertura in lastre di policarbonato compatto di spessore 5mm, sostenuto dagli elementi secondari sopra descritti e da un profilo corvo con sezione "C" di dimensioni 60x30mm posto a metà luce. Il progetto prevede, poi, il rinforzo strutturale della copertura

Copia informatica per consultazione

mediante l'inserimento di un profilo rompitratta parallelo alle travi secondarie, fissato ai telai in corrispondenza dei puntoni.



2.3 Punto C - normative

"normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati, tra cui le eventuali prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica;"

Norme di riferimento cogenti

- D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche sulle Costruzioni"
- Circolare n. 7/CSLLPP del 21 gennaio 2019 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- DGR n.936 del 23 giugno 2008 "Programma delle verifiche tecniche e piano degli interventi di adeguamento e miglioramento sismico previsto all'art.1, comma 4, lettera c) dell'O.P.C.M. 3362/2004 e s.m.i. (annualità 2005)"
- Delibera della Giunta Regionale (Progr. n. 1677/2005) Allegato "Classificazione sismica dei Comuni dell'Emilia Romagna"
- D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni"
- OPCM 3274/2003 e s.m.i. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- L. 05.11.1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- L. 02.02.1974 n° 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- Circolare Min. LL.PP. del 14.02.1974 n° 11951/STC "Istruzioni per l'applicazione della Legge 5 novembre 1971, n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

Altre norme e documenti tecnici integrativi

Copia informatica per consultazione

Per quanto non espressamente contemplato nelle norme di riferimento cogenti elencate al punto precedente, si è fatto riferimento ad istruzioni di comprovata validità ed esperienza, di cui:

- agli Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali o, in mancanza di esse, nella forma internazionale EN;
- alle Norme UNI EN armonizzate, i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- alle Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI;
- alle Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- alle Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- alle Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, come licenziate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e ss. mm. ii.;
- alle Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Istruzioni CNR).

2.4 Punto D – azione sismica

"definizione dei parametri di progetto che concorrono alla definizione dell'azione sismica di base del sito (vita nominale - VN, classe d'uso, periodo di riferimento - VR, categoria del sottosuolo, categoria topografica, amplificazione topografica, zona sismica del sito, coordinate geografiche del sito), delle azioni considerate sulla costruzione e degli eventuali scenari di azioni eccezionali;"

Nuova costruzione

Per la definizione dei valori di accelerazione al suolo corrispondenti agli stati limite e di salvaguardia della vita si fa riferimento al DM 17/01/2018.

Si ricorda che l'edificio è localizzato, secondo la zonazione sismica introdotta dal OPCM 3274/2003 e s.m.i., in zona 3.

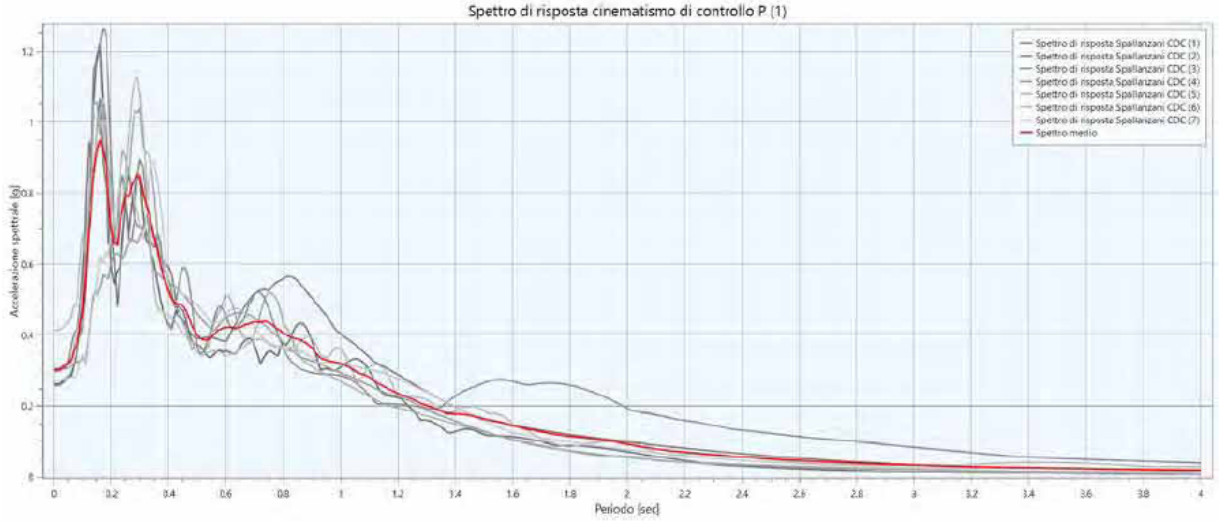
Si riportano di seguito le principali caratteristiche dell'edificio.

TIPO DI OPERA	(tabella 2.4.I, DM 17/01/2018)	2 - opere ordinarie
VITA NOMINALE	(tabella 2.4.I, DM 17/01/2018)	V_N = 50 anni
CLASSE D'USO	(tabella 2.4.II, DM 17/01/2018)	II - C_U = 1.0
PERIODO DI RIFERIMENTO	(V_N=V_R*C_U, par. 2.4.3 DM 17/01/2018)	V_R= 50 anni
LATITUDINE SITO	(comune di Castelfranco Emilia - MO)	44.59068
LONGITUDINE SITO	(comune di Castelfranco Emilia - MO)	11.05411
TIPOLOGIE COSTRUTTIVE	(par. 7.5 DM 17/01/2018)	costruzione in acciaio
TIPOLOGIA STRUTTURALE	(par. 7.5 DM 17/01/2018)	struttura a pendolo inverso
CLASSE DI DUTTILITA'	(par. 7.2 DM 17/01/2018)	Struttura non dissipativa

Gli spettri sono stati calcolati mediante Risposta Sismica Locale nella Relazione Geologica allegata alla presente.

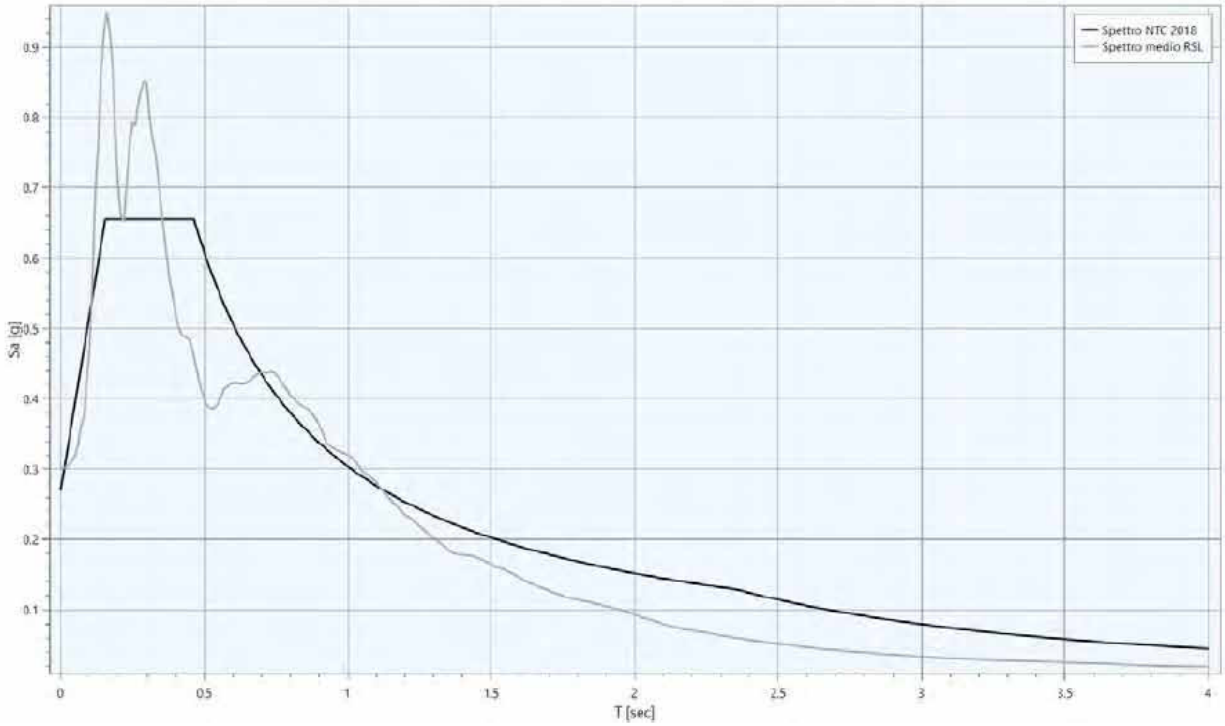
Copia informatica per consultazione

Spettri di risposta in superficie in campo di free-field - DB Itaca 2.3



Spettri di accelerazione desunti dall'analisi di Risposta sismica locale. In rosso, come richiesto da normativa è rappresentato lo spettro medio dei 7 accelerogrammi naturali di input

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

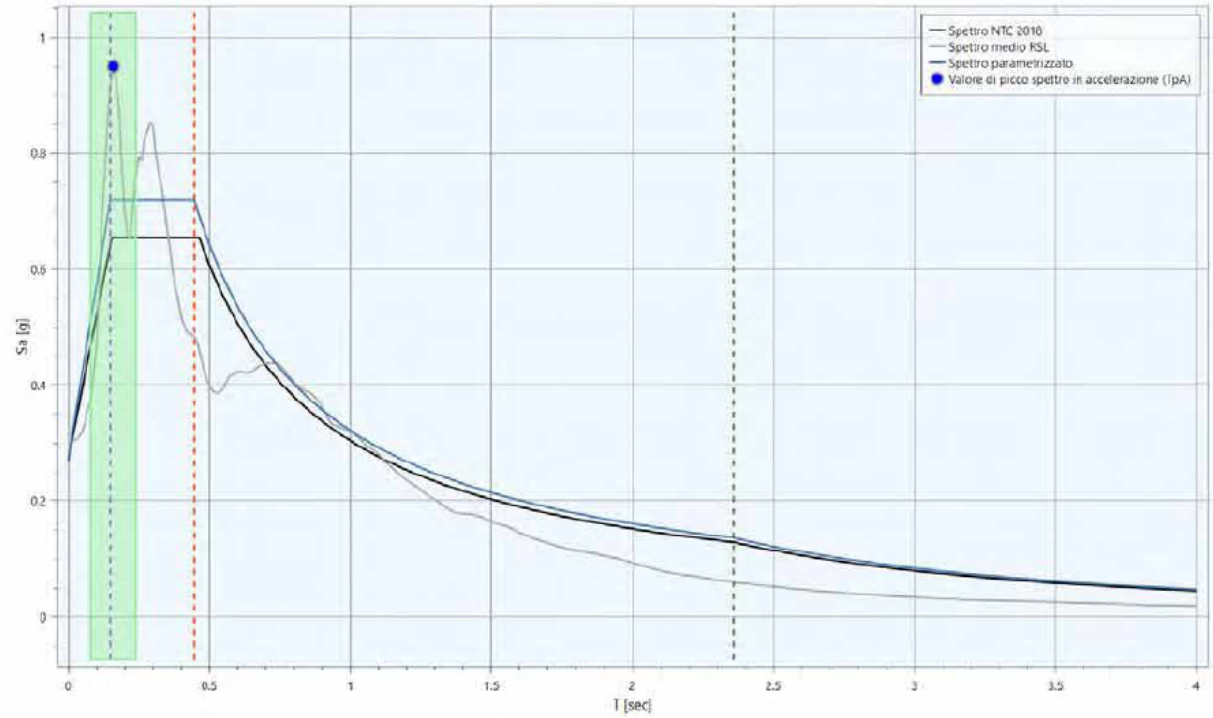


Confronto tra lo spettri medio desunto dall'analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL, lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18 e lo spettro normalizzato con

Copia informatica per consultazione

l'approccio rigoroso secondo l'Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 del Commissario del Governo per la Ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016.



Nel modello di calcolo è stato inserito lo spettro per punti secondo i dati forniti in allegato alla Relazione Geologica.

2.5 Punto E – materiali di progetto

"descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale, dei requisiti di resistenza meccanica e di durabilità considerati;"

Calcestruzzo in opera

Per nuovi elementi strutturali di fondazione e pareti contro terra in opera si impiega calcestruzzo avente le caratteristiche di seguito descritte (con riferimento al D.M. 17.01.2018 ed alle norme UNI EN 206 e UNI EN 1992-1-1/Eurocodice2):

	FONDAZIONI E PARETI
Classe di resistenza	C25/30
Classe di esposizione	XC2
Classe lavorabilità	S4

Acciaio in barre per c.a.

Per nuovi elementi strutturali in cemento armato si impiega acciaio avente le caratteristiche di seguito descritte (con riferimento al D.M. 17.01.2018 ed alle norme UNI EN 206 e UNI EN 1992-1-1/Eurocodice2):

Copia informatica per consultazione

Tipo acciaio	B 450 C
Tensione di snervamento caratteristica fyk	≥ 450 MPa
Tensione di rottura caratteristica ftk	≥ 540 MPa
Allungamento Agt,k	≥ 7,45 %

Acciaio in reti per c.a.

Per nuovi elementi strutturali in cemento armato si impiega acciaio avente le caratteristiche di seguito descritte (con riferimento al D.M. 17.01.2018 ed alle norme UNI EN 206 e UNI EN 1992-1-1/Eurocodice2):

Tipo acciaio	B 450 A
Tensione di snervamento caratteristica fyk	≥ 450 MPa
Tensione di rottura caratteristica ftk	≥ 540 MPa
Allungamento Agt,k	≥ 3,00 %

Carpenteria metallica

Per elementi strutturali metallici si impiega acciaio conforme alle prescrizioni contenute nel D.M. 17.01.2018 e nelle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1.

	fyk [MPa]	ftk [MPa]	E [MPa]	W [KN/m^3]
S275JR	275	430	210000	78,50

Classe di Esecuzione EXC3

Bulloni per collegamenti in carpenteria metallica

Le unioni bullonate saranno realizzate con bulloni rispondenti alle indicazioni contenute nel D.M. 17.01.2018 e nelle norme europee UNI EN ISO 4016:2002, UNI 5592:1968 e UNI EN ISO 898-1:2001.

Copia informatica per consultazione

Classe	8.8
Tensione di snervamento caratteristica f_{yb}	649 MPa
Tensione di rottura f_{tb}	800 MPa

Per tutti gli elementi metallici che fanno parte di particolari di collegamento (metallici e non metallici, quali spinotti, chiodi, viti, piastre, ecc...) le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza.

2.6 Punto F – criteri progettazione

"illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione: classe di duttilità - CD, regolarità in pianta ed in alzato, tipologia strutturale, fattore di struttura - q e relativa giustificazione, stati limite indagati, giunti di separazione fra strutture contigue, criteri per la valutazione degli elementi non strutturali e degli impianti, requisiti delle fondazioni e collegamenti tra fondazioni, vincolamenti interni e/o esterni, schemi statici adottati;"

Gli interventi previsti in progetto sono classificabili come **nuova costruzione** eseguita con strutture in acciaio esistenti (e da rinforzare) e fondazioni nuove.

Nel dettaglio si procederà all'esecuzione dei seguenti interventi:

- Rinforzo statico delle strutture secondarie della pensilina (previa Valutazione della Sicurezza), finalizzato al soddisfacimento delle verifiche SLU (come da normativa) in combinazioni statiche;
- Realizzazione di nuove fondazioni in c.a.
- Sostituzione dei pannelli di copertura con pannelli curvi in policarbonato compatto.

2.7 Punto G – combinazioni di carico

"indicazione delle principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati: coefficienti parziali per le azioni, coefficienti di combinazione;"

Di seguito si riporta **l'analisi carichi** definita sulla base dei rilievi eseguiti e delle indicazioni fornite dalla proprietà per le situazioni ove non è possibile procedere a saggi diretti.

Carichi su copertura

- Copertura in policarbonato 0.10 kN/mq

Carichi variabili (neve) 1.20 kN/mq

Copia informatica per consultazione

Le combinazioni di carico vengono create come da normativa vigente per gli Stati Limite Ultimi sia in condizioni statiche che sismiche.

La normativa al paragrafo 2.5.3 definisce le combinazioni delle azioni con le quali devono essere effettuate le verifiche agli Stati Limite; si riportano di seguito le combinazioni delle azioni utilizzate:

Combinazione fondamentale agli Stati Limite Ultimi

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_1 + ...$$

per il caso oggetto della trattazione

$\gamma_{G1} = 1.3$

$\gamma_{G2} = 1.3$

$\gamma_{Q1} = 1.5$

Combinazione sismica agli Stati Limite Ultimi

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_1 + ...$$

per il caso oggetto della trattazione

$\psi_{21} = 0.3$ per carichi di ambienti ad uso residenziale e uffici;

$\psi_{21} = 0.6$ per carichi di ambienti suscettibili ad affollamento;

$\psi_{21} = 0.8$ per carichi di ambienti adibiti a deposito;

$\psi_{21} = 0.0$ per carichi di copertura.

2.8 Punto H – metodo di analisi

"indicazione motivata del metodo di analisi seguito per l'esecuzione della stessa: analisi lineare o non lineare (precisazione del fattore $\Theta = P \cdot d/V \cdot h$), analisi statica o dinamica (periodo $T_1 < 2.5T_C$ o T_D, regolarità in altezza). Nel dettaglio deve essere esplicitato se trattasi di:
- analisi lineare statica,
- analisi lineare dinamica (numero di modi considerati e relative masse partecipanti),
- analisi non lineare statica (distribuzioni di carico adottate e rapporti di sovraresistenza αu/α1),
- analisi non lineare dinamica (accelerogrammi adottati),
- altro,"

E' stato implementato un **modello** al fine di individuare il comportamento delle strutture in **condizioni statiche**.

Il **Modello Statico** è stato generato con modellazione delle fondazioni su suolo elastico alla Winkler.

E' stato poi implementato un secondo modello al fine di individuare il comportamento delle strutture in **condizioni sismiche**. Il **Modello Sismico** è stato generato con nodi al piede incastrati.

Nei modelli agli elementi finiti sono state implementati travi e pilastri mediante elementi monodimensionali ai quali sono state assegnate le sezioni rilevate in sede di sopralluogo.

Copia informatica per consultazione

2.9 Punto I – criteri di verifica

"criteri di verifica agli stati limite indagati, in presenza di azione sismica:
- stati limite ultimi, in termini di resistenza, di duttilità e di capacità di deformazione,
- stati limite di esercizio, in termini di resistenza e di contenimento del danno agli elementi non strutturali;"

Per ciascun elemento strutturale, sono state eseguite le verifiche agli stati limite ultimi (considerando di volta in volta la sollecitazione più gravosa tra le combinazioni SLU) in termini di resistenza.

2.10 Punto J – risultati significativi

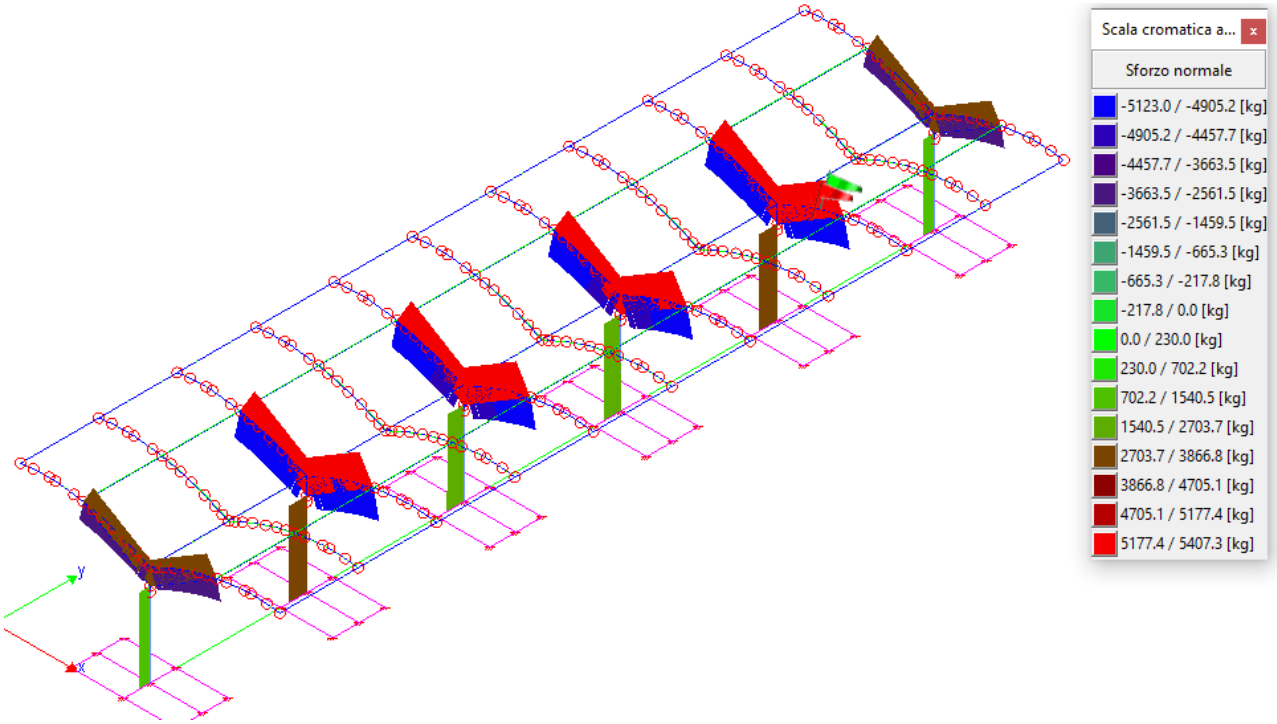
"rappresentazione delle configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative, cosi come emergenti dai risultati dell'analisi, sintesi delle verifiche di sicurezza, e giudizio motivato di accettabilità dei risultati;"

Nei sotto capitoli successivi vengono riportati i principali risultati delle analisi statiche e dinamiche. In particolare si riportano i modi e le deformate modali più significative, i diagrammi delle sollecitazioni più significativi per le combinazioni di carico più importanti, ovvero SLU, SLE e sismiche SLV.

Combinazioni statiche

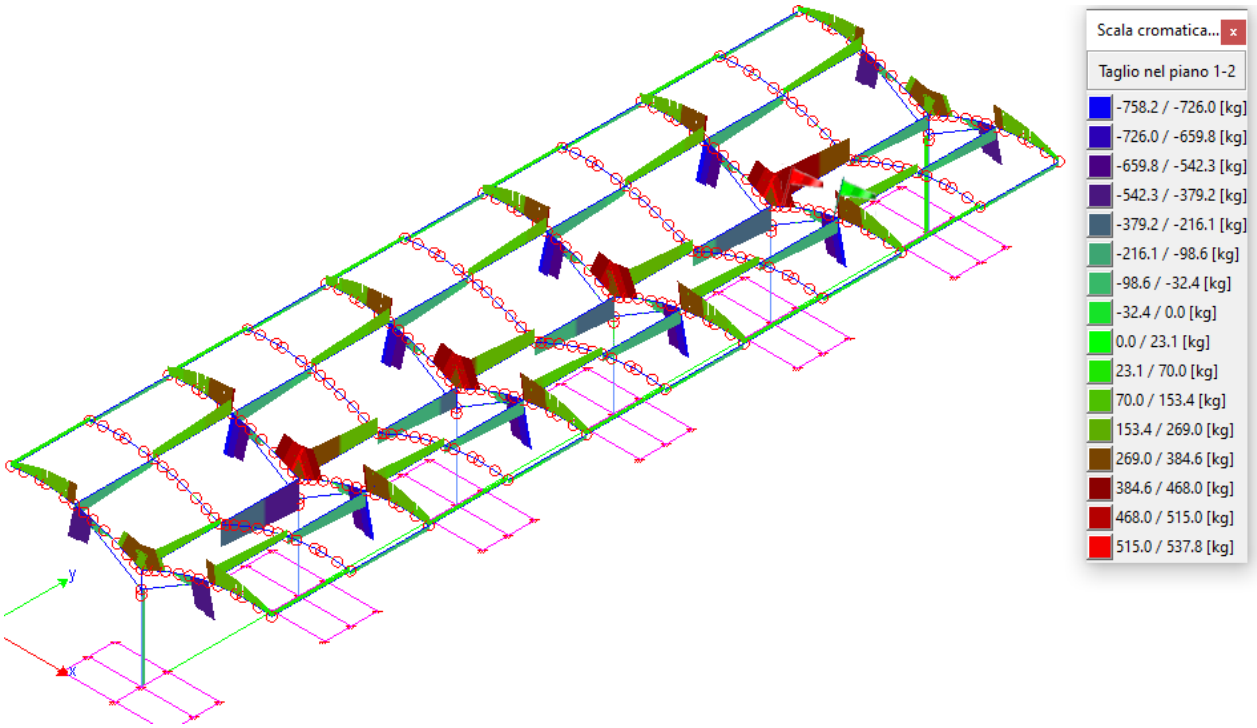
SLU

Si riportano le sollecitazioni di sforzo normale agenti allo SLU.

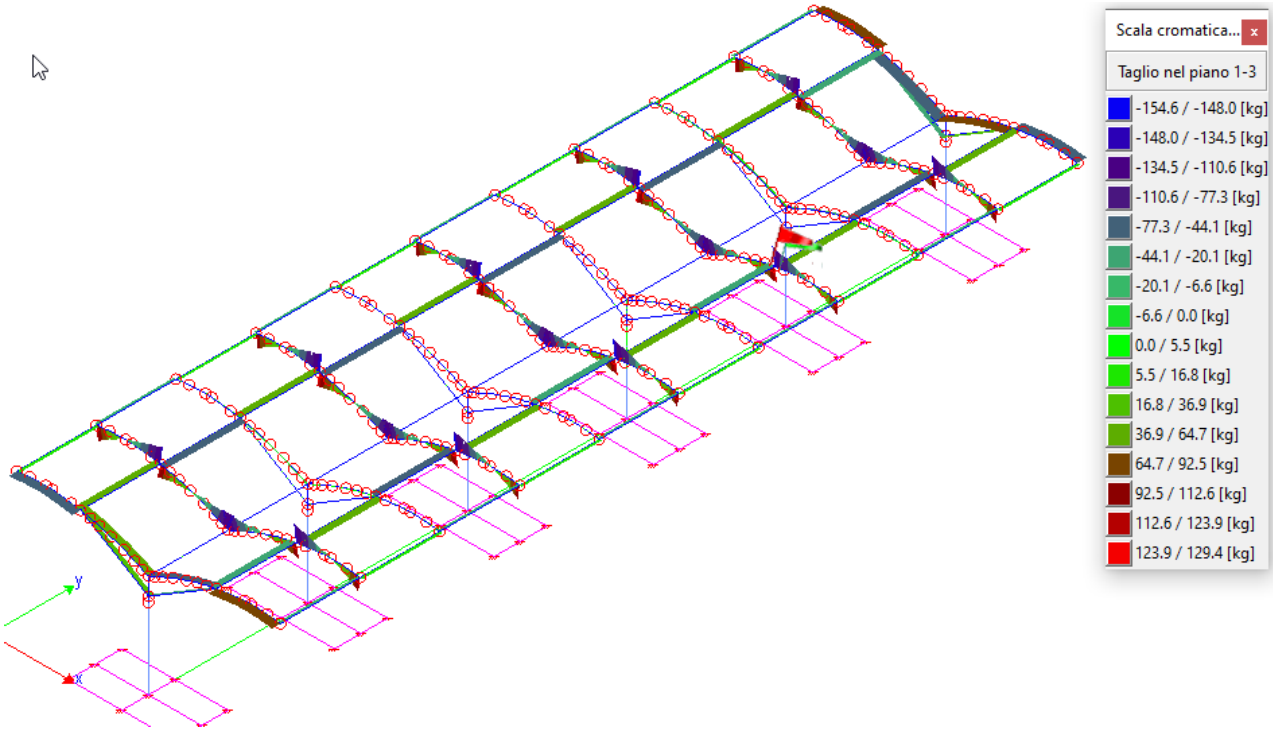


Combinazione 1 – diagramma Sforzo Assiale

Copia informatica per consultazione

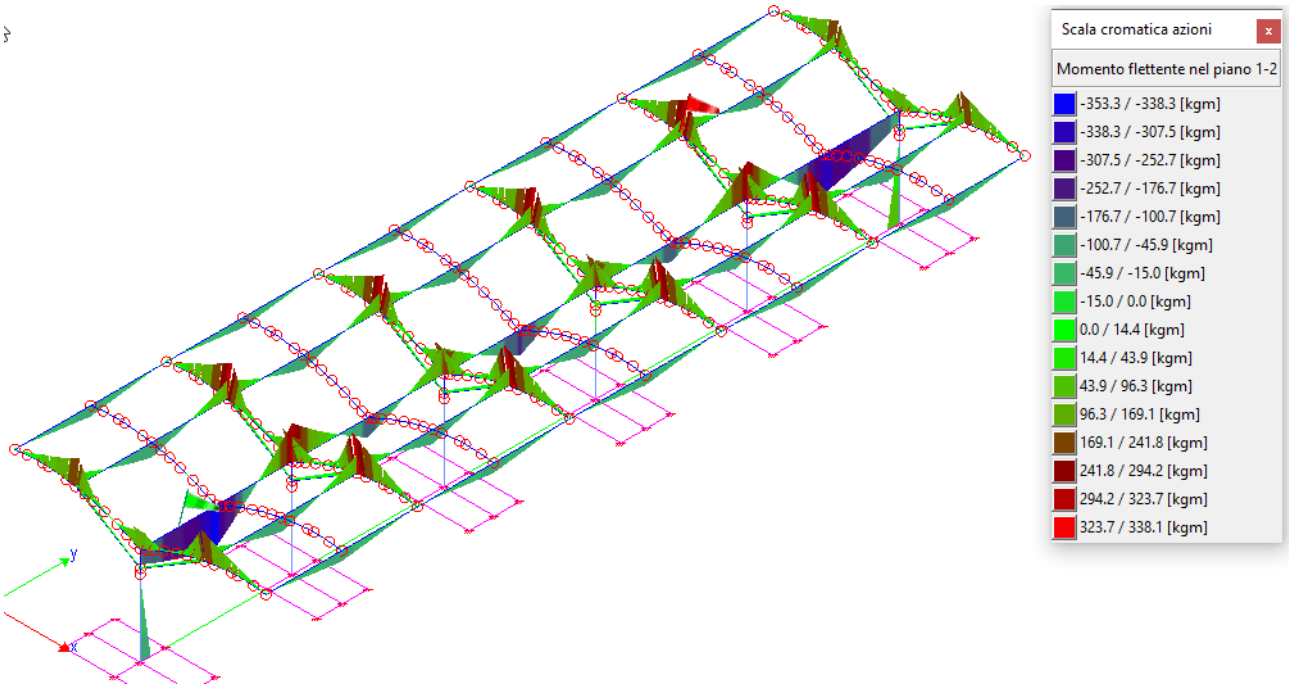


Combinazione 1 – diagramma Taglio T12

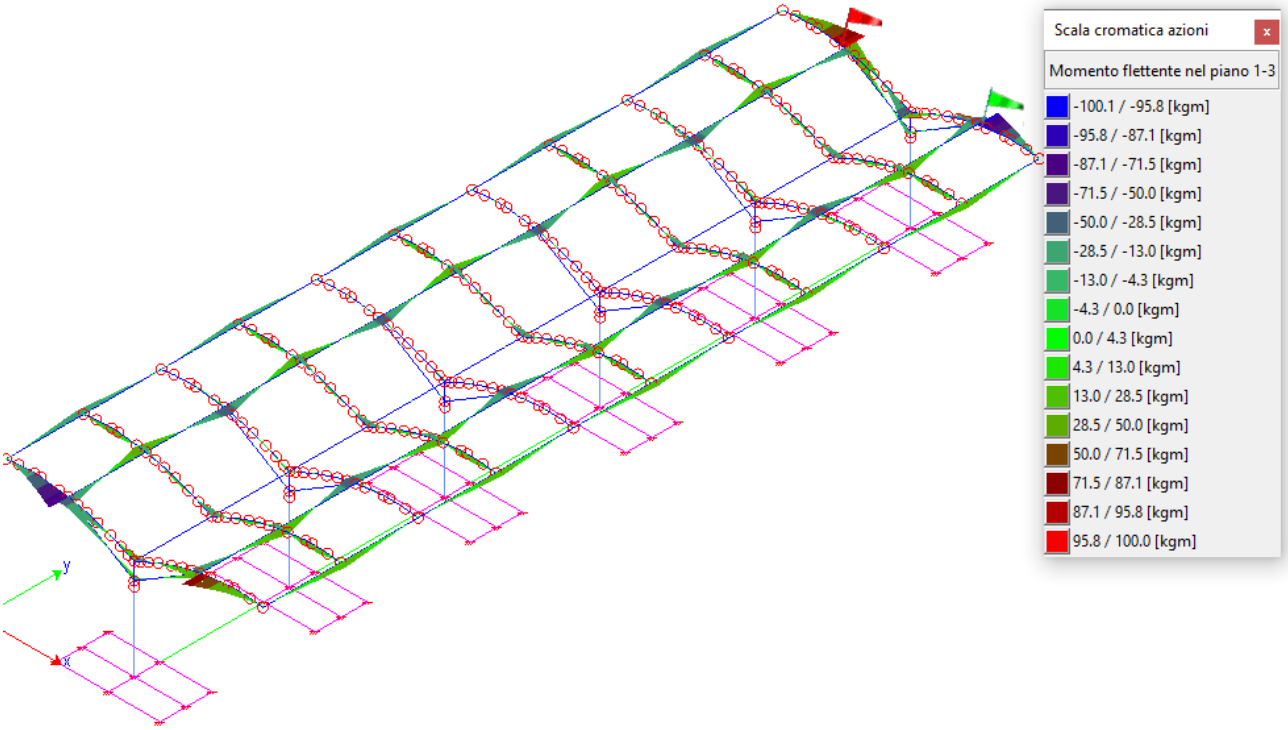


Combinazione 1 – diagramma Taglio T13

Copia informatica per consultazione



Combinazione 1 – diagramma Momento Flettente M12



Combinazione 1 –diagramma Momento Flettente M13

Copia informatica per consultazione

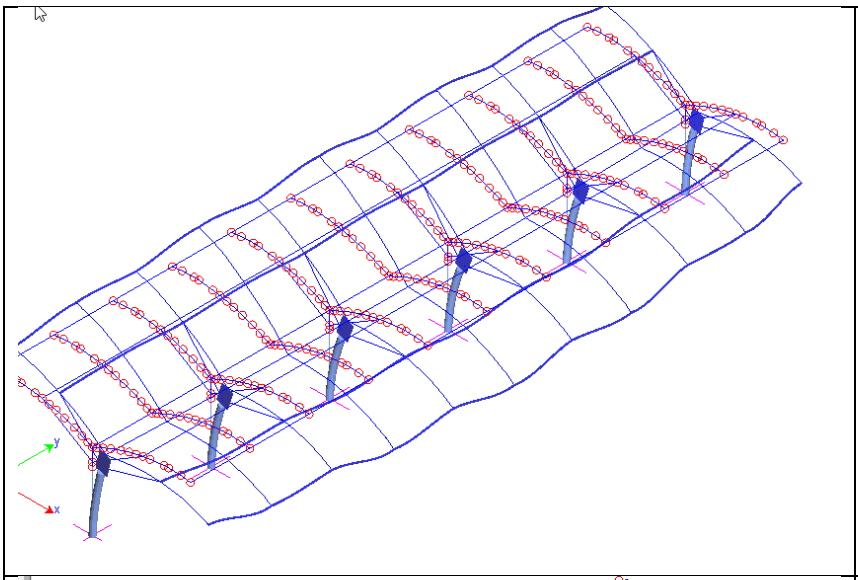
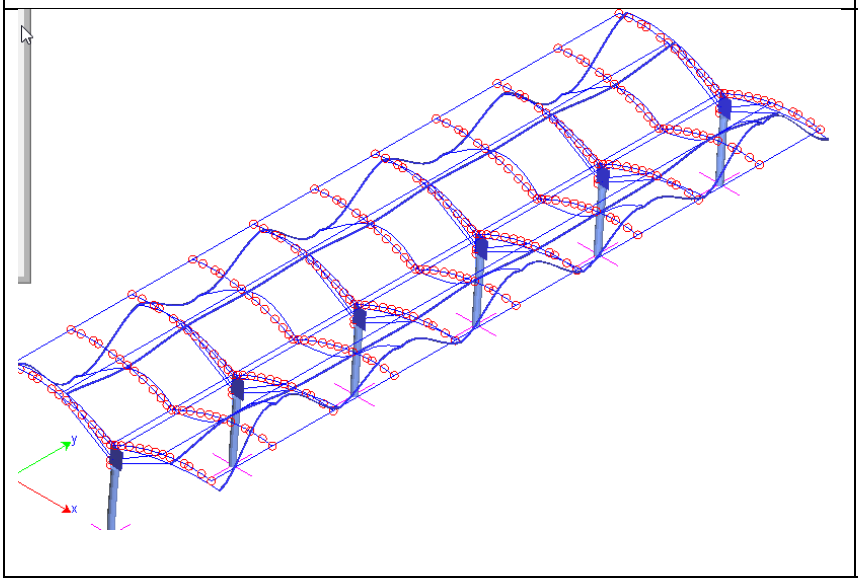
Combinazioni sismiche

Analisi modale

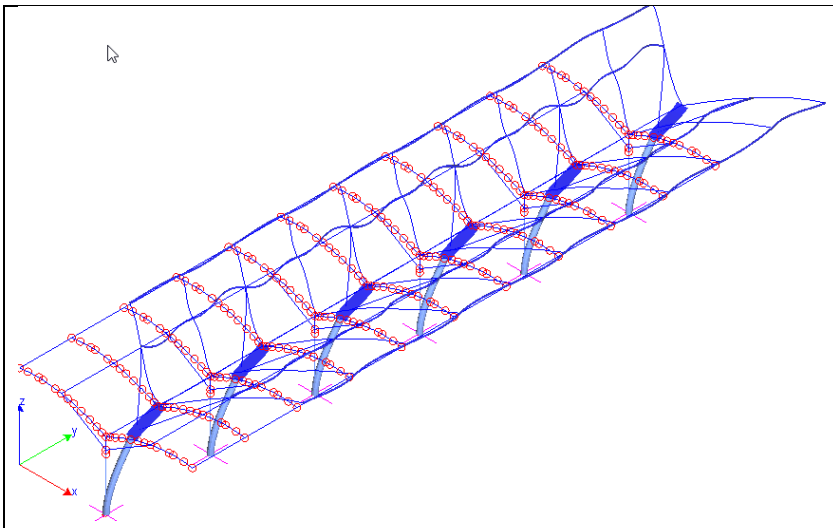
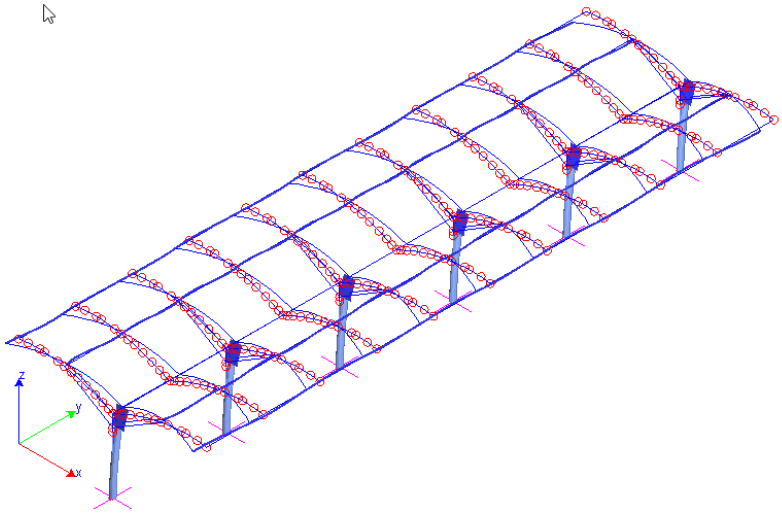
Nel seguito si riportano le deformate dei modi principali di vibrare. Per ciascun modo vengono indicati il periodo e la percentuale di massa sismica eccitata. Modi e periodi sono poi utilizzati dall'analisi dinamica con spettro di risposta per la valutazione dell'azione sismica.

La struttura presenta modi principali ben definiti, per via della semplicità strutturale del fabbricato: sono stati infatti considerati solo 3 modi di vibrare per ottenere l'eccitamento dell'87% di massa sismica in X e 1 modi per ottenere l'eccitamento del 91% di massa in Y.

Si riportano le deformate modali di due modi più significativi in X e Y riscontrati nel modello utilizzato per la sovrastruttura.

	***Modo 1*** *traslazionale di primo ordine in X* • T=0.28 s • $m_x = 46.7\%$
	***Modo 2*** *traslazionale di ordine superiore in X* • T=0.11 s • $m_x = 25.8\%$

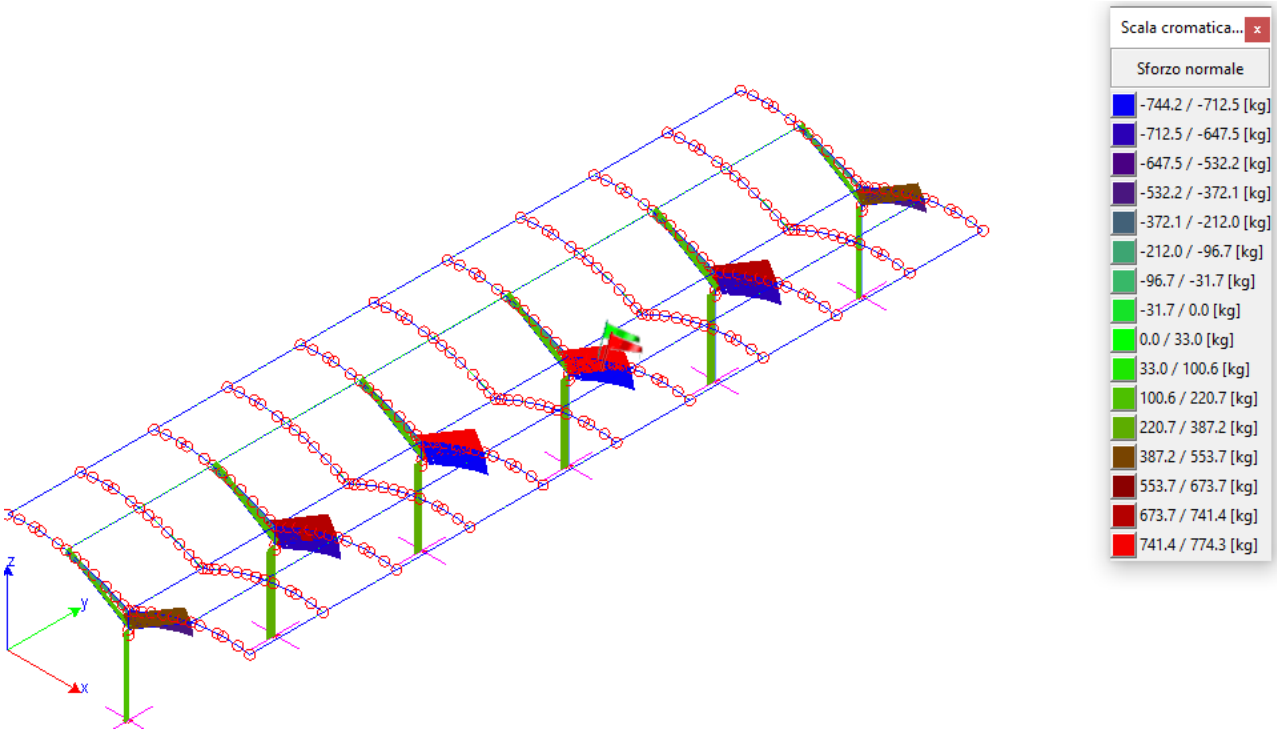
Copia informatica per consultazione

	***Modo 25*** *traslazionale principale in Y* • T=0.20 s • $m_y = 91.0\%$
	***Modo 26*** *verticale* • T=0.07 s • $m_y = 6.5\%$

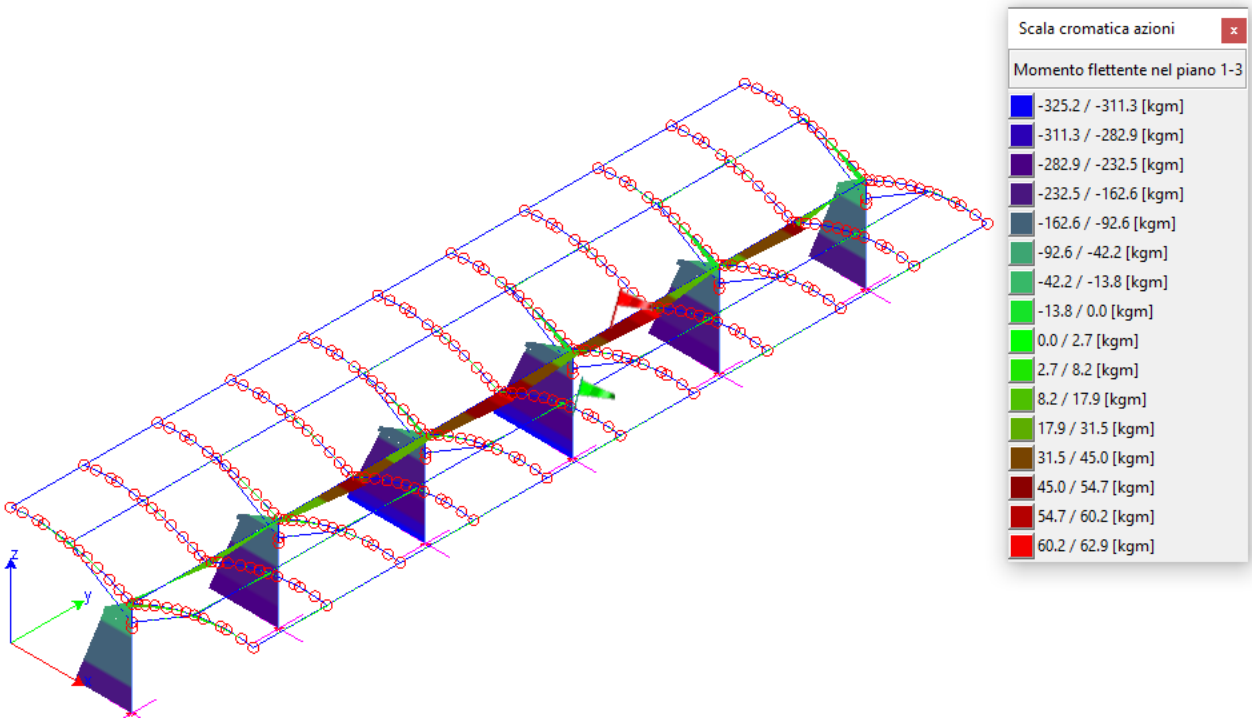
Copia informatica per consultazione

Sisma SLV X+0.3Y (combinazione 9)

Si riportano le sollecitazioni agenti in condizioni sismiche SLV con direzione principale X in termini di sforzo normale, momenti flettenti e tagli nelle due direzioni.

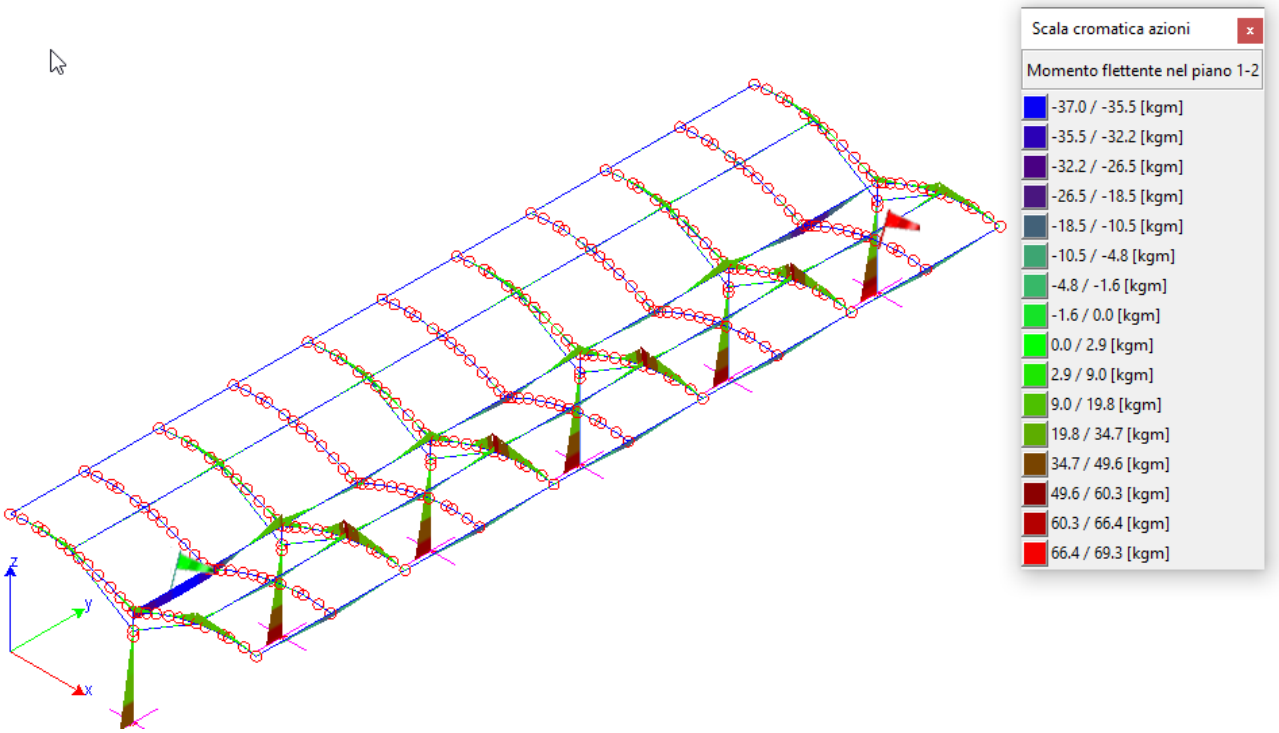


Combinazione 9 - Sisma 0 90 - diagramma Sforzo Assiale

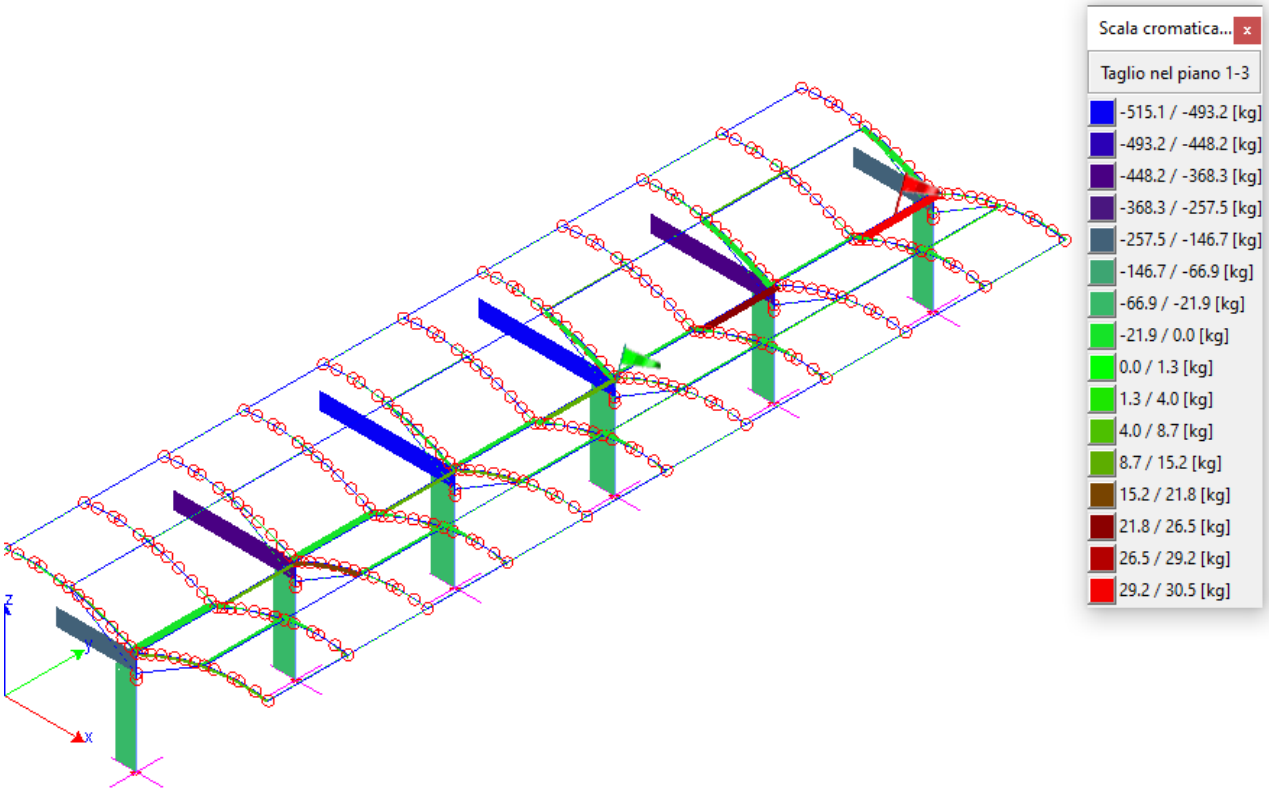


Combinazione 9 – Sisma 0 90 - diagramma Mx

Copia informatica per consultazione

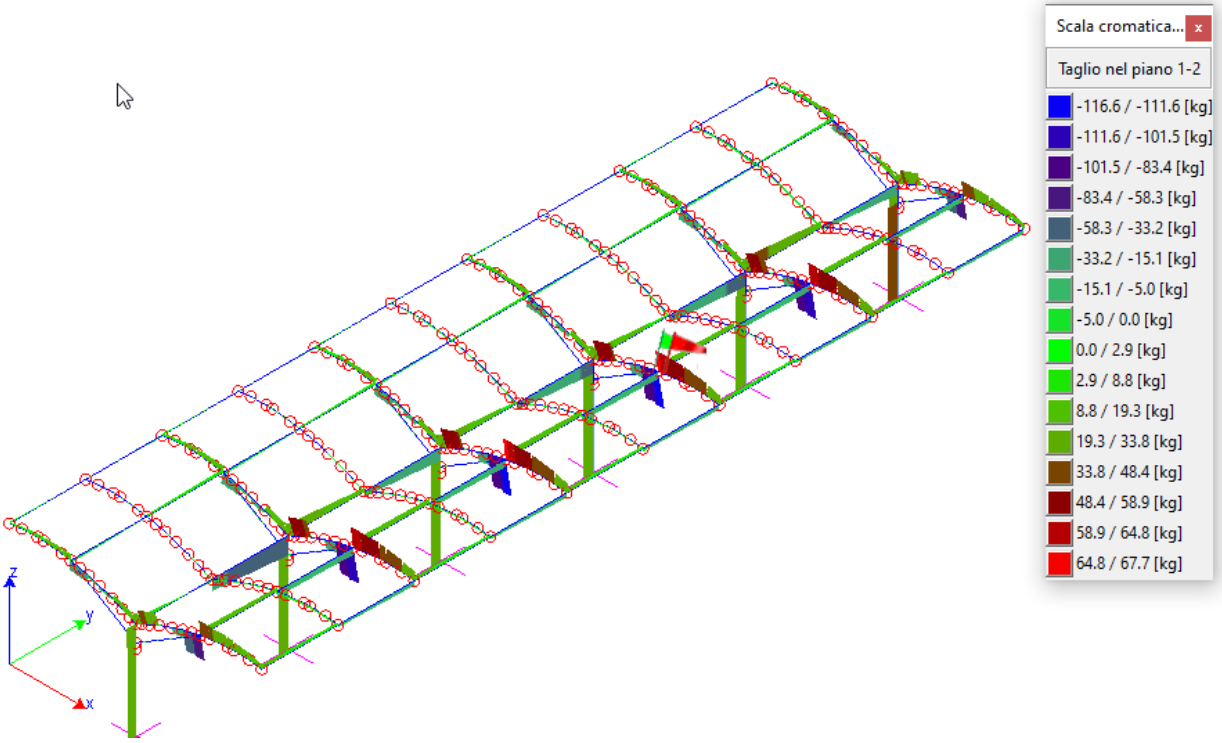


Combinazione 9– Sisma 0 90 - diagramma My

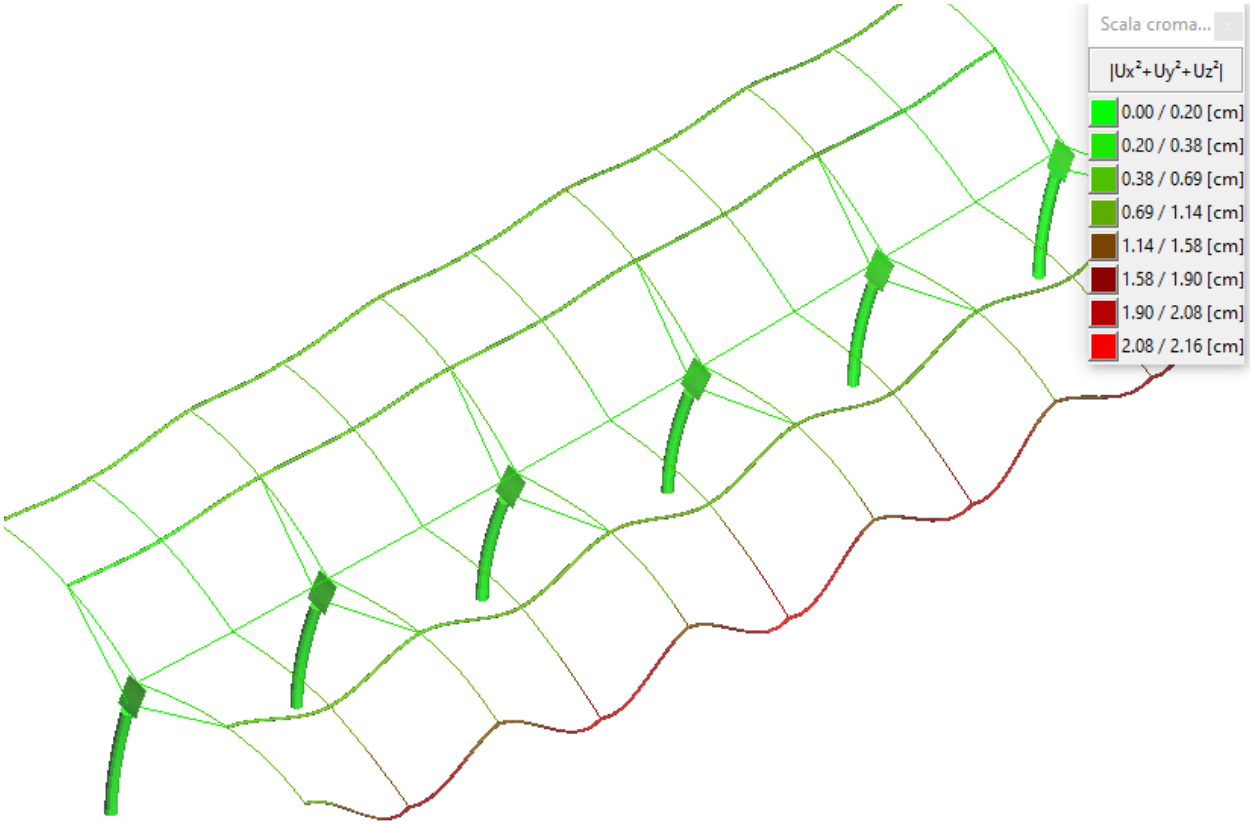


Combinazione 9 – Sisma 0 90 - diagramma Vx

Copia informatica per consultazione



Combinazione 9 – Sisma 0 90 - diagramma Vy

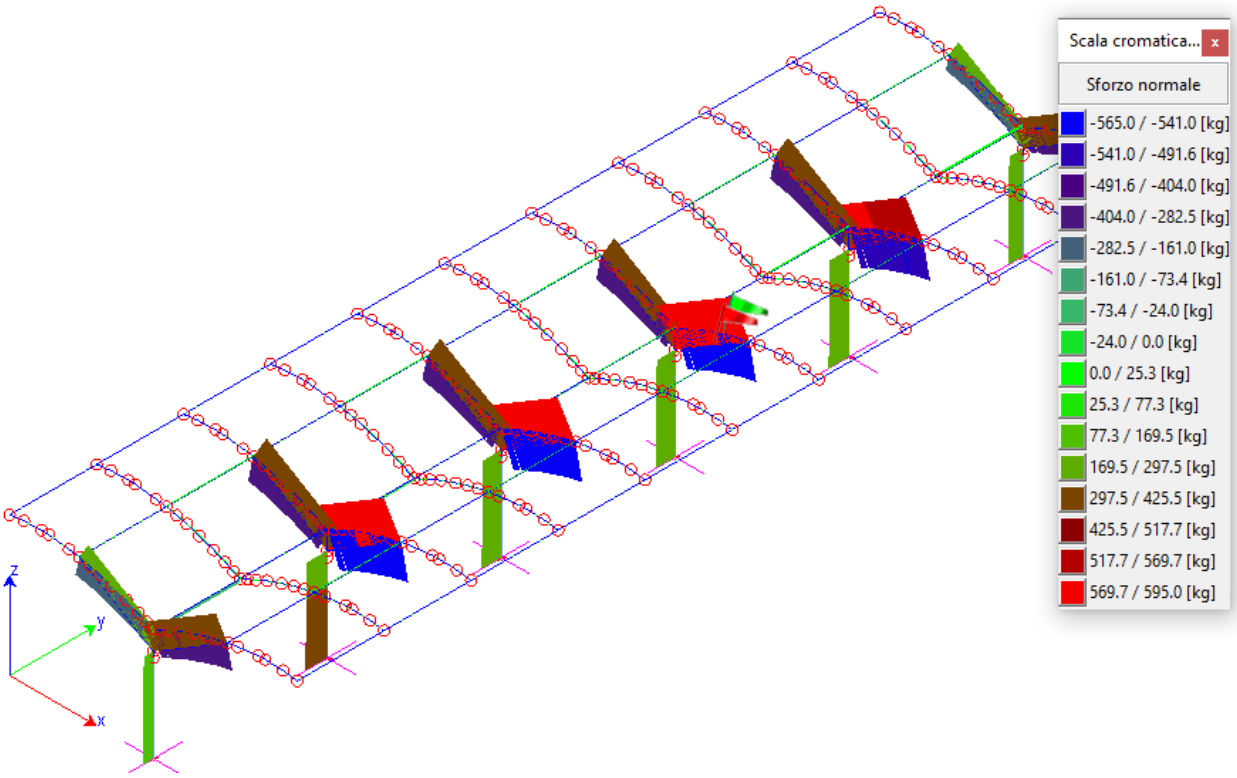


Combinazione 9 – Sisma 0 90 - diagramma deformata

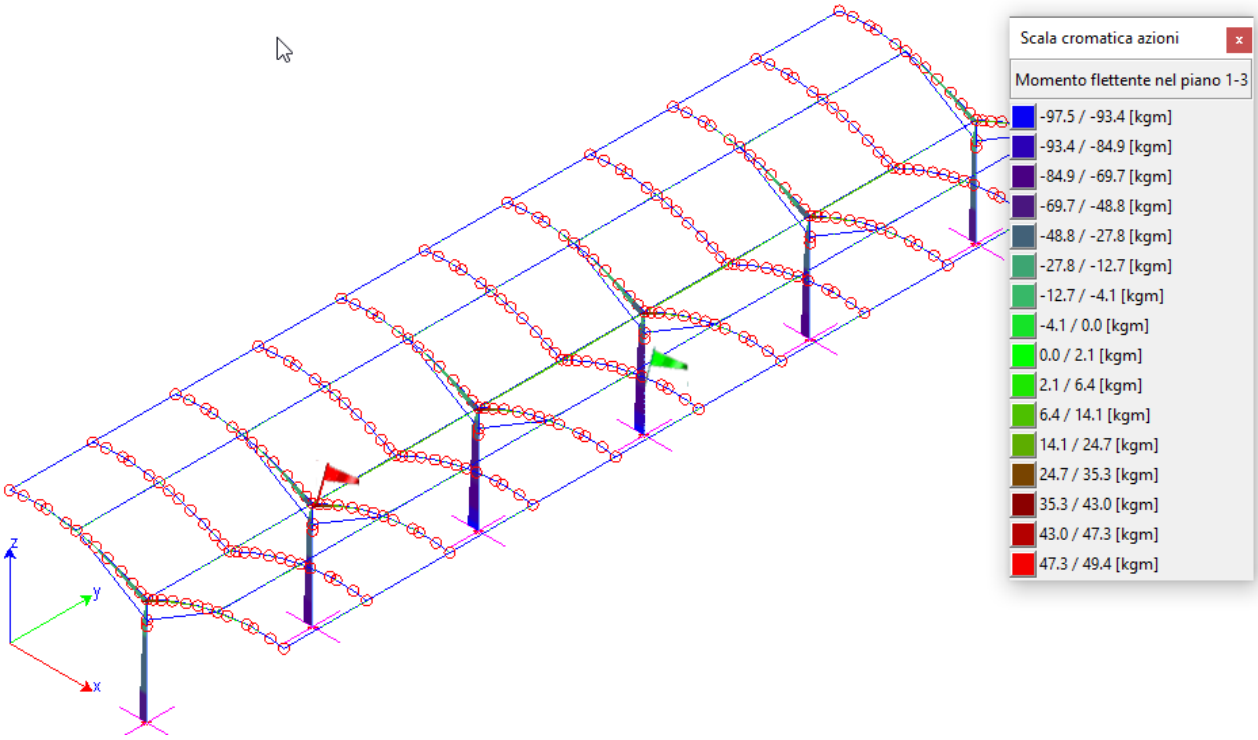
Copia informatica per consultazione

Sisma SLV 0.3X+Y (combinazione 11)

Si riportano le sollecitazioni agenti sui pilastri in condizioni sismiche SLV con direzione principale X in termini di sforzo normale, momenti flettenti e tagli nelle due direzioni.

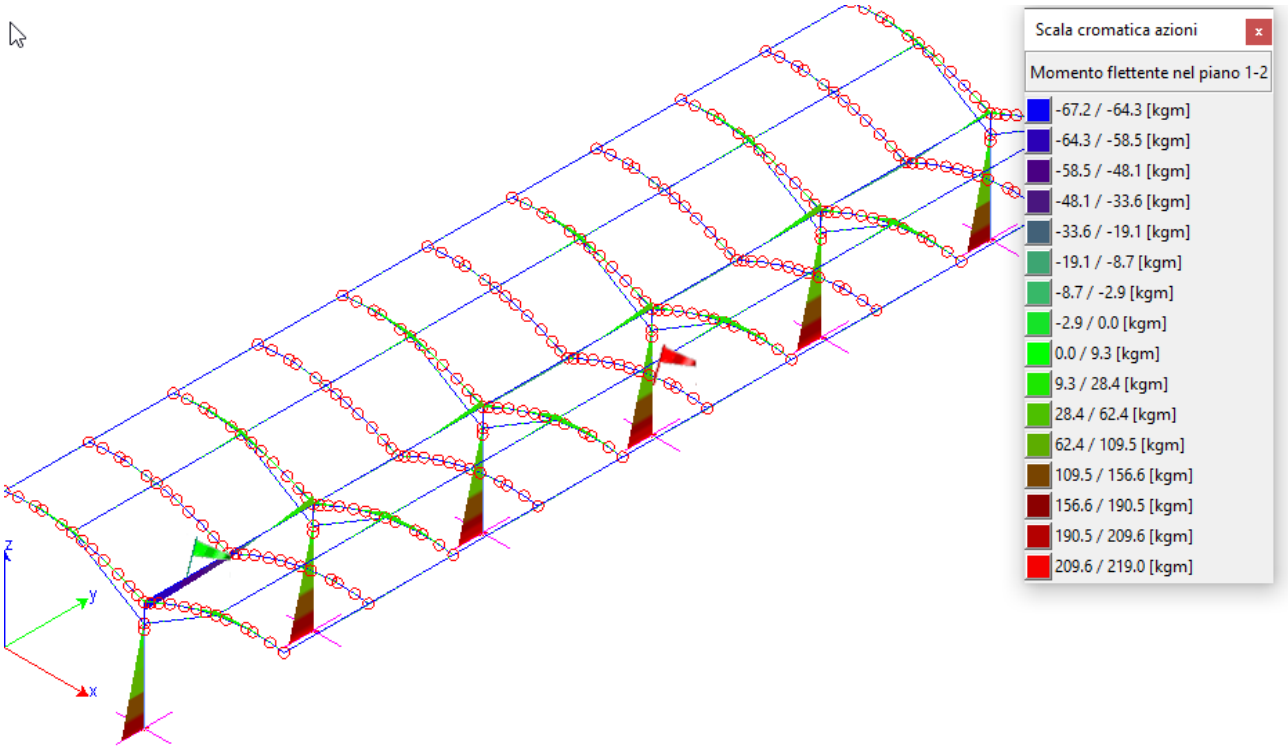


Combinazione 11 - Sisma 90 0 - diagramma Sforzo Assiale

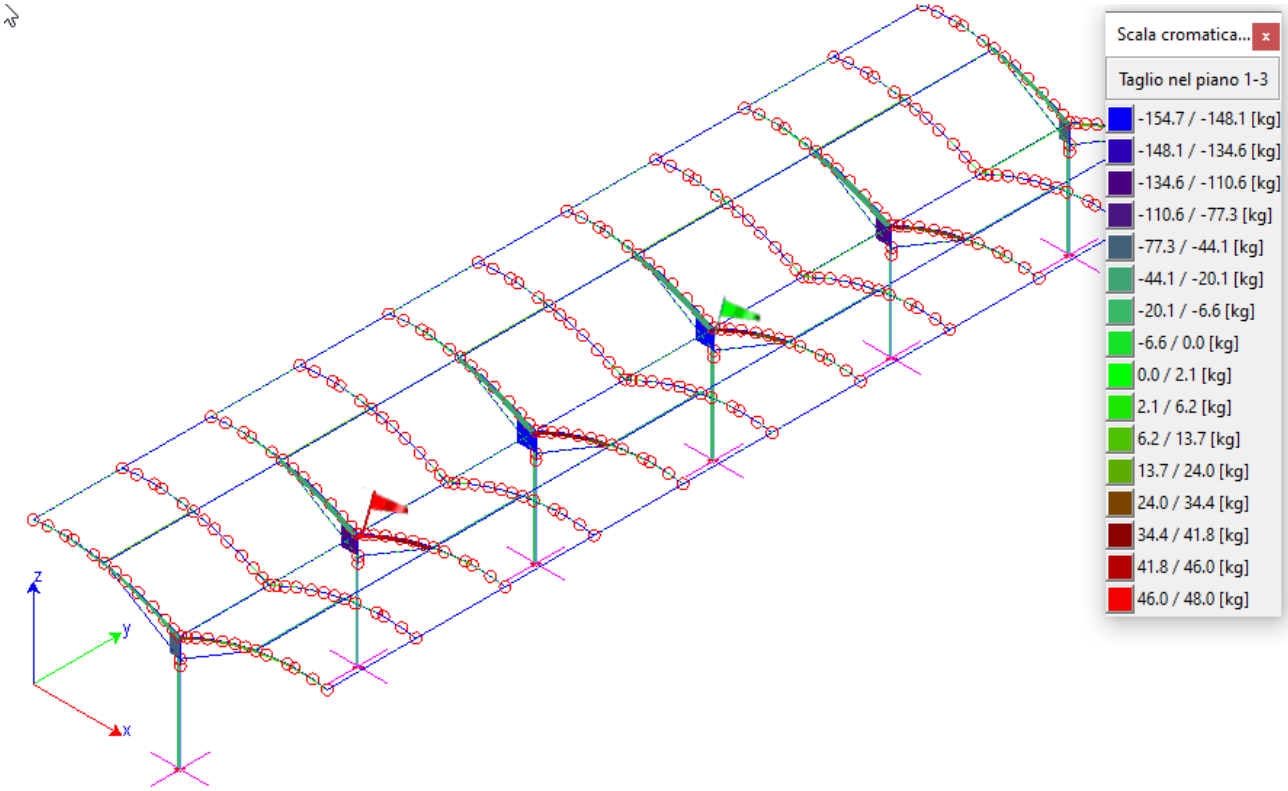


Combinazione 11 – Sisma 90 0 - diagramma Mx

Copia informatica per consultazione

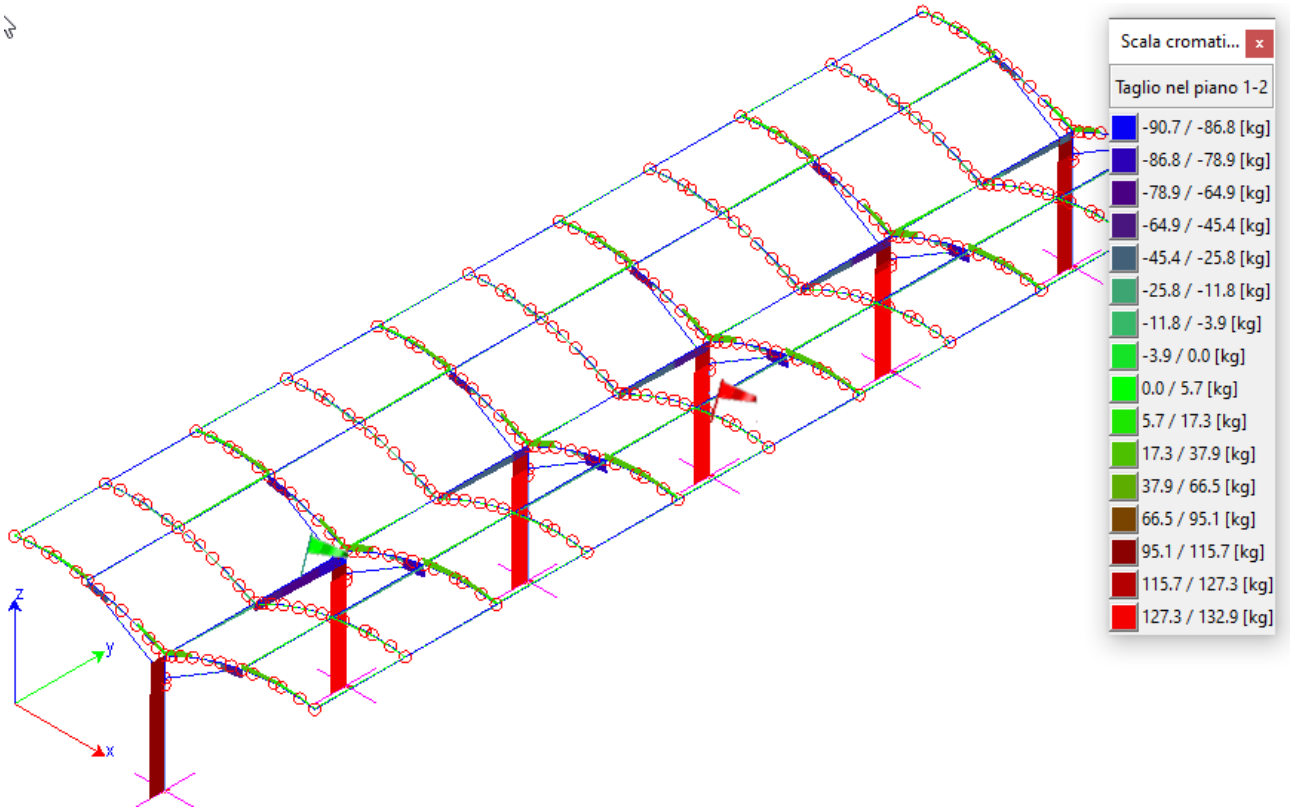


Combinazione11 – Sisma 90 0 - diagramma My

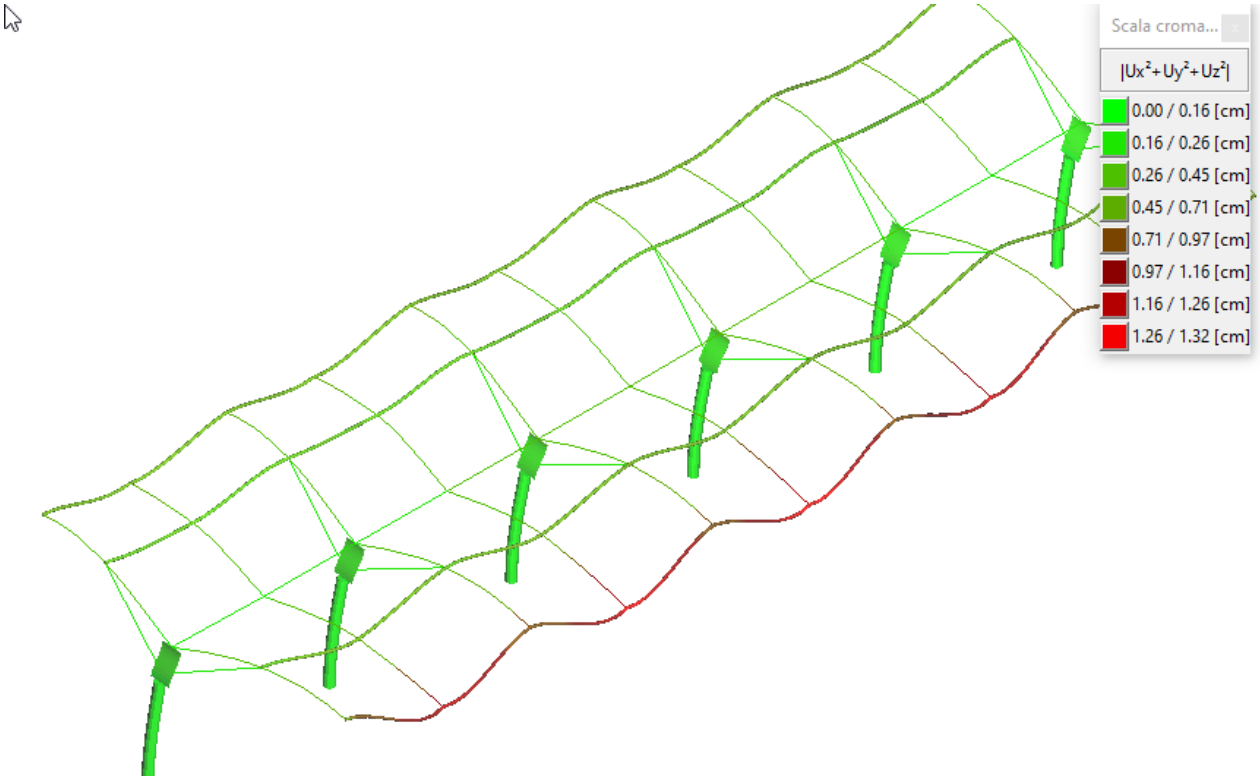


Combinazione 11 – Sisma 90 0 - diagramma Vx

Copia informatica per consultazione



Combinazione 11 – Sisma 90 0 - diagramma Vy



Combinazione 11 – Sisma 90 0 - diagramma deformata

Copia informatica per consultazione

2.11 Punto K – codice di calcolo

"caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo;"

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	WinStrand 2021
Versione:	2021-059 moduli: Analisi strutturale – Verifica e Disegno C.A. – Verifiche Acciaio – Estensione GDL – Preflex – Pali – Verifica Sezioni Miste – Verifica e disegno lastre – Gestore Sezioni C.A. – Compositore Profili – Murature – Verifica resistenza al Fuoci – Edifici Esistenti
Produttore-Distributore:	Enexsys s.r.l., via Tizzano 46/2 – Casalecchio di Reno (BO)
Codice Licenza:	Licenza n. 1807 PLTCN1

Per ulteriori approfondimenti si rimanda ai capitoli di pertinenza della relazione di calcolo.

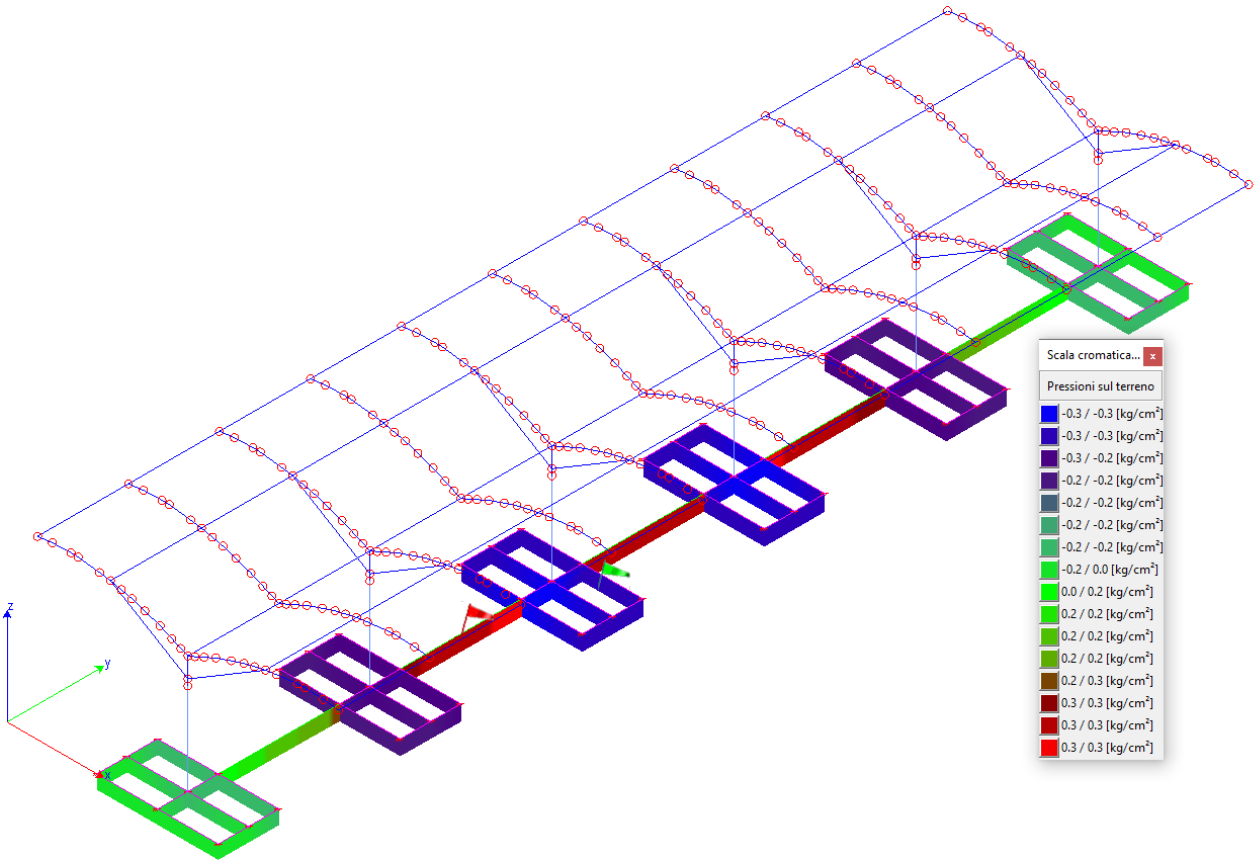
2.12 Punto L - fondazioni

"con riferimento alle strutture geotecniche o di fondazione: fasi di realizzazione dell'opera (se pertinenti), sintesi delle massime pressioni attese, cedimenti e spostamenti assoluti/differenziali, distorsioni angolari, verifiche di stabilita terreno-fondazione eseguite, ed altri aspetti e risultati significativi della progettazione di opere particolari;"

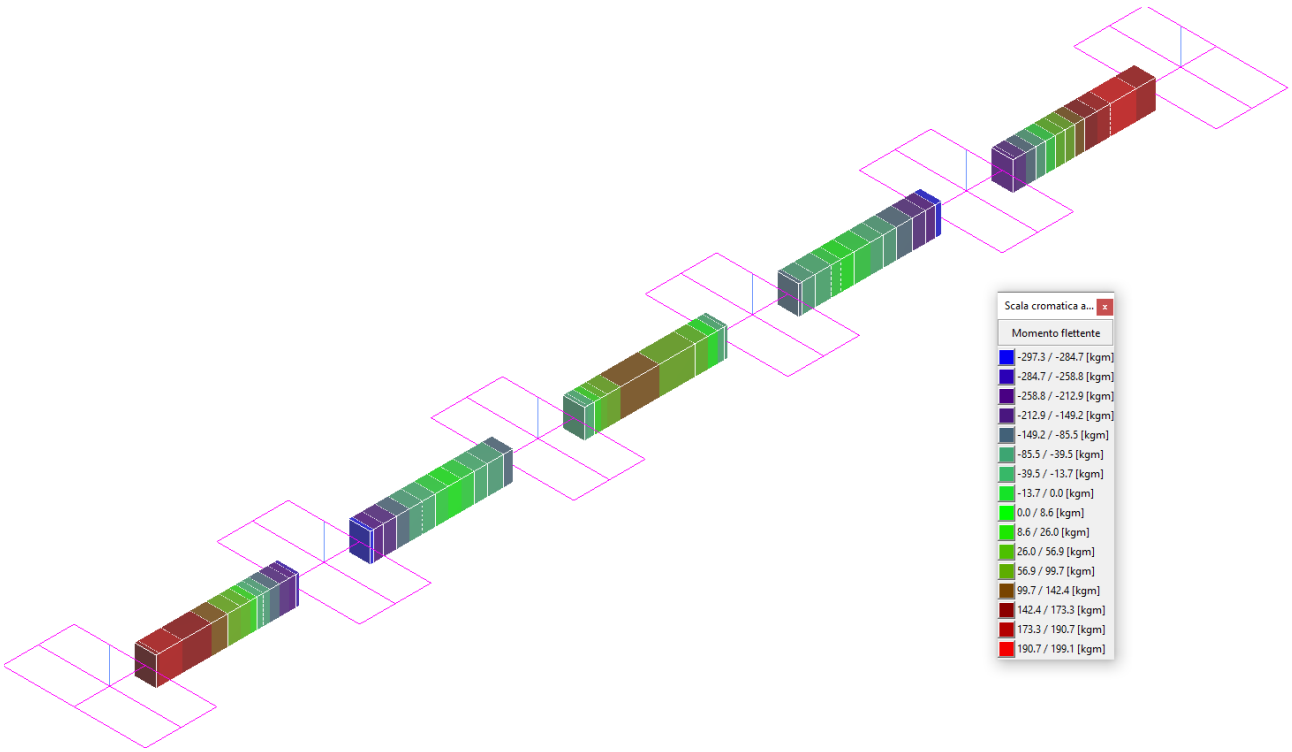
Le fondazioni sono realizzate mediante plinti in c.a. di dimensioni 2,0 x 1,0m, collegati da cordolo di dimensioni 30x40h cm, impostate alla quota -1,00m come da indicazioni della Relazione Geologica.

Si riportano, a seguire, i diagrammi significativi relativi alle fondazioni.

Copia informatica per consultazione

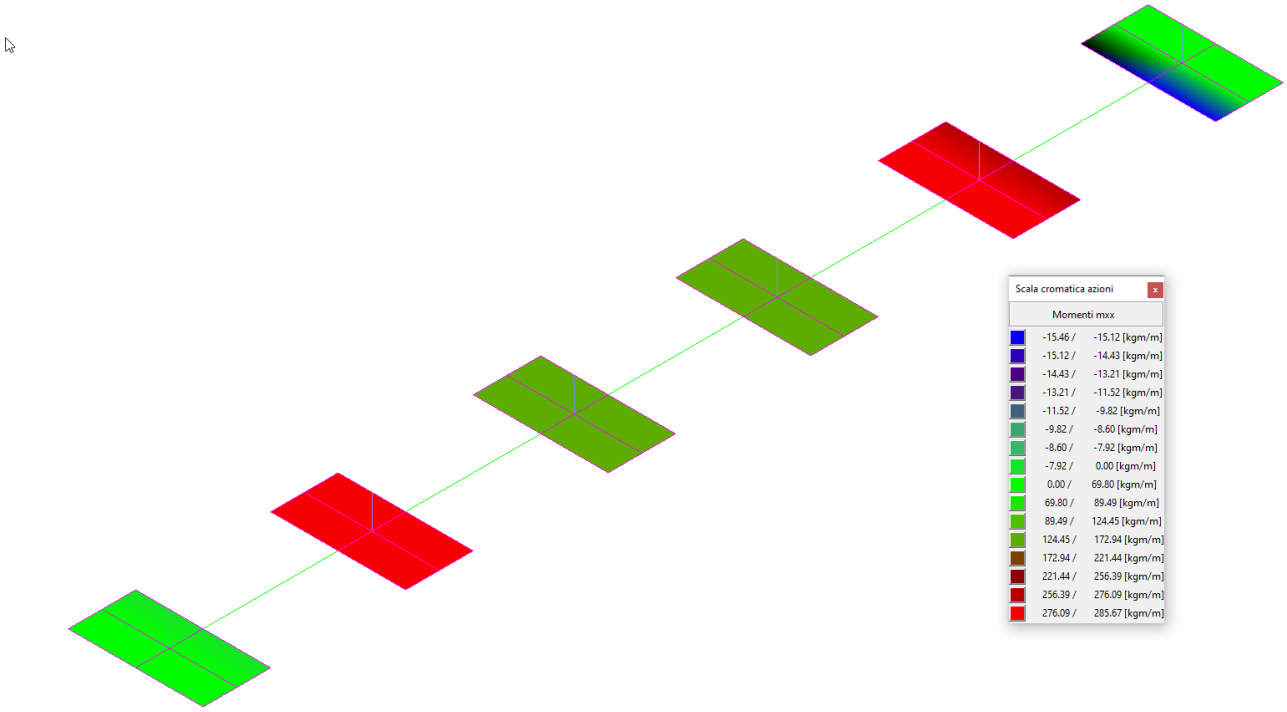


Inviluppo SLU – diagramma pressione in fondazione

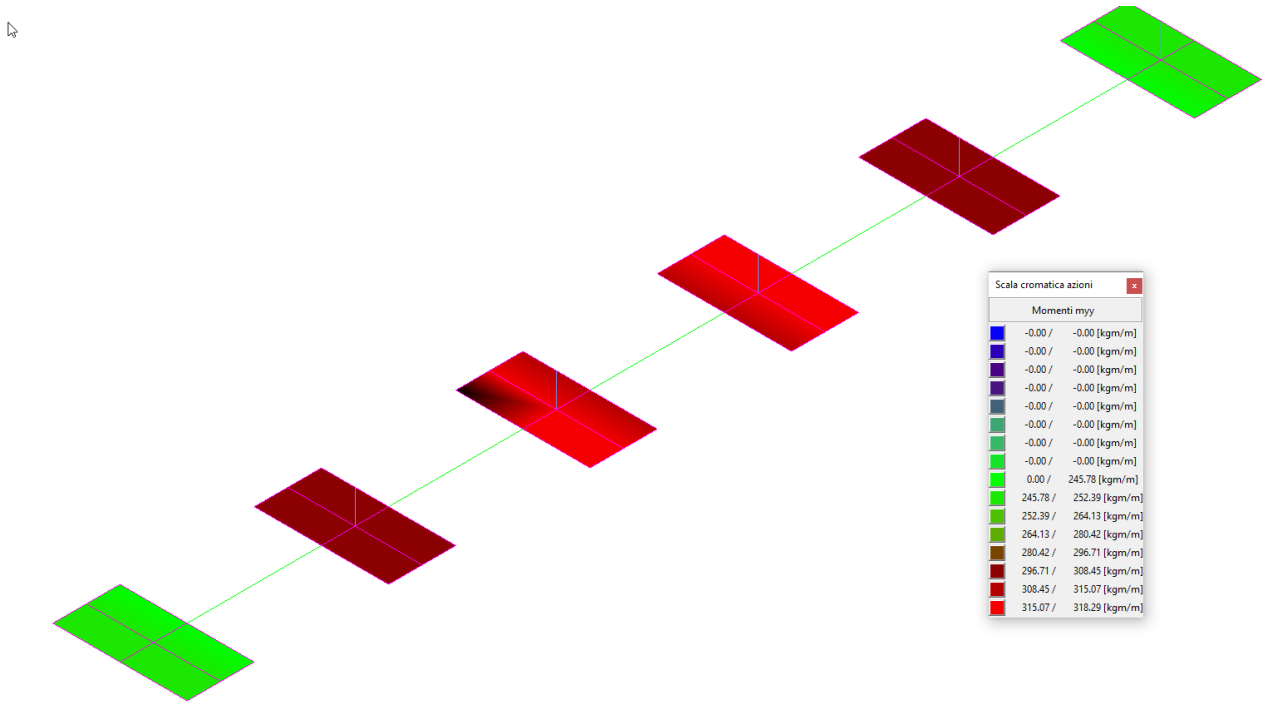


Inviluppo SLU – diagramma M

Copia informatica per consultazione

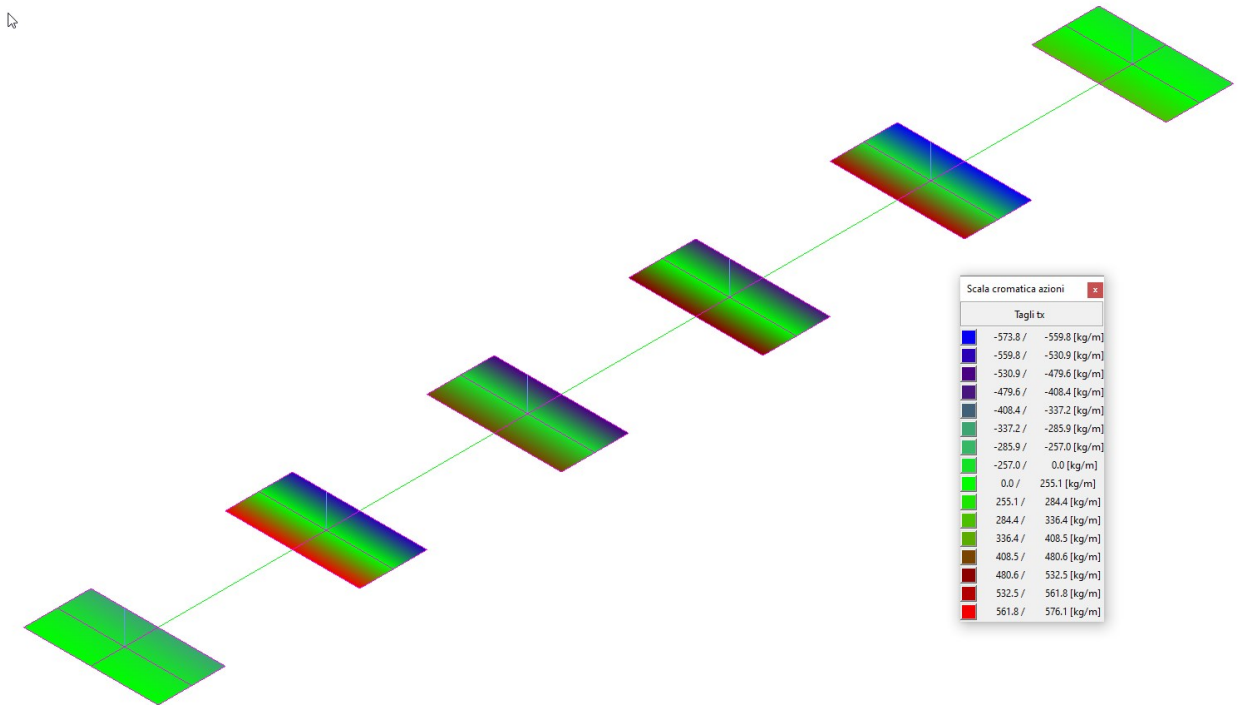


Inviluppo SLU – diagramma Mx

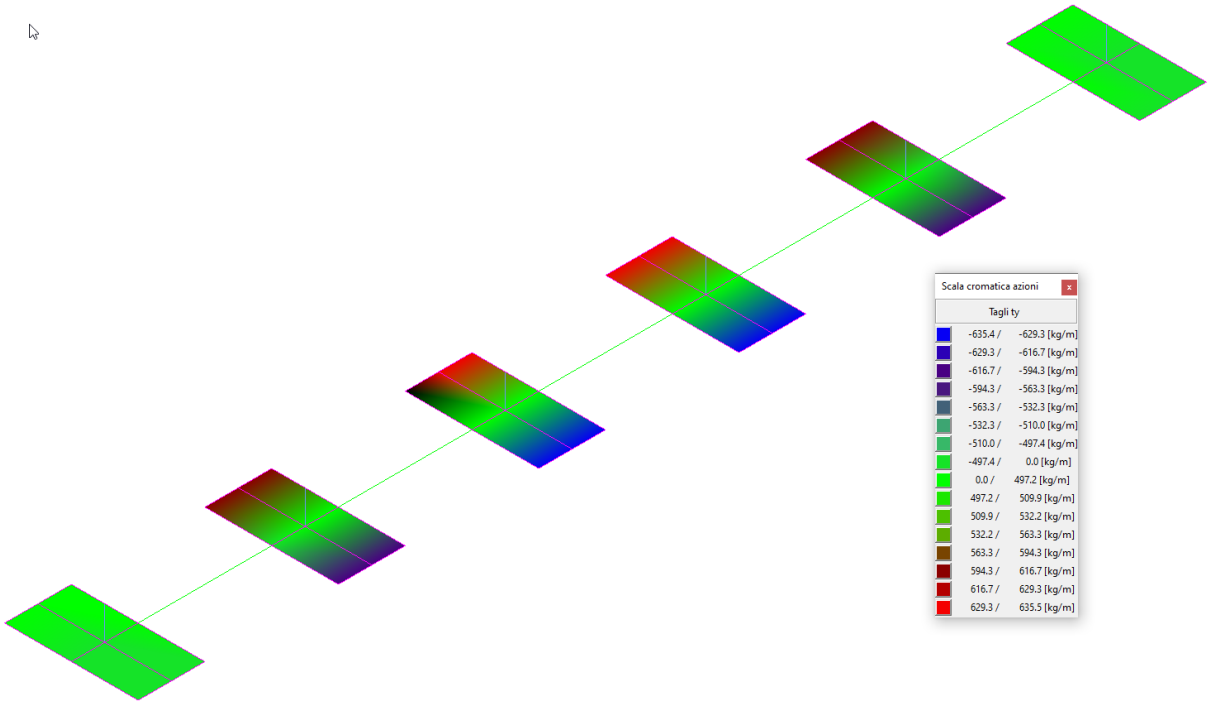


Inviluppo SLU – diagramma My

Copia informatica per consultazione



Inviluppo SLU – diagramma Vx



Inviluppo SLU – diagramma Vy

Copia informatica per consultazione

2.13 Punto M – tipologia di interventi

"indicazione della categoria di intervento previsto e motivazione della scelta adottata;"

Gli interventi previsti in progetto sono classificabili come **miglioramento**, *"atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3 (ndr il § 8.4.3 tratta l'adeguamento)"*

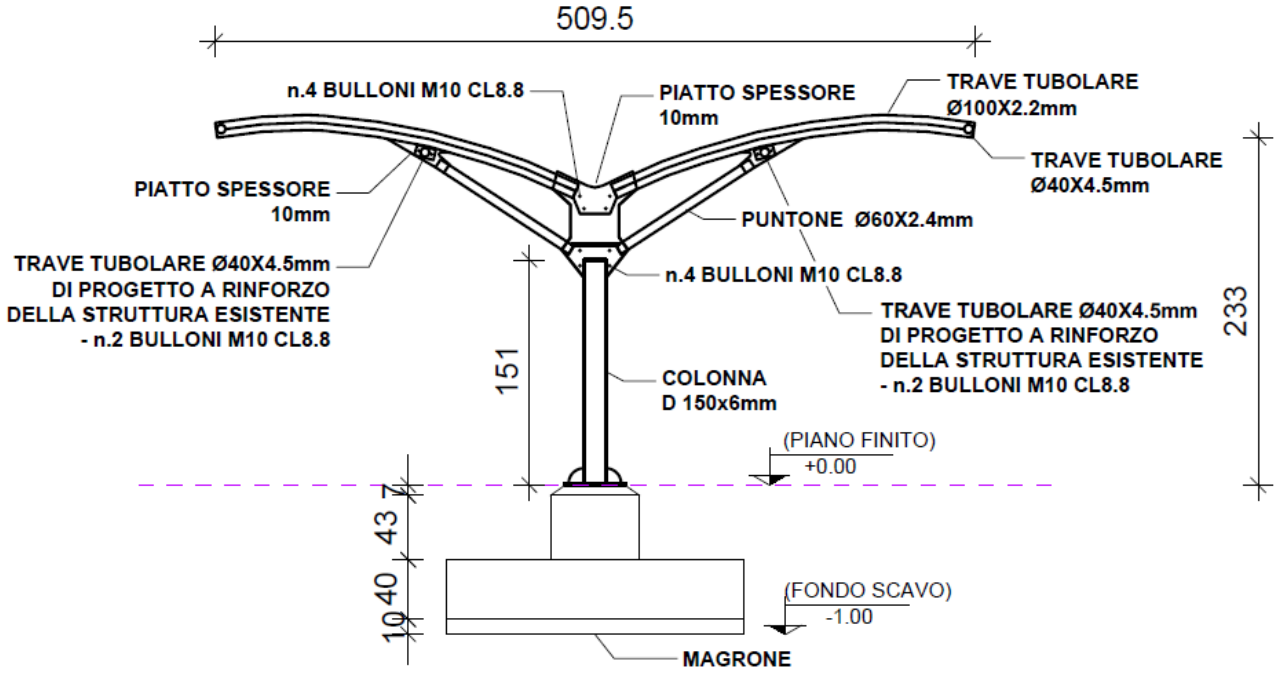
Nel dettaglio si procederà all'esecuzione dei seguenti interventi:

- Rinforzo statico delle strutture secondarie della pensilina (previa Valutazione della Sicurezza), finalizzato al soddisfacimento delle verifiche SLU (come da normativa) in combinazioni statiche;
- Realizzazione di nuove fondazioni in c.a.
- Sostituzione dei pannelli di copertura con pannelli curvi in policarbonato compatto.

2.14 Punto N – descrizione struttura esistente

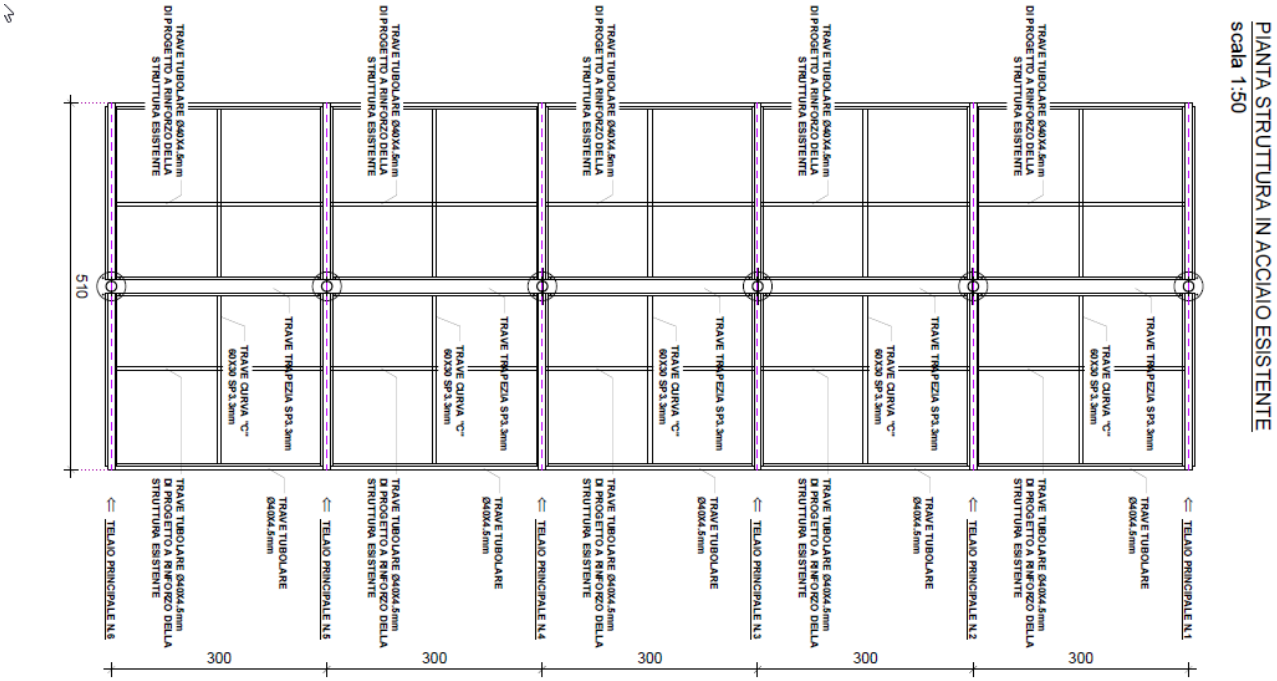
descrizione della struttura esistente nel suo insieme, delle eventuali interazioni con altre unita strutturali e delle modalità con cui di ciò si è tenuto conto, dei principali interventi realizzati nel tempo, nonché sintesi delle vulnerabilità riscontrate, derivanti dal rilievo strutturale;

La struttura della pensilina è in acciaio, costituita da n.6 telai da collegare mediante strutture secondarie imbullonate a creare n.5 campate. Ogni telaio è costituito da una colonna tubolare di diametro 150mm, incastrata alla base mediante piastra flangiata, e da una porzione superiore imbullonata alla colonna formata da due travi a mensola contrapposte (profili tubolari D100mm) sostenute, a metà luce, da due puntoni (tubolari D60mm).

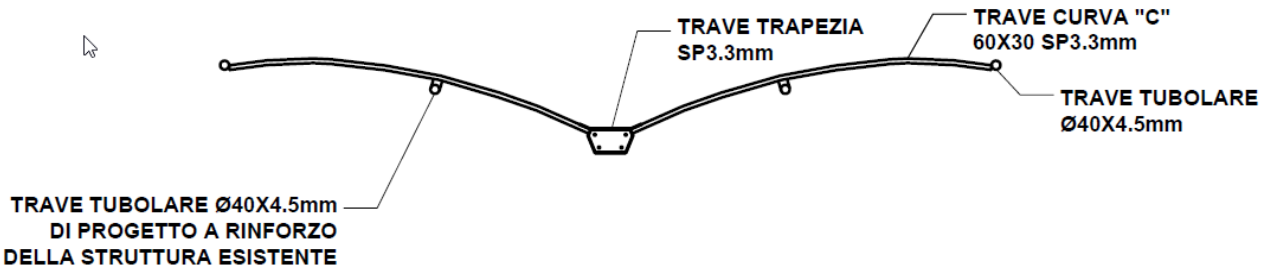


Copia informatica per consultazione

I telai sono posti a interasse 3m, per uno sviluppo complessivo della pensilina di 15m.



Il collegamento tra i telai avviene in posizione centrale, a livello delle colonne, per tramite di travi a sezione trapezia con funzione anche di grondaia di raccolta acque, ed in sommità delle travi, mediante profili tubolari D40mm. La copertura esistente, danneggiata dal tempo e dalle intemperie, viene sostituita da nuova copertura in lastre di policarbonato compatto di spessore 5mm, sostenuto dagli elementi secondari sopra descritti e da un profilo corvo con sezione "C" di dimensioni 60x30mm posto a metà luce. Il progetto prevede, poi, il rinforzo strutturale della copertura mediante l'inserimento di un profilo rompitratta parallelo alle travi secondarie, fissato ai telai in corrispondenza dei puntoni.



Gli interventi previsti in progetto sono classificabili come **miglioramento.**

Copia informatica per consultazione

2.15 Punto O – proprietà materiali esistenti

"definizione delle proprietà meccaniche dei materiali costituenti le strutture interessate dall'intervento, in relazione ad eventuali indagini specialistiche condotte o ad altro materiale disponibile, e conseguente determinazione dei livelli di conoscenza e dei corrispondenti fattori di confidenza;"

Acciaio da carpenteria esistente

La caratterizzazione è stata definita tramite **una campagna di indagini**, che ha consentito di porsi all'interno delle regole previste per un Livello di Conoscenza LC3.
Al fine del raggiungimento di un Livello di Conoscenza LC3 è stata eseguita a marzo 2020 una campagna di saggi sui materiali, al fine di fornire una caratterizzazione quantitativa delle caratteristiche meccaniche dei singoli elementi strutturali ritenuti rilevanti.
La campagna di indagine, svolta dalla ditta specializzata Socotech Italia srl, è stata estesa a tutti gli elementi di particolare interesse strutturale, eseguendo una campagna completa ed esaustiva di indagini.
Si riporta di seguito l'elenco delle prove individuate:

NUMERO DI PIANI DELL'EDIFICIO:
TOT. 1

LIVELLO DI CONOSCENZA LC3 / PROVE SUI MATERIALI - VERIFICHE ESAUSTIVE:

- **Prove sulle armature:** n°3 campioni per piano dell'edificio

  necessari n°3 prelievi di campioni di ACCIAIO (i bulloni e i tirafondi sono interamente sostituiti)

LIVELLO DI CONOSCENZA LC3 / RILIEVO DEI COLLEGAMENTI - VERIFICHE LIMITATE :

- **Indagini sui particolari:** caratteristiche dei collegamenti verificate per almeno il 50% degli elementi

Rilievo geometrico di tutti i collegamenti bullonati, integrale sostituzione di bulloni e tirafondi

Per i risultati della campagna di saggi ai allega il certificato del laboratorio.

Si assume, per le verifiche che ne richiedano l'impiego, un livello di conoscenza minimo **"LC3 - *Conoscenza Accurata*"** per tutti gli elementi strutturali ed un relativo fattore di confidenza **FC = 1.00.**

Sulla base dei risultati di laboratorio, si avranno i seguenti valori di resistenza di calcolo:

Copia informatica per consultazione

$f_{yk} = f_{ymedio}$ = (402.66 + 343.27 + 335.16) / 3 = 360.36 N/mm^2

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m \cdot FC} = \frac{360.36}{1.05 \cdot 1.00} = 343 N/mm^2$ per i meccanismi fragili

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{FC} = \frac{360.36}{1.00} = 360 N/mm^2$ per i meccanismi duttili

Copia informatica per consultazione

INFRASTRUCTURE
FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648 - Capitale sociale 7.144.000,00 euro
Sede Legale: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

SOCOTEC

M/LAB04F/01.37 Rev. 03 Del 01/02/19	**PROVA DI TRAZIONE** su acciai da profilati o laminati **UNI EN ISO 6892-1; UNI EN ISO 377; UNI EN 10025-1**

Richiedente:	PROVINCIA DI MODENA - VIALER MARTIRI DELLA LIBERTA' , 34 MODENA MO		
N° Verbale:	M008	**del:**	19/03/2021
Ns. Rif. Commessa:	19419/19		
Cantiere	-		
Opera:	PROVE DI LABORATORIO		
Proprietà:	-		
Impresa:	-		
Direzione Lavori:	-		
Verb. Acc. N°:	FE/424	**del:**	19/03/2021

N° R.d.p.:	LF23548
Data:	19/04/2021
Pagina:	1 di 1

*Caratteristiche dell'acciaio**

Prelievo	Tipologia	Acciaio (tipo)	Acciaio Fornitore	Profilati o Laminati: Verbale di Prelievo / Id Colata	Profilati o Laminati: WBS / Parte d'opera	Profilati o Laminati: Sigla Campioni
1	PALETTO Ø 150	-	-	-	-	1
				-	-	
2	PALETTO Ø 40	-	-	-	-	2
				-	-	
3	ALA PALETTO Ø 40	-	-	-	-	3
				-	-	

*Prelievi in opera eseguiti a cura del Nostro laboratorio

Risultati di prova

N°	Sigla/Sigla Interna	Dimensioni (1) L [mm]	a [mm]	b [mm]	Pos. (2) prelievo	M (3) [si-no]	Area (4) So [mm²]	Tensioni (5) fy [N/mm²]	ft [N/mm²]	Amin (6) [%]	Piegamento (7) D [mm]	presenza di cricche	D. (8) defor [si-no]	Data di prova
1	1	-	3,5	13,5	1	no	47,29	402,66	487,68	26,21	-	-	no	15/04/2021
2	2	-	2,8	13,1	2	no	36,76	343,27	423,78	22,85	-	-	no	15/04/2021
3	3	-	4,1	11,7	3	no	47,89	335,16	441,24	32,67	-	-	no	15/04/2021

(Eseguita con macchine: METROCOM tipo MIGP40/60 40000/60000 daN matr. 7478/83 per TRAZIONE)
(Eseguita con macchina OLEODINAMICA POLESANA cod. interno.610 per PIEGAMENTO e RADDRIZZAMENTO)

(1) **L** = Lunghezza provetta; **b** = larghezza provetta ; **a** = spessore provetta
(2) **P**osizione di prelievo della provetta dal provino originario indicata nella figura riportata con indicazione del punto di prelievo
(3) **M** = marchio di identificazione da rilevare sul provino: SI = presente ; NO = assente
(4) **So** = Area della sezione iniziale (o reagente)
(5) **fy** = tensione di snervamento ; **ft** = tensione di rottura
(6) **Amin** = allungamento minimo percentuale
(7) **Piegamento(α) ai sensi della UNI EN ISO 7438:**
α = angolo di piegamento = 180°
D = diametro del madrino per la prova di piegamento
ai fini della validità della prova di piegamento la provetta non deve presentare cricche
(8) **Diagramma di deformazione a pag. 2 del certificato (qualora richiesto)**

Marchio non rilevato
-

Tipologia elemento e posizione di prelievo della provetta

Lo Sperimentatore
Ing. Paolo Giambattista Russo

Il Direttore del Laboratorio
SOCOTEC ITALIA S.r.l.
P.IVA 01872430648
Via Annibale Zucchini, 69
44122 Ferrara
Il Direttore del Laboratorio 7617 / STC
Dott. Ing. Stefano Franceschini

Copia informatica per consultazione

3 RELAZIONE DI CALCOLO

3.1 INTRODUZIONE

Con incarico protocollo "Classifica 06-06-02 fasc. 765.1/2017" del 23/03/2021 - **CIG ZE030F018F**, la Provincia di Modena ha affidato al sottoscritto l'incarico relativo ai **LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA. PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA E DIREZIONE LAVORI**

La pensilina in oggetto è una struttura in acciaio e policarbonato esistente, già presente all'interno dell'area del plesso scolastico, con funzione di copertura del parcheggio biciclette. In occasione di altri lavori all'interno dell'area, in particolare relativi alla demolizione e ricostruzione del c.d. Edificio "C", si è ritenuto di riposizionare la pensilina metallica in oggetto all'interno dell'area della scuola.

La presente relazione ha la funzione di **eseguire la Valutazione della Sicurezza della Pensilina in acciaio esistente, così come previsto dalle vigenti NTC 2018, di progettare gli interventi di rinforzo necessari e le nuove fondazioni in calcestruzzo. Dal punto di vista normativo l'intervento si classifica come "nuova costruzione".**

Copia informatica per consultazione

3.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Norme di riferimento cogenti

- D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche sulle Costruzioni"
- Circolare n. 7/CSLLPP del 21 gennaio 2019 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- DGR n.936 del 23 giugno 2008 "Programma delle verifiche tecniche e piano degli interventi di adeguamento e miglioramento sismico previsto all'art.1, comma 4, lettera c) dell'O.P.C.M. 3362/2004 e s.m.i. (annualità 2005)"
- Delibera della Giunta Regionale (Progr. n. 1677/2005) Allegato "Classificazione sismica dei Comuni dell'Emilia Romagna"
- D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni"
- OPCM 3274/2003 e s.m.i. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- L. 05.11.1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- L. 02.02.1974 n° 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- Circolare Min. LL.PP. del 14.02.1974 n° 11951/STC "Istruzioni per l'applicazione della Legge 5 novembre 1971, n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

Altre norme e documenti tecnici integrativi

Per quanto non espressamente contemplato nelle norme di riferimento cogenti elencate al punto precedente, si è fatto riferimento ad istruzioni di comprovata validità ed esperienza, di cui:

- agli Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali o, in mancanza di esse, nella forma internazionale EN;
- alle Norme UNI EN armonizzate, i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- alle Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI;
- alle Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- alle Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- alle Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, come licenziate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e ss. mm. ii.;
- alle Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Istruzioni CNR), in particolare: CNR-DT 200 R1/2013 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento

Copia informatica per consultazione

Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati - Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie", versione del 15 Maggio 2014;

- "Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni" pubblicata da La **Re**te dei **L**aboratori **U**niversitari di **I**ngegneria **S**ismica (ReLUIS) il Mercoledì 22 Aprile 2015

Copia informatica per consultazione

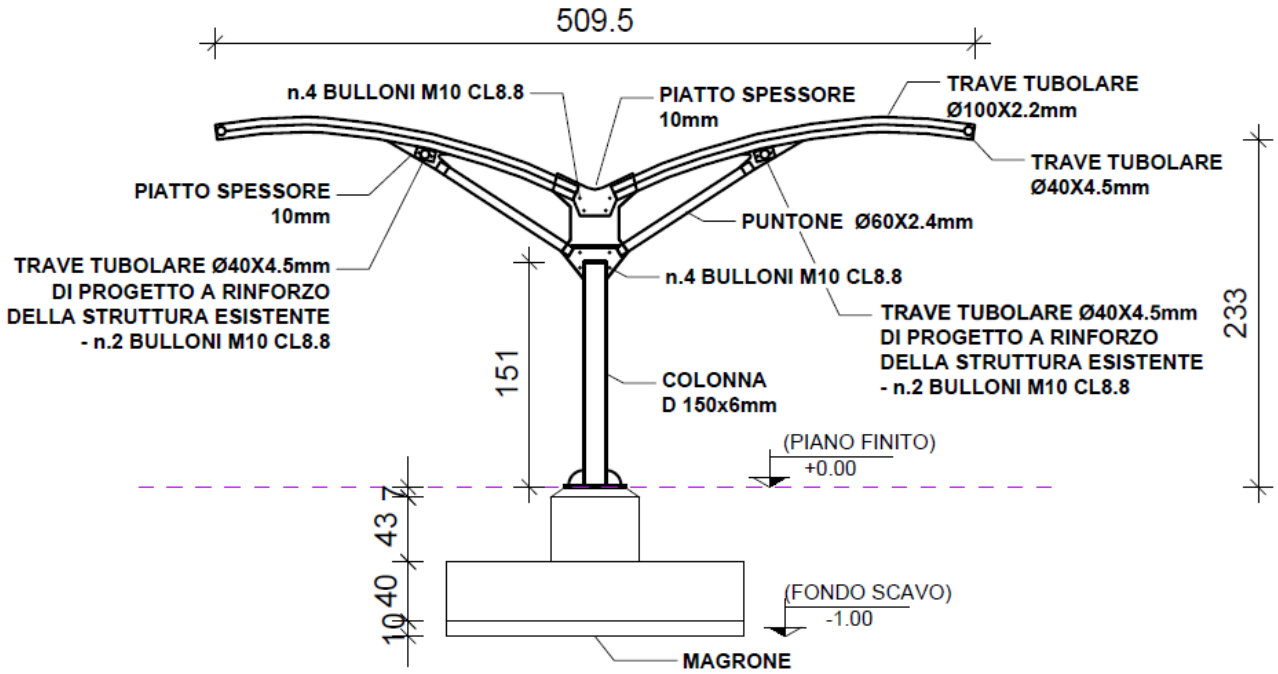
3.3 DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEL CONTESTO EDILIZIO

Nella figura seguente è mostrata l'ubicazione planimetrica dell'edificio.

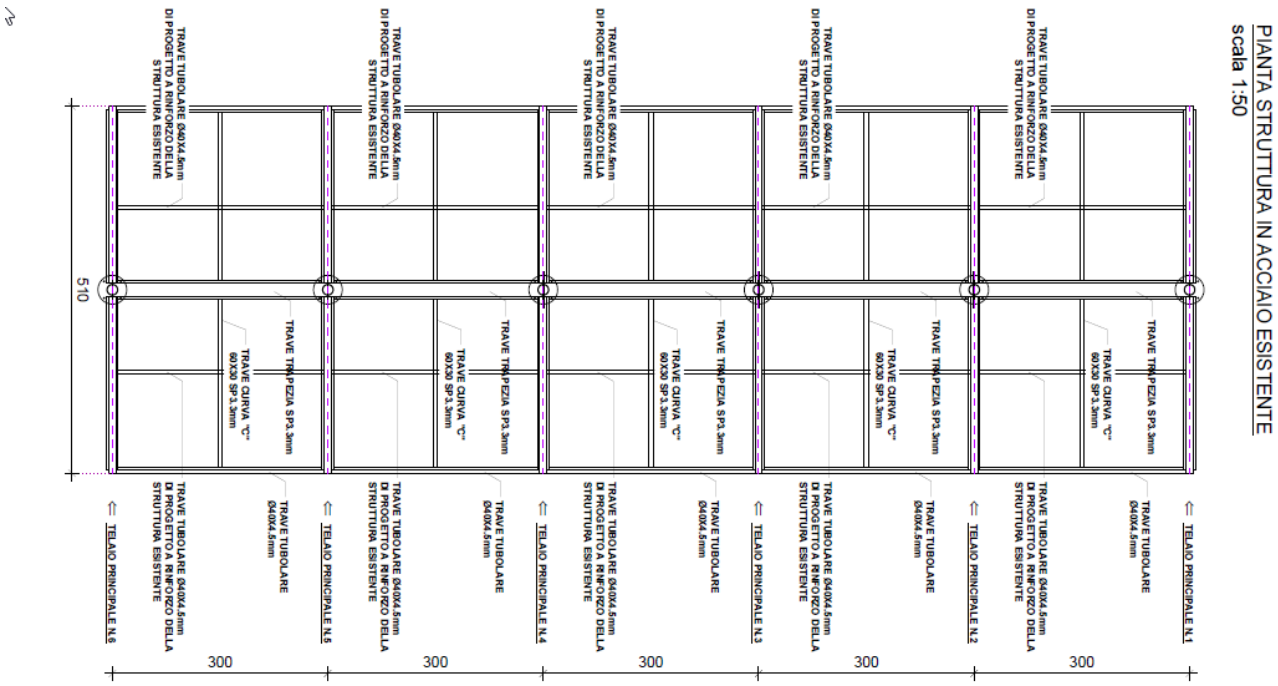
Ubicazione planimetrica dell'edificio

La struttura della pensilina è in acciaio, costituita da n.6 telai da collegare mediante strutture secondarie imbullonate a creare n.5 campate. Ogni telaio è costituito da una colonna tubolare di diametro 150mm, incastrata alla base mediante piastra flangiata, e da una porzione superiore imbullonata alla colonna formata da due travi a mensola contrapposte (profili tubolari D100mm) sostenute, a metà luce, da due puntoni (tubolari D60mm).

Copia informatica per consultazione



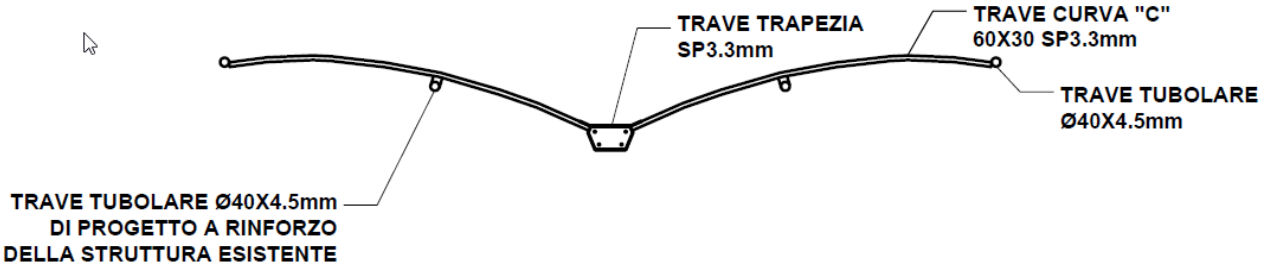
I telai sono posti a interasse 3m, per uno sviluppo complessivo della pensilina di 15m.



Il collegamento tra i telai avviene in posizione centrale, a livello delle colonne, per tramite di travi a sezione trapezia con funzione anche di grondaia di raccolta acque, ed in sommità delle travi, mediante profili tubolari D40mm. La copertura esistente, danneggiata dal tempo e dalle intemperie, viene sostituita da nuova copertura in lastre di policarbonato compatto di spessore 5mm, sostenuto dagli elementi secondari sopra descritti e da un profilo corvo con sezione "C" di dimensioni 60x30mm posto a metà luce. Il progetto prevede, poi, il rinforzo strutturale della copertura

Copia informatica per consultazione

mediante l'inserimento di un profilo rompitratta parallelo alle travi secondarie, fissato ai telai in corrispondenza dei puntoni.



Gli interventi previsti in progetto sono classificabili come **nuova costruzione** eseguita con strutture in acciaio esistenti (e da rinforzare) e fondazioni nuove.

Copia informatica per consultazione

3.5 RELAZIONE SUI MATERIALI

3.5.1 Acciaio da carpenteria esistente

La caratterizzazione è stata definita tramite **una campagna di indagini**, che ha consentito di porsi all'interno delle regole previste per un Livello di Conoscenza LC3.

Al fine del raggiungimento di un Livello di Conoscenza LC3 è stata eseguita a marzo 2020 una campagna di saggi sui materiali, al fine di fornire una caratterizzazione quantitativa delle caratteristiche meccaniche dei singoli elementi strutturali ritenuti rilevanti.

La campagna di indagine, svolta dalla ditta specializzata Socotech Italia srl, è stata estesa a tutti gli elementi di particolare interesse strutturale, eseguendo una campagna completa ed esaustiva di indagini.

Si riporta di seguito l'elenco delle prove individuate:

NUMERO DI PIANI DELL'EDIFICIO:

TOT. 1

LIVELLO DI CONOSCENZA LC3 / PROVE SUI MATERIALI - VERIFICHE ESAUSTIVE:

- **Prove sulle armature:** n°3 campioni per piano dell'edificio

  necessari n°3 prelievi di campioni di ACCIAIO (i bulloni e i tirafondi sono interamente sostituiti)

LIVELLO DI CONOSCENZA LC3 / RILIEVO DEI COLLEGAMENTI - VERIFICHE LIMITATE :

- **Indagini sui particolari:** caratteristiche dei collegamenti verificate per almeno il 50% degli elementi

Rilievo geometrico di tutti i collegamenti bullonati, integrale sostituzione di bulloni e tirafondi

Per i risultati della campagna di saggi ai allega il certificato del laboratorio.

Si assume, per le verifiche che ne richiedano l'impiego, un livello di conoscenza minimo **"LC3 - *Conoscenza Accurata*"** per tutti gli elementi strutturali ed un relativo fattore di confidenza **FC = 1.00.**

Sulla base dei risultati di laboratorio, si avranno i seguenti valori di resistenza di calcolo:

$f_{yk} = f_{ymedio}$ = (402.66 + 343.27 + 335.16) / 3 = 360.36 N/mm^2

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m \cdot FC} = \frac{360.36}{1.05 \cdot 1.00} = 343 N/mm^2$ per i meccanismi fragili

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{FC} = \frac{360.36}{1.00} = 360 N/mm^2$ per i meccanismi duttili

Copia informatica per consultazione

INFRASTRUCTURE
FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648 - Capitale sociale 7.144.000,00 euro
Sede Legale: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

SOCOTEC

M/LAB04F/01.37 Rev. 03 Del 01/02/19	**PROVA DI TRAZIONE** su acciai da profilati o laminati **UNI EN ISO 6892-1; UNI EN ISO 377; UNI EN 10025-1**

Richiedente:	PROVINCIA DI MODENA - VIALER MARTIRI DELLA LIBERTA' , 34 MODENA MO		
N° Verbale:	M008	**del:**	19/03/2021
Ns. Rif. Commessa:	19419/19		
Cantiere	-		
Opera:	PROVE DI LABORATORIO		
Proprietà:	-		
Impresa:	-		
Direzione Lavori:	-		
Verb. Acc. N°:	FE/424	**del:**	19/03/2021

N° R.d.p.:	LF23548
Data:	19/04/2021
Pagina:	1 di 1

*Caratteristiche dell'acciaio**

Prelievo	Tipologia	Acciaio (tipo)	Acciaio Fornitore	Profilati o Laminati: Verbale di Prelievo / Id Colata	Profilati o Laminati: WBS / Parte d'opera	Profilati o Laminati: Sigla Campioni
1	PALETTO Ø 150	-	-	-	-	1
				-	-	
2	PALETTO Ø 40	-	-	-	-	2
				-	-	
3	ALA PALETTO Ø 40	-	-	-	-	3
				-	-	

*Prelievi in opera eseguiti a cura del Nostro laboratorio

Risultati di prova

N°	Sigla/Sigla Interna	Dimensioni (1) L [mm]	a [mm]	b [mm]	Pos. (2) prelievo	M (3) [si-no]	Area (4) So [mm²]	Tensioni (5) fy [N/mm²]	ft [N/mm²]	Amin (6) [%]	Piegamento (7) D [mm]	presenza di cricche	D. (8) defor [si-no]	Data di prova
1	1	-	3,5	13,5	1	no	47,29	402,66	487,68	26,21	-	-	no	15/04/2021
2	2	-	2,8	13,1	2	no	36,76	343,27	423,78	22,85	-	-	no	15/04/2021
3	3	-	4,1	11,7	3	no	47,89	335,16	441,24	32,67	-	-	no	15/04/2021

(Eseguita con macchine: METROCOM tipo MIGP40/60 40000/60000 daN matr. 7478/83 per TRAZIONE)
(Eseguita con macchina OLEODINAMICA POLESANA cod. interno.610 per PIEGAMENTO e RADDRIZZAMENTO)

(1) **L** = Lunghezza provetta; **b** = larghezza provetta ; **a** = spessore provetta
(2) **P**osizione di prelievo della provetta dal provino originario indicata nella figura riportata con indicazione del punto di prelievo
(3) **M** = marchio di identificazione da rilevare sul provino: SI = presente ; NO = assente
(4) **So** = Area della sezione iniziale (o reagente)
(5) **fy** = tensione di snervamento ; **ft** = tensione di rottura
(6) **Amin** = allungamento minimo percentuale
(7) **Piegamento(α) ai sensi della UNI EN ISO 7438:**
α = angolo di piegamento = 180°
D = diametro del madrino per la prova di piegamento
ai fini della validità della prova di piegamento la provetta non deve presentare cricche
(8) **Diagramma di deformazione a pag. 2 del certificato (qualora richiesto)**

Marchio non rilevato
-

Tipologia elemento e posizione di prelievo della provetta

Lo Sperimentatore
Ing. Paolo Giambattista Russo

Il Direttore del Laboratorio
SOCOTEC ITALIA S.r.l.
P.IVA 01872430648
Via Annibale Zucchini, 69
44122 Ferrara
Il Direttore del Laboratorio 7617 / STC
Dott. Ing. Stefano Franceschini

Copia informatica per consultazione

3.5.2 Calcestruzzo in opera di progetto

Per nuovi elementi strutturali di fondazione e pareti contro terra in opera si impiega calcestruzzo avente le caratteristiche di seguito descritte (con riferimento al D.M. 17.01.2018 ed alle norme UNI EN 206 e UNI EN 1992-1-1/Eurocodice2):

	FONDAZIONI E PARETI
Classe di resistenza	C25/30
Classe di esposizione	XC2
Classe lavorabilità	S4

3.5.3 Acciaio in barre per c.a. di progetto

Per nuovi elementi strutturali in cemento armato si impiega acciaio avente le caratteristiche di seguito descritte (con riferimento al D.M. 17.01.2018 ed alle norme UNI EN 206 e UNI EN 1992-1-1/Eurocodice2):

Tipo acciaio	B 450 C
Tensione di snervamento caratteristica fyk	≥ 450 MPa
Tensione di rottura caratteristica ftk	≥ 540 MPa
Allungamento Agt,k	≥ 7,45 %

3.5.4 Acciaio in reti per c.a. di progetto

Per nuovi elementi strutturali in cemento armato si impiega acciaio avente le caratteristiche di seguito descritte (con riferimento al D.M. 17.01.2018 ed alle norme UNI EN 206 e UNI EN 1992-1-1/Eurocodice2):

Tipo acciaio	B 450 A
Tensione di snervamento caratteristica fyk	≥ 450 MPa
Tensione di rottura caratteristica ftk	≥ 540 MPa

Copia informatica per consultazione

Allungamento Agt,k	≥ 3,00 %

3.5.5 Carpenteria metallica di progetto

Per elementi strutturali metallici si impiega acciaio conforme alle prescrizioni contenute nel D.M. 17.01.2018 e nelle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1.

	fyk [MPa]	ftk [MPa]	E [MPa]	W [KN/m^3]
S275JR	275	430	210000	78,50

Classe di Esecuzione EXC2

3.5.6 Bulloni per collegamenti in carpenteria metallica di progetto

Le unioni bullonate saranno realizzate con bulloni rispondenti alle indicazioni contenute nel D.M. 17.01.2018 e nelle norme europee UNI EN ISO 4016:2002, UNI 5592:1968 e UNI EN ISO 898-1:2001.

Classe	8.8
Tensione di snervamento caratteristica f_{yb}	649 MPa
Tensione di rottura f_{tb}	800 MPa

Per tutti gli elementi metallici che fanno parte di particolari di collegamento (metallici e non metallici, quali spinotti, chiodi, viti, piastre, ecc...) le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza.

3.6 CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO

3.6.1 Indagini geognostiche

Si riporta stralcio del capitolo di pertinenza della Relazione Geologica.

Ai fini della caratterizzazione del sito, nel mese di febbraio 2020 si sono svolti studi ed indagini geognostiche specifiche nell'ambito dell'intervento di DEMOLIZIONE PALAZZINA "C" - AMPLIAMENTO PALAZZINA "D" DELL'ISTITUTO D'ISTRUZIONE SUPERIORE "L. SPALLANZANI", revedendo:

- Accurata ricerca bibliografica, volta alla caratterizzazione ed individuazione delle modalità di messa in posto dei tipi litologici presenti nell'area oggetto dello studio, integrata da indagini in sito e di laboratorio;
- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S01 e S02) spinti rispettivamente alla profondità

Copia informatica per consultazione

- di 10.00 m e 20.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche elettriche con piezocono (CPTu01 e CPTu02) spinte alla
- profondità massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPTm01 e CPTm02) spinte alla profondità
- massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 indagine sismiche passive di microtremori (HV01 e HV02);
- • n. 1 indagine sismica a riflessione in array in onde Sh (Vb - Sh).

I dati ricavati da tali indagini sono stati elaborati dal Dott. Geol. Lorenzo Del Maschio (Albo dei Geologi della Regione Lazio n.1725).

3.6.2 Caratterizzazione statica

Si riporta stralcio del capitolo di pertinenza della Relazione Geologica.

Risultati in termini di parametri di resistenza:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	c'k(kPa)	ϕ'k(°)	Cuk(kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	3	18	70
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	2	17	60
3.60/4.30 - 6.30	Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)	17	19	1	20	70
6.30 - 15.00	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)	20	21	0	32	/
15.00 - 16.10	Livello di Torba (E)	13	15	0	14	30
16.20 - 20.00	Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)	17	19	5	19	100

Copia informatica per consultazione

Risultati in termini di parametri di deformabilità:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	Coeff. di Poisson (v)	Modulo Elastico E' (kPa)	Modulo Edometrico E_d (kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	0.45		4500
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	0.45		4000
3.60/4.30 - 6.30	Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)	17	19	0.45		3500
6.30 - 15.00	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)	20	21	0.35	30000	
15.00 - 16.10	Livello di Torba (E)	13	15	0.48		2000
16.20 - 20.00	Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)	17	19	0.42		7000

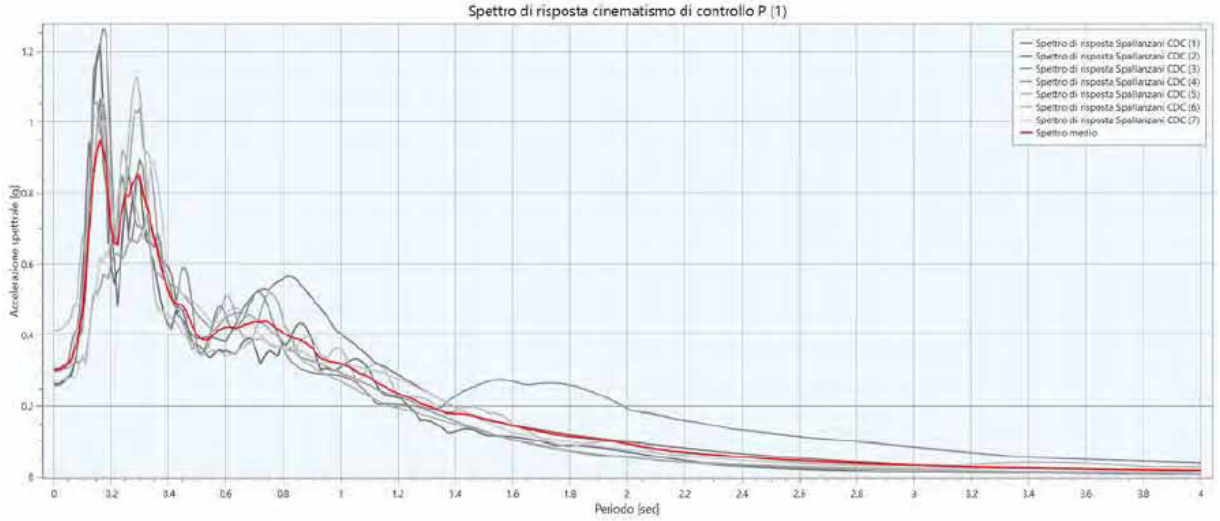
3.6.3 Caratterizzazione sismica

Si riporta stralcio del capitolo di pertinenza della Relazione Geologica.

Per il sito di indagine è stato effettuato lo studio dell'analisi di risposta simica locale (RSL) finalizzata alla valutazione dell'azione sismica in superficie.

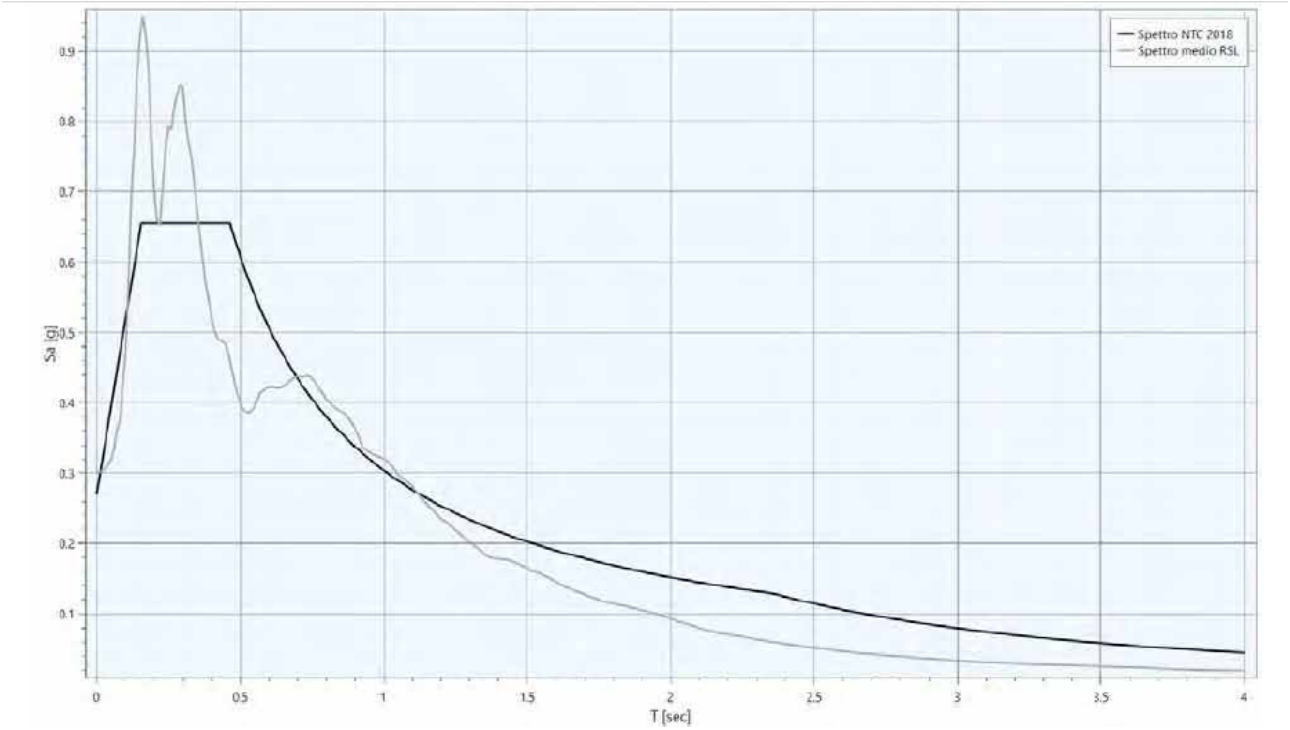
Copia informatica per consultazione

Spettri di risposta in superficie in campo di free-field - DB Itaca 2.3



Spettri di accelerazione desunti dall'analisi di Risposta sismica locale. In rosso, come richiesto da normativa è rappresentato lo spettro medio dei 7 accelerogrammi naturali di input

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

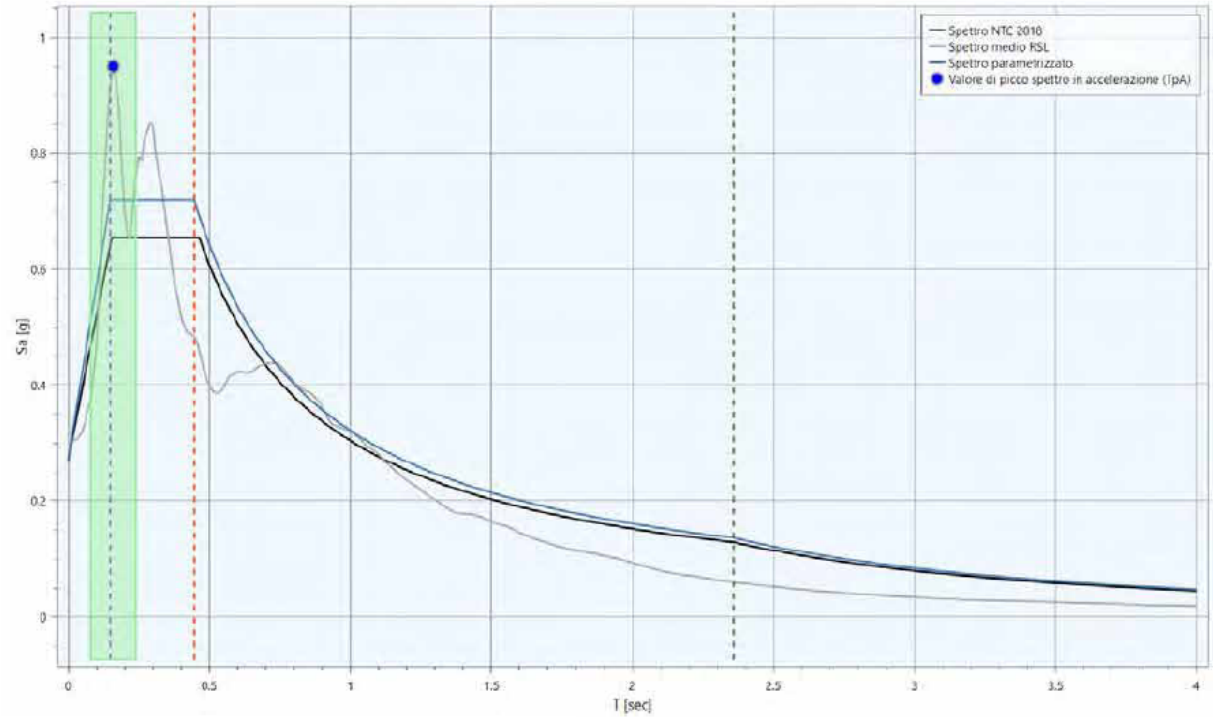


Confronto tra lo spettri medio desunto dall'analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL, lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18 e lo spettro normalizzat0 con

Copia informatica per consultazione

l'approccio rigoroso secondo l'Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 del Commissario del Governo per la Ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016.



3.6.4 Resistenza alla Liquefazione

Si riporta stralcio del capitolo di pertinenza della Relazione Geologica.

Il Comune di Castelfranco Emilia ha approvato la variante al PSC in data 20 marzo 2017 tramite accordo di programma con la Provincia di Modena. In tale variante sono contenuti gli studi di microzonazione sismica. Tali carte, come sopra ricordato, sono finalizzate agli studi di microzonazione pertanto costituiscono un valido riferimento per la progettazione senza essere comunque normativa cogente.

L'area in oggetto dell'intervento ricade nella tavola delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS) in "Zona suscettibile di instabilità per liquefazione". Occorre pertanto valutare il coefficiente di amplificazione e verificare la presenza di condizioni predisponenti la liquefazione.

Si può concludere che la verifica del potenziale di liquefazione condotta evidenzia un rischio di liquefazione da "Basso a Moderato".

Sulla base dei risultati sopra descritti al fine di evidenziare eventuali criticità legate ai problemi di liquefazione è stato deciso di applicare per l'intervento in oggetto il metodo di Ishihara (1985). Considerato comunque lo spessore dello strato liquefacibile, lo spessore dello strato non liquefacibile sovrastante e l'accelerazione massima attesa in superficie per il sito d'indagine (0.27g), si evidenzia (Ishihara 1985) che la liquefazione dello strato liquefacibile non si estende in superficie e pertanto non si dovrebbero avere deformazioni attese sulle strutture di fondazione da realizzare.

Copia informatica per consultazione

3.6.5 Fondazioni

Secondo i dettami delle vigenti normative NTC 2018 non è necessario procedere con le verifiche delle strutture di fondazione in occasione della Verifica della Sicurezza di un edificio (e del conseguente progetto di miglioramento).

Poiché, però, l'intervento prevede lo spostamento della pensilina in altra sede (sempre all'interno dell'area del complesso scolastico), si procede con il progetto delle fondazioni ex novo.

Le fondazioni sono realizzate mediante plinti in c.a. di dimensioni 2,0 x 1,0m, collegati da cordolo di dimensioni 30x40h cm, impostate alla quota -1,00m come da indicazioni della Relazione Geologica.

3.7 DEFINIZIONE DEI CARICHI

3.7.1 Azione sismica

Per la definizione dei valori di accelerazione al suolo corrispondenti agli stati limite e di salvaguardia della vita si fa riferimento al DM 17/01/2018.

Si ricorda che l'edificio è localizzato, secondo la zonazione sismica introdotta dal OPCM 3274/2003 e s.m.i., in zona 3.

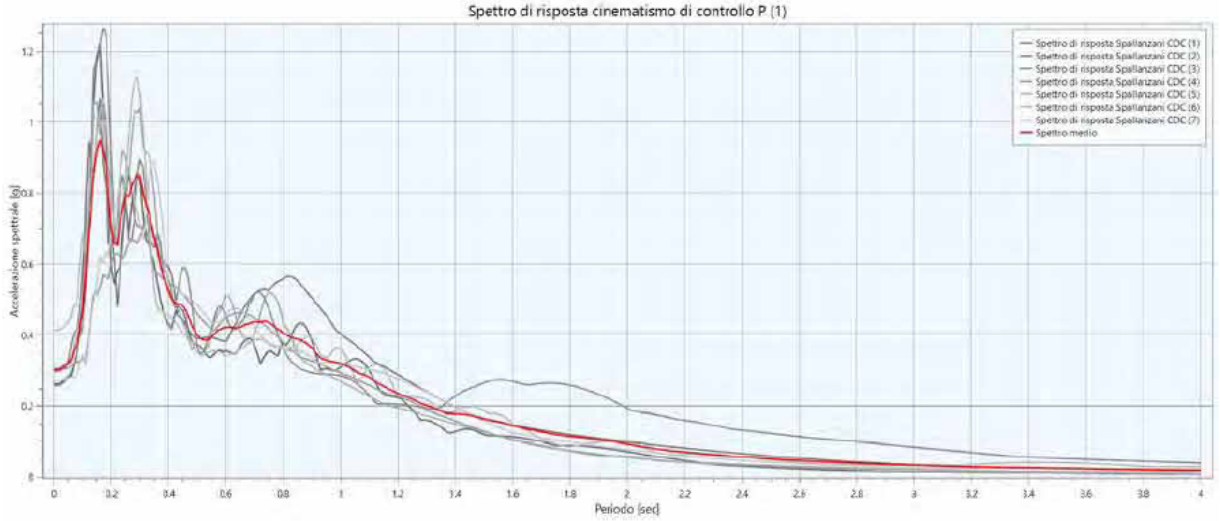
Si riportano di seguito le principali caratteristiche dell'edificio.

TIPO DI OPERA	(tabella 2.4.I, DM 17/01/2018)	2 - opere ordinarie
VITA NOMINALE	(tabella 2.4.I, DM 17/01/2018)	V_N = 50 anni
CLASSE D'USO	(tabella 2.4.II, DM 17/01/2018)	II - C_U = 1.0
PERIODO DI RIFERIMENTO	(V_N=V_R*C_U, par. 2.4.3 DM 17/01/2018)	V_R= 50 anni
LATITUDINE SITO	(comune di Castelfranco Emilia - MO)	44.59068
LONGITUDINE SITO	(comune di Castelfranco Emilia - MO)	11.05411
TIPOLOGIE COSTRUTTIVE	(par. 7.5 DM 17/01/2018)	costruzione in acciaio
TIPOLOGIA STRUTTURALE	(par. 7.5 DM 17/01/2018)	struttura a pendolo inverso
CLASSE DI DUTTILITA'	(par. 7.2 DM 17/01/2018)	Struttura non dissipativa

Gli spettri sono stati calcolati mediante Risposta Sismica Locale nella Relazione Geologica allegata alla presente.

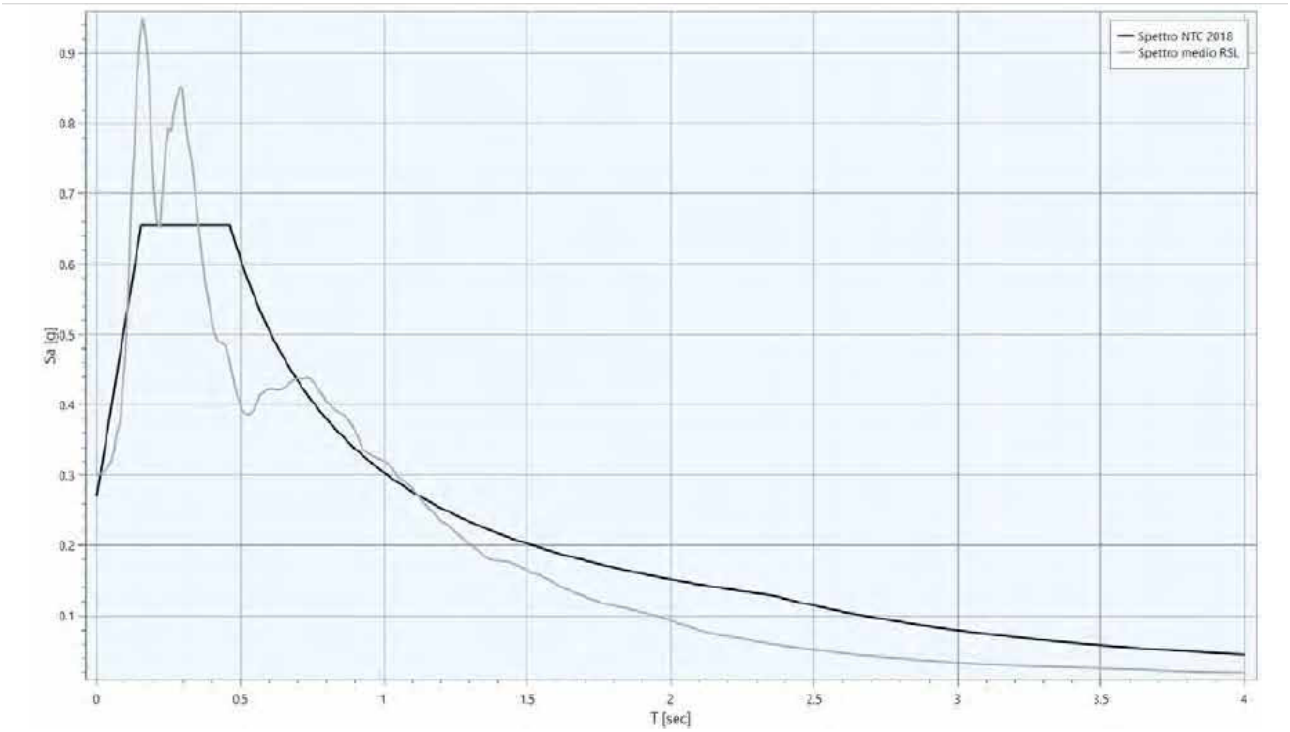
Copia informatica per consultazione

Spettri di risposta in superficie in campo di free-field - DB Itaca 2.3



Spettri di accelerazione desunti dall'analisi di Risposta sismica locale. In rosso, come richiesto da normativa è rappresentato lo spettro medio dei 7 accelerogrammi naturali di input

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

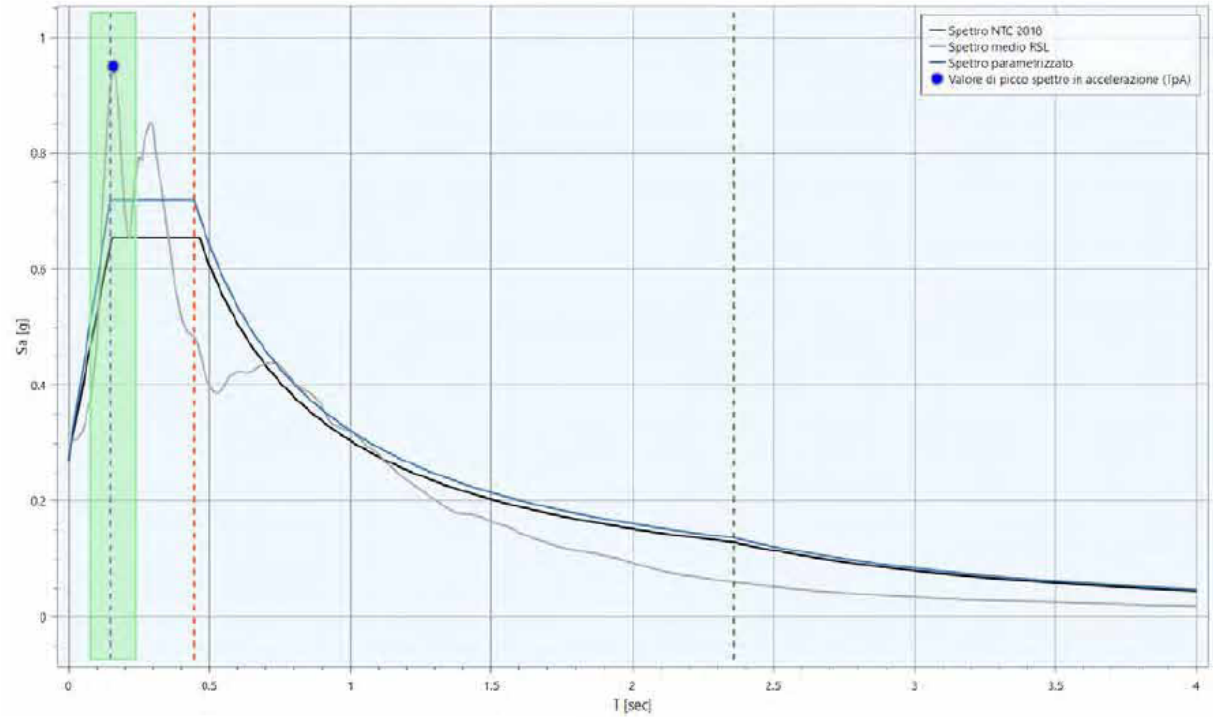


Confronto tra lo spettri medio desunto dall'analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL, lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18 e lo spettro normalizzat0 con

Copia informatica per consultazione

l'approccio rigoroso secondo l'Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 del Commissario del Governo per la Ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016.



Nel modello di calcolo è stato inserito lo spettro per punti secondo i dati forniti in allegato alla Relazione Geologica.

Lo spettro ottenuto con la RSL è stato implementato, all'interno del modello.

Spettri S.L. impostati dall'utente

Spallanzani

Spallanzani

Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

Classe di duttilità impostata Non Dissipativa

Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.50 ($q_o = C\ \alpha_u/\alpha_1$)

Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.50

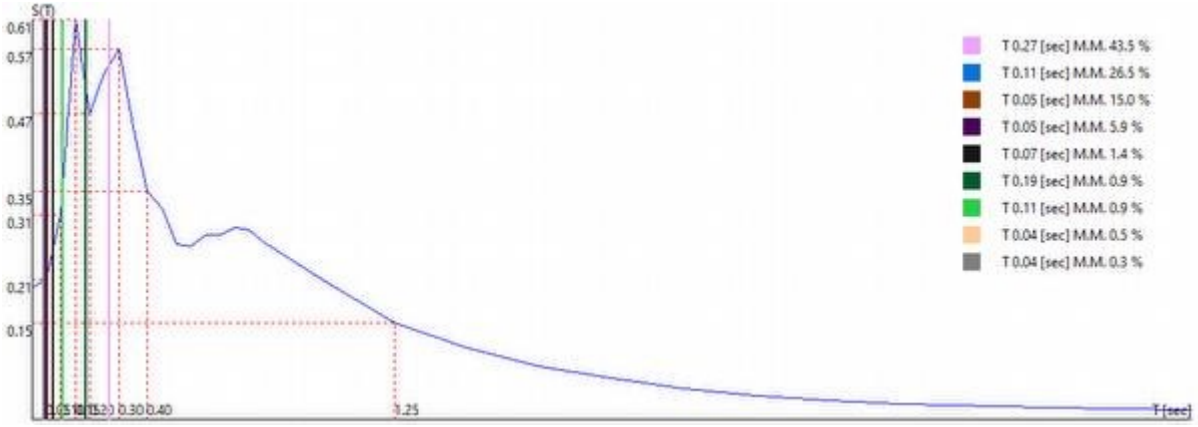
Fattore di struttura q per sisma verticale 1.50

Verifiche condotte in accordo con:

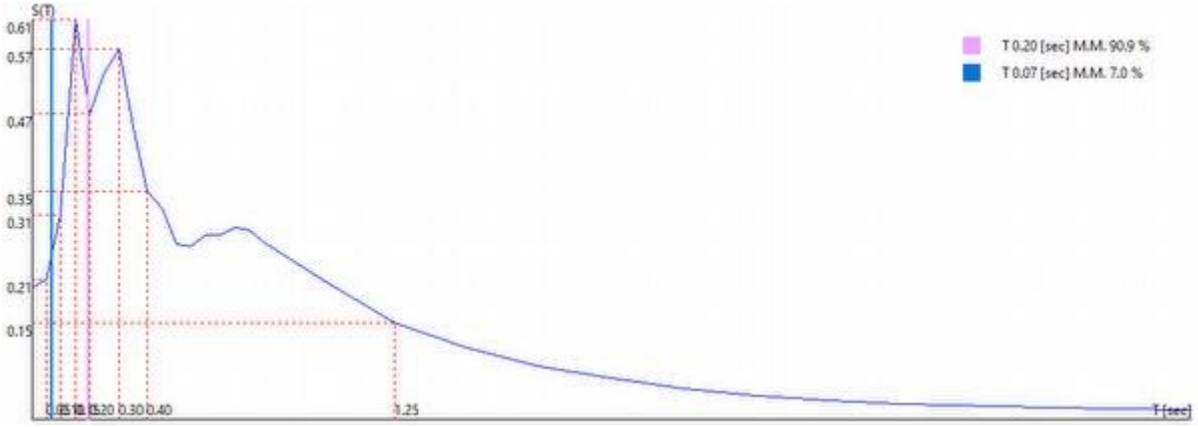
Testo Unico 2018

Spettri definiti per punti.

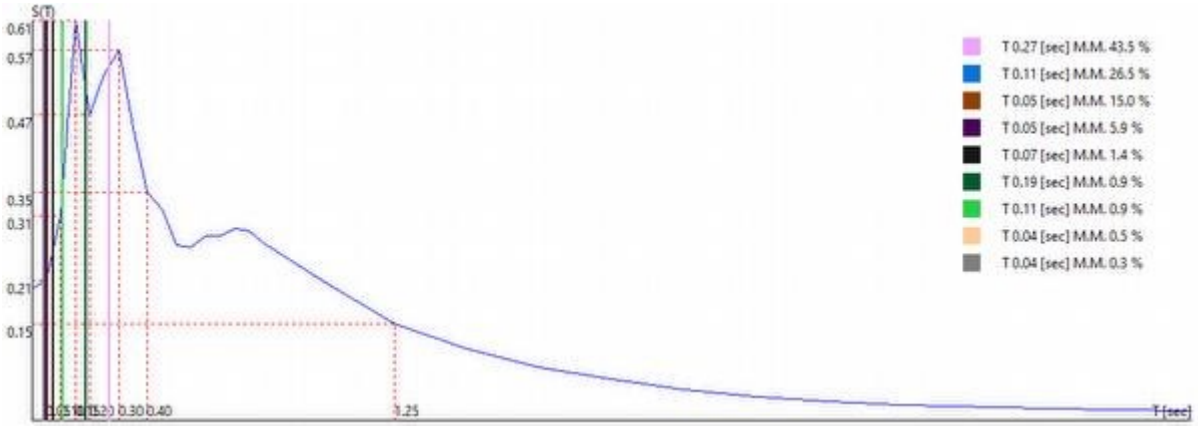
Copia informatica per consultazione



0.00 [°] SLU

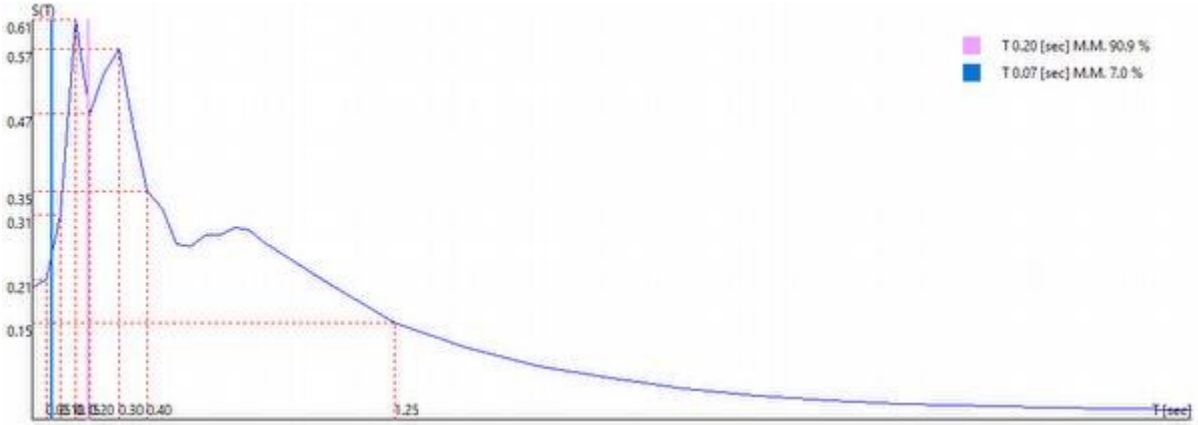


90.00 [°] SLU



180.00 [°] SLU

Copia informatica per consultazione



270.00 [°] SLU

3.7.2 Carichi gravitazionali

Per i materiali costituenti la struttura dell'edificio si assumono i seguenti pesi specifici:

γ cls = 24.00 kN/m^3

γ c.a. = 25.00 kN/m^3

γ acciaio = 78.50 kN/m^3

3.7.3 Carico neve

La valutazione del carico da neve è stata effettuata in ottemperanza al punto § 3.4 delle NTC '18.

Il carico da neve viene espresso dalla seguente equazione:

$$qs = \mu_i \, Ce \, Ct \, q_{sk}$$

Dove:

qs è il carico da neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma funzione dell'inclinazione delle falde (§ 3.4.5.1);

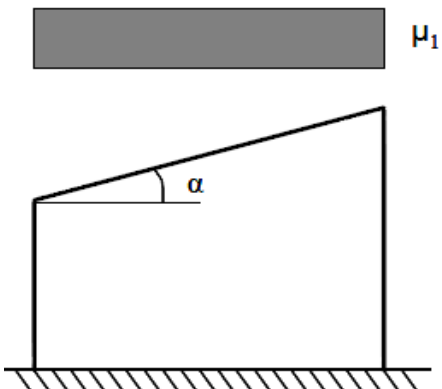
Ce è il coefficiente di esposizione funzione dell'area in cui sorge l'opera (§ 3.4.3);

Ct è il coefficiente termico usato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione (§ 3.4.5)

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo funzione della posizione geografica ove sorge la costruzione (§ 3.4.2)

nel seguito si riportano le risultanze del calcolo del carico neve ottenute mediante un foglio di calcolo.

Altezza sito S.L.M.	a_s	50	m
Coeff. Termico 3.4.5	C_t	1	
Località - provincia	Bologna		



Copia informatica per consultazione

Zona	ZONA I mediterranea		
Esposizione	Normale		
Coeff. Esposizone 3.4.3	C_e	1	
Ceoff. Forma 3.4.5.1	α	18	°
Parapetto alla base	○ si	◉ no	

2

Ceoff. Forma 3.4.5.1	μ_1	0,8

Carico neve suolo	q_{sk}	1,50	kN/mq
Carico in copertura	q_s	1,20	kN/mq

C3.4.3.3 **COPERTURA A DUE FALDE (O PIÙ)**

Si devono considerare, in alternativa, le due condizioni Caso (i) ed Caso (ii) riportate nella Figura C3.4.3.

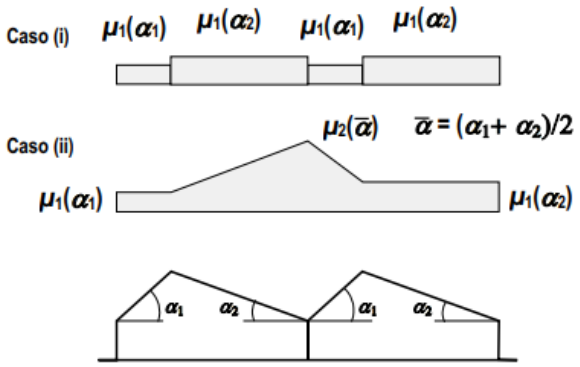


Figura C3.4.3 - *Coefficiente di forma per il carico neve – Coperture a più falde*

Considerando i valori limite α1 = α2 = 24°, risulta $\bar{\alpha}$=24°<30° ➔ non c'è accumulo (cfr tabella 3.4.II NTC 2018)

Copia informatica per consultazione

3.7.5 Azione del Vento

VENTO NTC 2018

Zona	Descrizione	$V_{b,0}$ m/s	a_0 m	k_0 1/s
6	Emilia Romagna	25	750	0,015

Tempo di ritorno	anni	50	
Moltiplicatore per il tempo di ritorno	α_R	1,000734	
Velocità di base relativa al tempo di ritorno	V_{bTR}	25,02	m/s

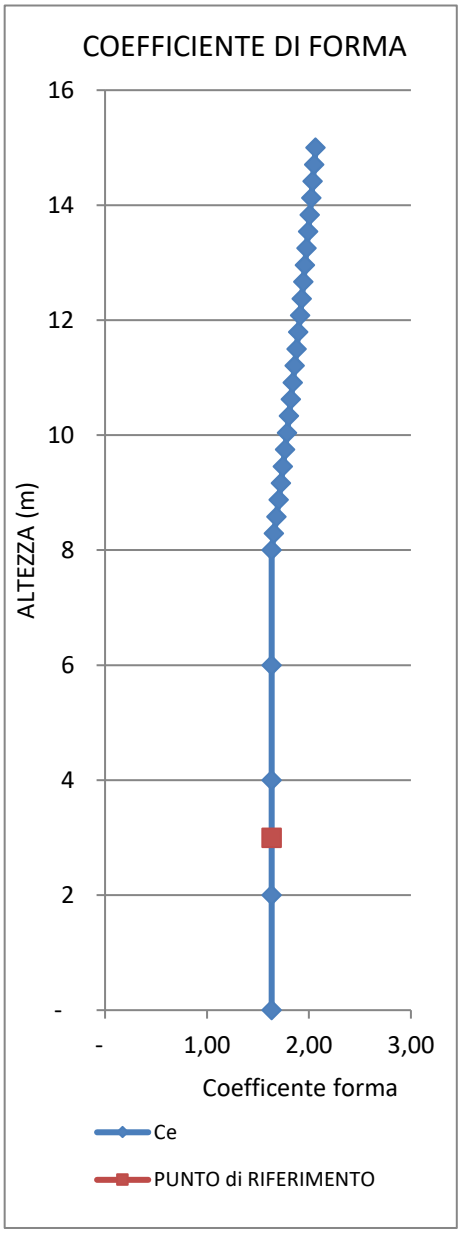
Densita dell'aria	ρ	1,25	kg/m^3
F§ NTC (3.3.4) Pressione cinetica di riferimento	q_b	391,20	N/m^2

Classe di rugosita terreno		B	
Coefficiente Topografico	c_t	1	
Categoria del suolo		IV	
	K_r	z_0 m	z_{min} m
	0,22	0,3	8

Altezza del suolo punto di riferimento	z	3	m
Coefficiente d'esposizione	c_e	1,63	
Coefficiente dinamico	c_d	1	

Pressione del vento GENERALE §NTC 3.3.4

Coefficiente di forma § C3.3.10	c_{pe}	1	
F§ NTC (3.3.4) Pressione vento p.to riferimento	p	0,64	kN/m^2



Copia informatica per consultazione

Per tettoie a doppia falda:

Tabella C3.3.XVI - *Coefficienti di forza per tettoie a doppia falda (α in °).*

Valori positivi	Tutti i valori di φ	$c_F = +0{,}2 + 0{,}7 \cdot \lvert\alpha\rvert/30$	
Valori negativi	$\varphi = 0$	$\alpha \le 0°$	$c_F = -0{,}5 + 0{,}1 \cdot \alpha/10$
		$\alpha \ge 0°$	$c_F = -0{,}5 - 0{,}2 \cdot \alpha/10$
	$\varphi = 1$	tutti i valori di α	$c_F = -1{,}4$

$\alpha 1 = \alpha 2 = 10°$

- ⇨ $c_{F,positivo}$ = 0.4
- ⇨ $c_{F,negativo}$ = -1.4

qp (compressione)= 0.64 x 0.4 = 0.25 kN/mq

qp (depressione) = 0.64 x (-1.4) = -0.90 kN/mq

3.7.6 Analisi carichi

Carichi su copertura

- Copertura in policarbonato 0.10 kN/mq

Carichi variabili (neve) 1.20 kN/mq

3.7.7 Combinazioni di carico

Numero di condizioni di carico ... : 7

Numero di combinazioni di carico . : 36

Condizione

1	PP
2	NEVE
3	PERM
4	VENTO PR
5	VENTO DEP
6	VENTO PR 1F
7	VENTO DEP 1F
8	Sisma 0SLU
9	Sisma 90SLU
10	Sisma 180SLU
11	Sisma 270SLU
12	Sisma 0SLD
13	Sisma 90SLD

Copia informatica per consultazione

Condizione

14	Sisma 180SLD
15	Sisma 270SLD

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico numero

1	NEVE
2	VENTO PR
3	VENTO DEP
4	VENTO PR 1F
5	VENTO DEP 1F
6	NEVE V1F
7	VENTO DEP SOLO
8	VENTO DEP SOLO 1F

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7
1	1.3	1.5	1.3	0.9			
2	1.3	0.75	1.3	1.5			
3	1.3	0.75	1.3		1.5		
4	1.3	0.75	1.3			1.5	
5	1.3	0.75	1.3				1.5
6	1.3	1.5	1.3			0.9	
7	0.9		0.9		1.5		
8	0.9		0.9				1.5

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione di carico numero

9	Sisma 0 / 90
10	Sisma 0 / 270
11	Sisma 90 / 0
12	Sisma 90 / 180
13	Sisma 180 / 90
14	Sisma 180 / 270
15	Sisma 270 / 0
16	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	3	8	9	10	11
9	1	1	1	0.3		
10	1	1	1			0.3
11	1	1	0.3	1		

Copia informatica per consultazione

12	1	1		1	0.3	
13	1	1		0.3	1	
14	1	1			1	0.3
15	1	1	0.3			1
16	1	1			0.3	1

Copia informatica per consultazione

3.9 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE ANALISI E MODELLAZIONE

3.9.1 Descrizione delle strutture

La struttura portante è a telaio, costituita da travi e pilastri in acciaio.

Si allegano alcune foto delle strutture.

Telai, colonne, travi trapezie

Colonne

Copia informatica per consultazione

Telai

Piastra di sommità colonna

Copia informatica per consultazione

Piastra di sommità colonna

Piastra di base

Copia informatica per consultazione

Piastra di base

Colonna

Copia informatica per consultazione

3.9.2 Metodologia di modellazione ed analisi

In base ai livelli di conoscenza scelti (si veda apposito par.), nel rispetto di quanto riportato nell'OPCM 3274 e Circolare n. 7/CSLLPP del 21 gennaio 2019 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", si opta per **un'analisi dinamica lineare** con applicazione un sistema di forze orizzontali, la cui entità viene definita dal DM 17/01/2018.

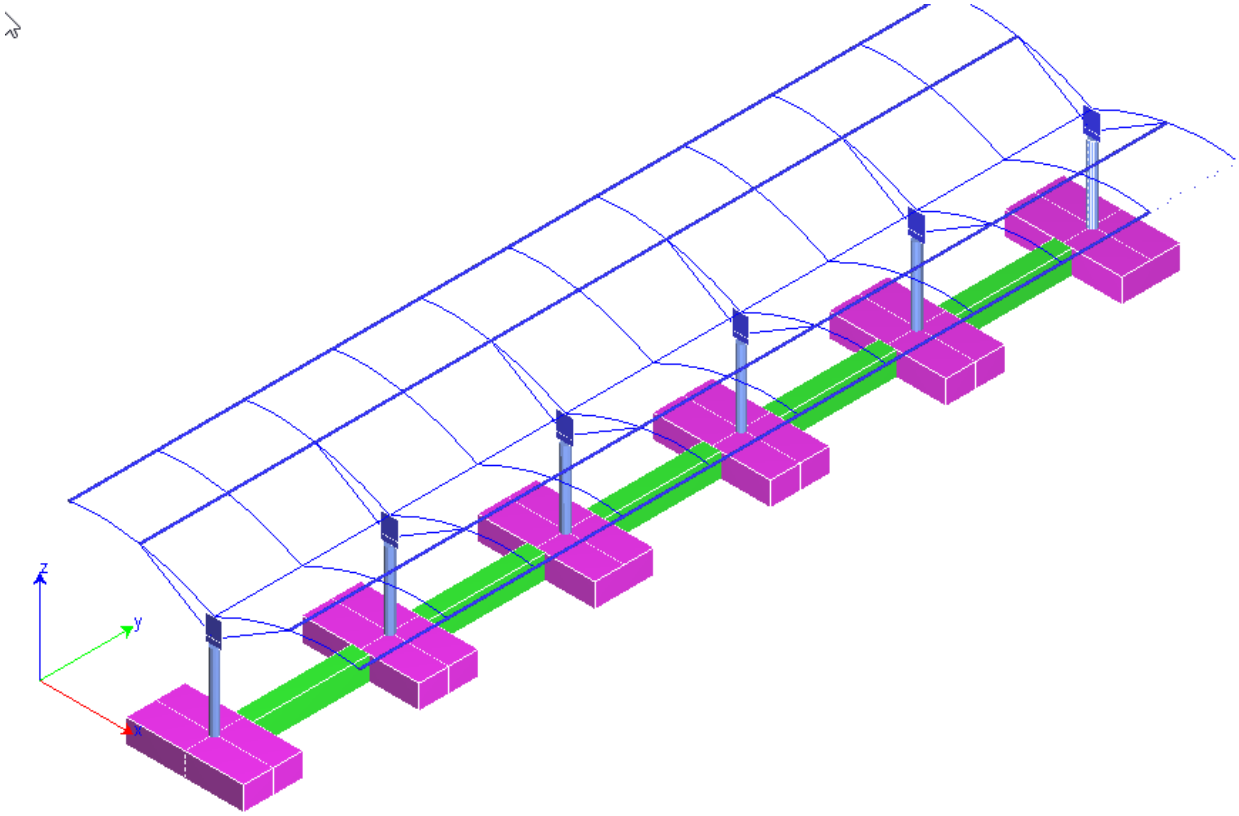
Il **fattore di comportamento q**, previsto nell'analisi dinamica dalle attuali normative, è stato posto **pari a 1.5**. Ciò permette un'adeguata analisi nei confronti dei meccanismi duttili e fragili nell'ambito della stessa modellazione.

Sono stati implementati **due modelli** al fine di individuare il comportamento delle strutture sia in **condizioni statiche** e in **presenza di sisma**.

il **Modello sismico** è stato **vincolato alla base degli elementi verticali con incastri** , mentre il **Modello statico** presenta le fondazioni con nodi di base vincolati come molle alla Winkler.

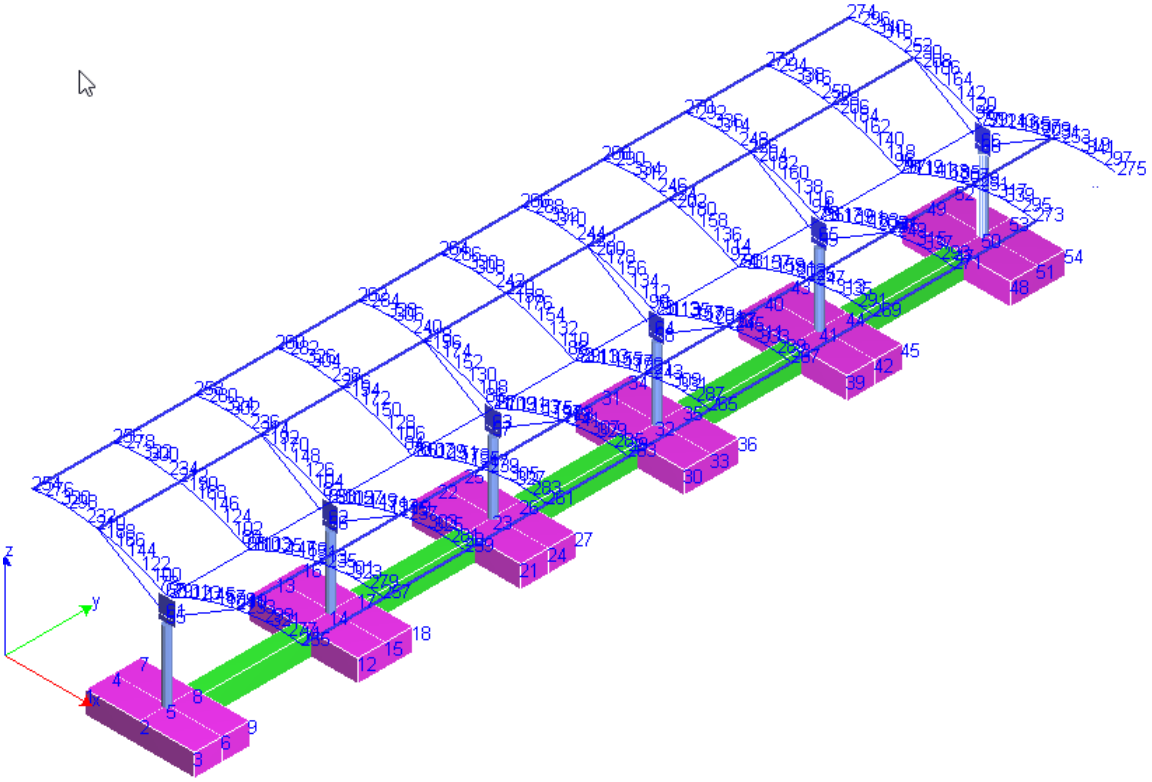
Nel modello agli elementi finiti sono state **implementati travi e pilastri mediante elementi monodimensionali** ai quali sono state assegnate le sezioni rilevate in sede di sopralluogo.

Le immagini a seguire mostrano la modellazione implementata.

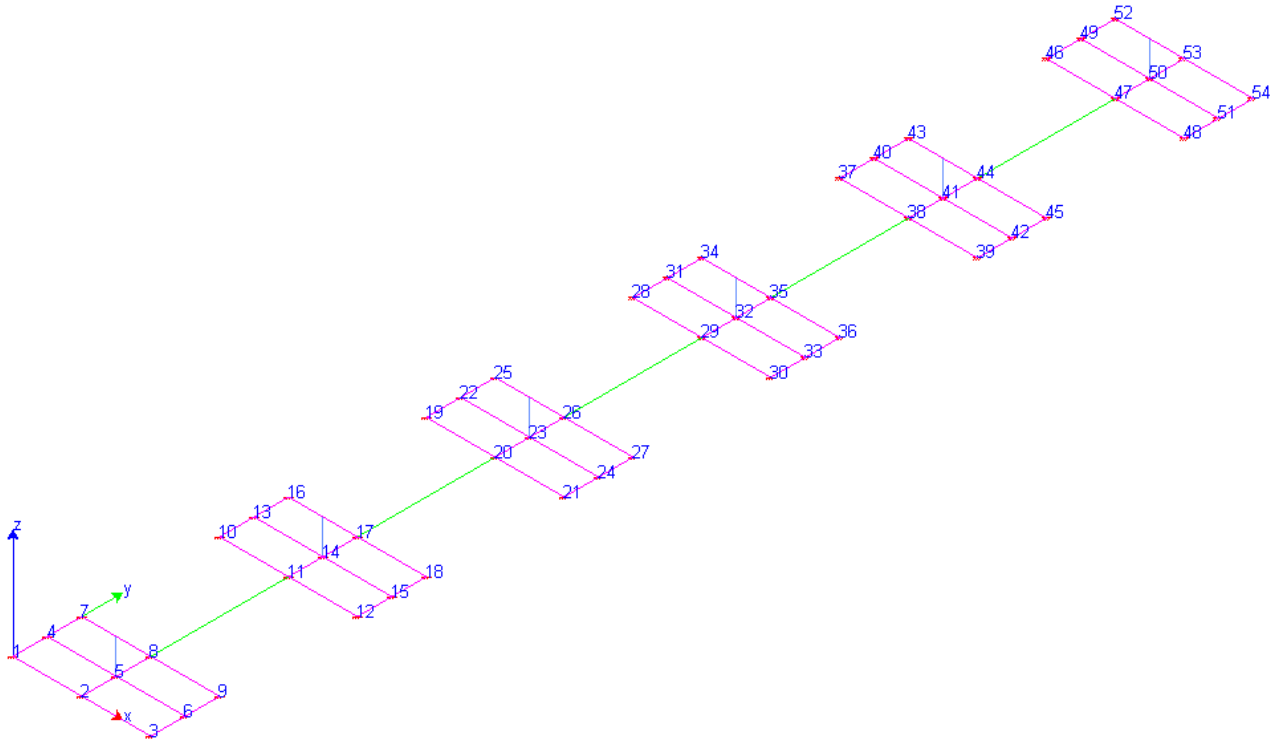


Pensilina – modello statico

Copia informatica per consultazione

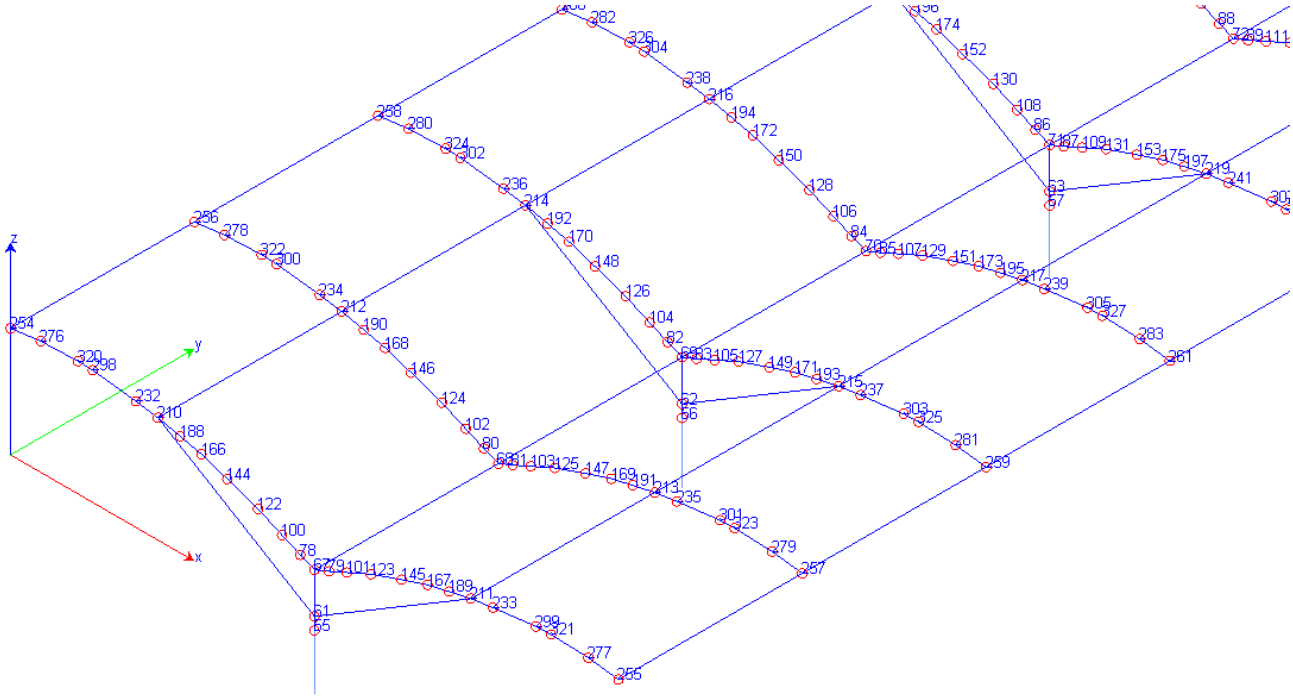


Numerazione Nodi

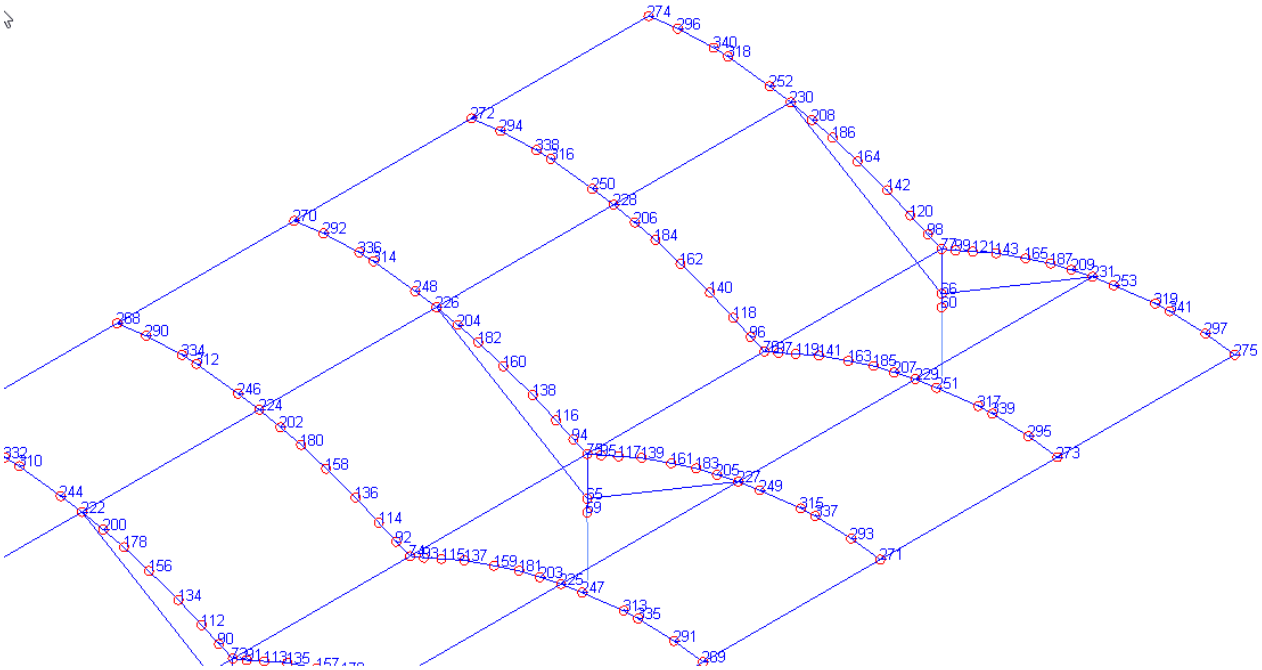


Numerazione Nodi FONDAZIONI

Copia informatica per consultazione



Numerazione Nodi copertura

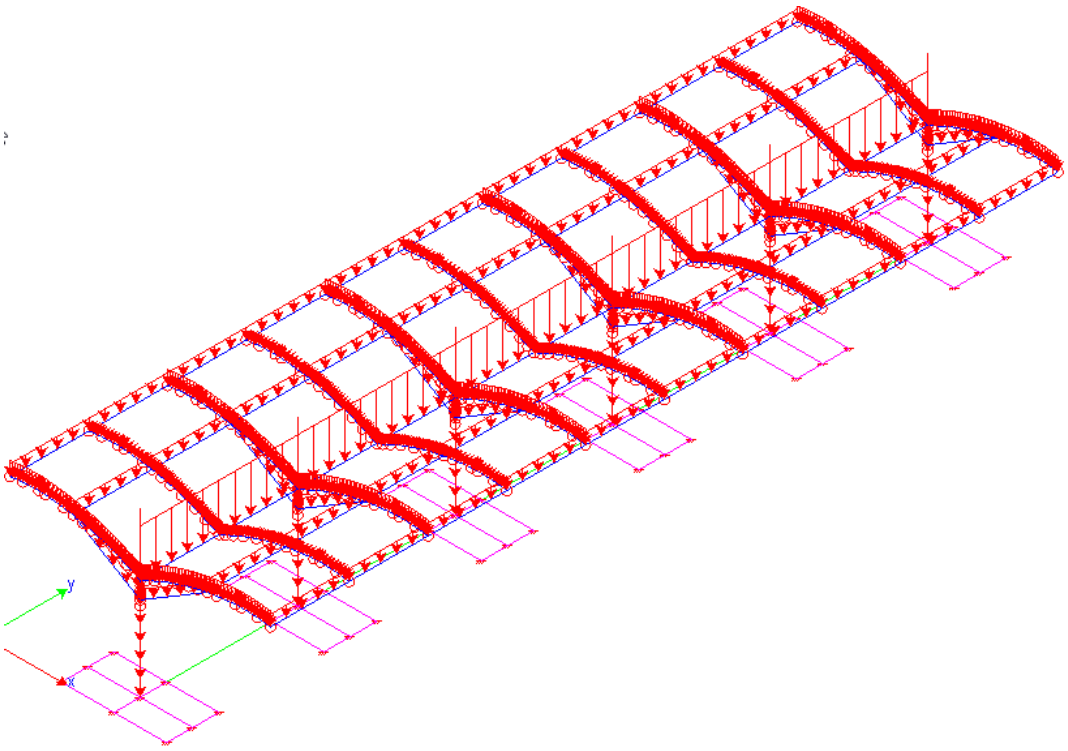


Numerazione Nodi copertura

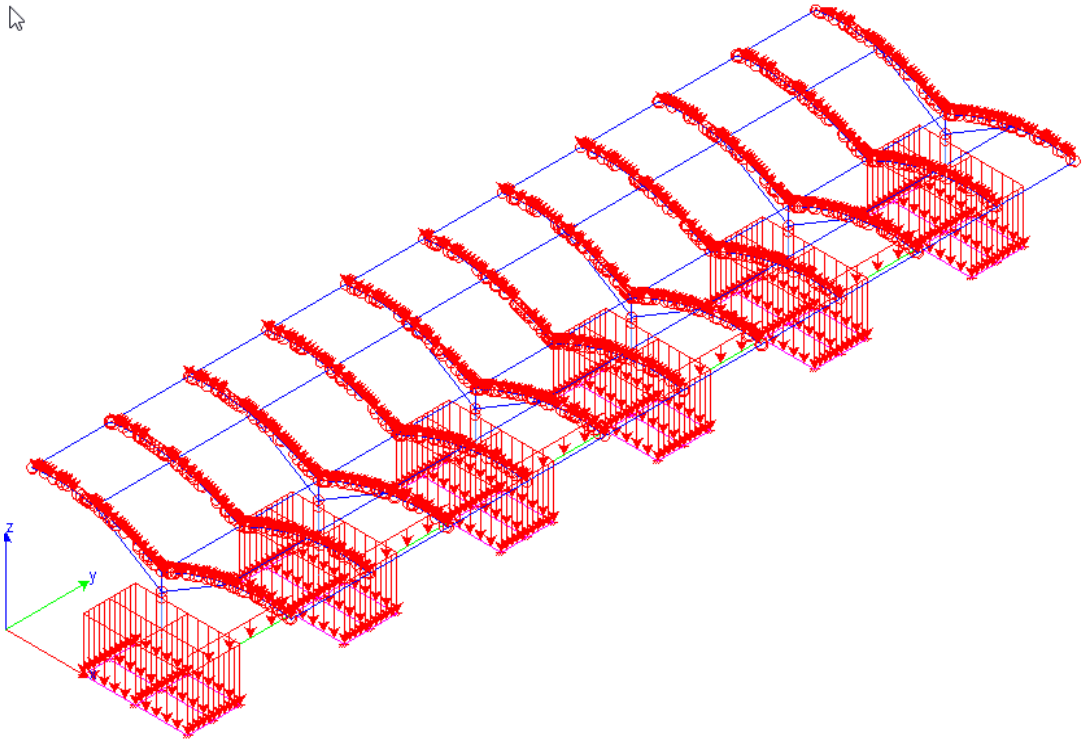
Copia informatica per consultazione

3.9.3 Schemi di applicazione dei carichi elementari

Si forniscono gli schemi di applicazione dei **carichi elementari**.

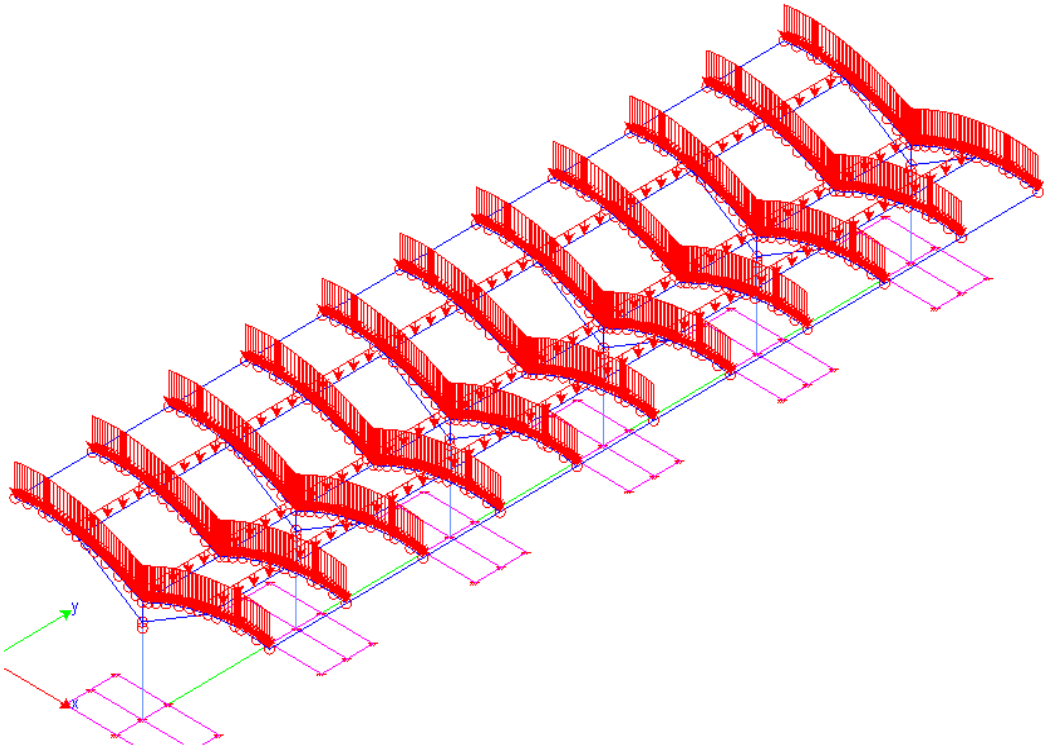


Peso proprio

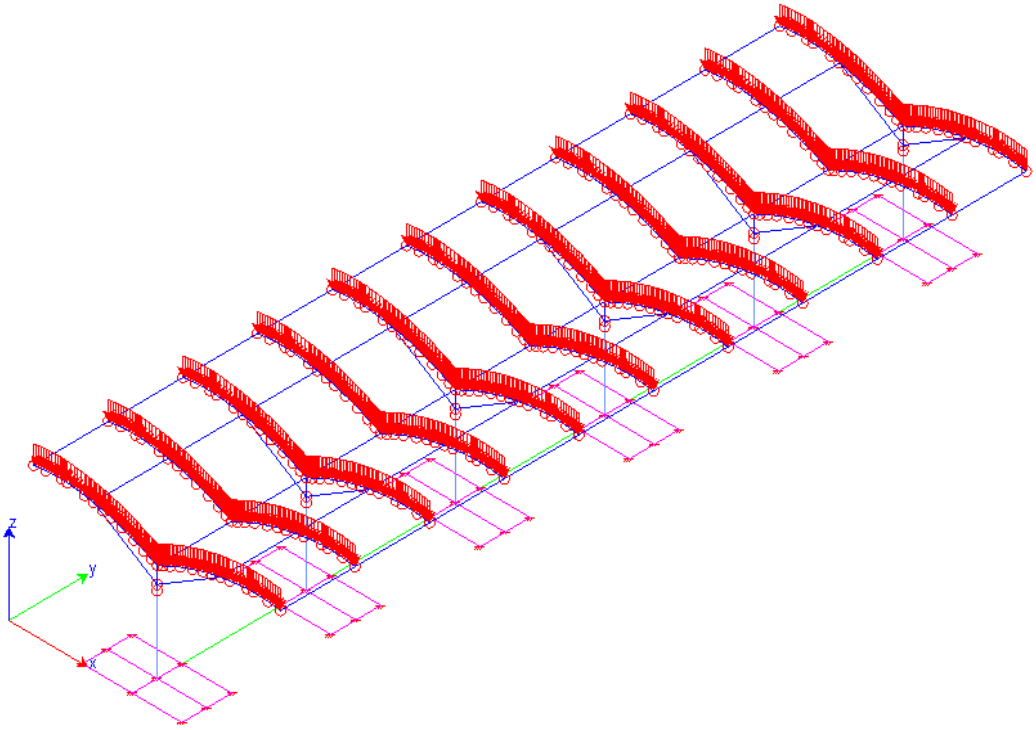


Carichi permanenti non strutturali

Copia informatica per consultazione

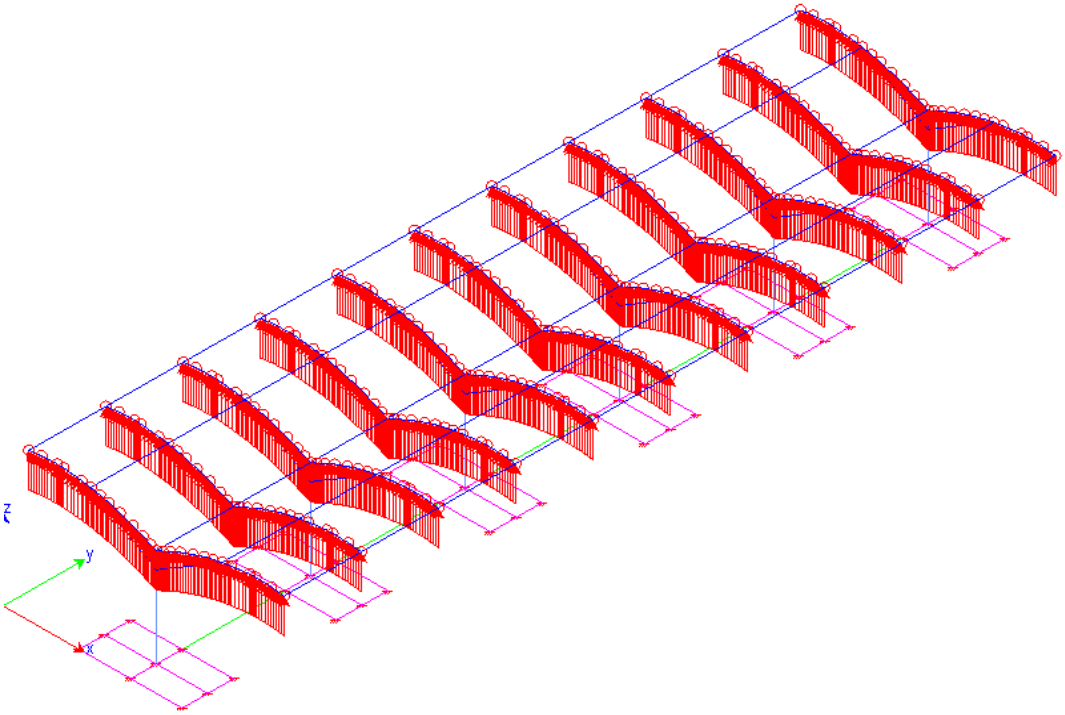


Carichi variabili neve

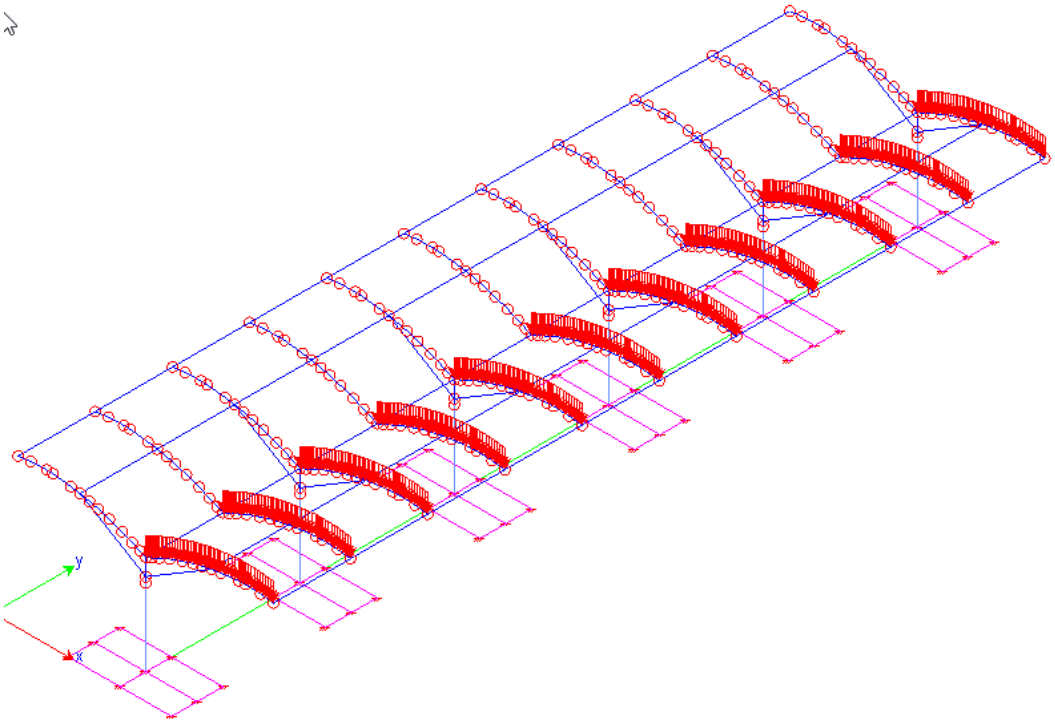


Carichi variabili Vento Pressione

Copia informatica per consultazione

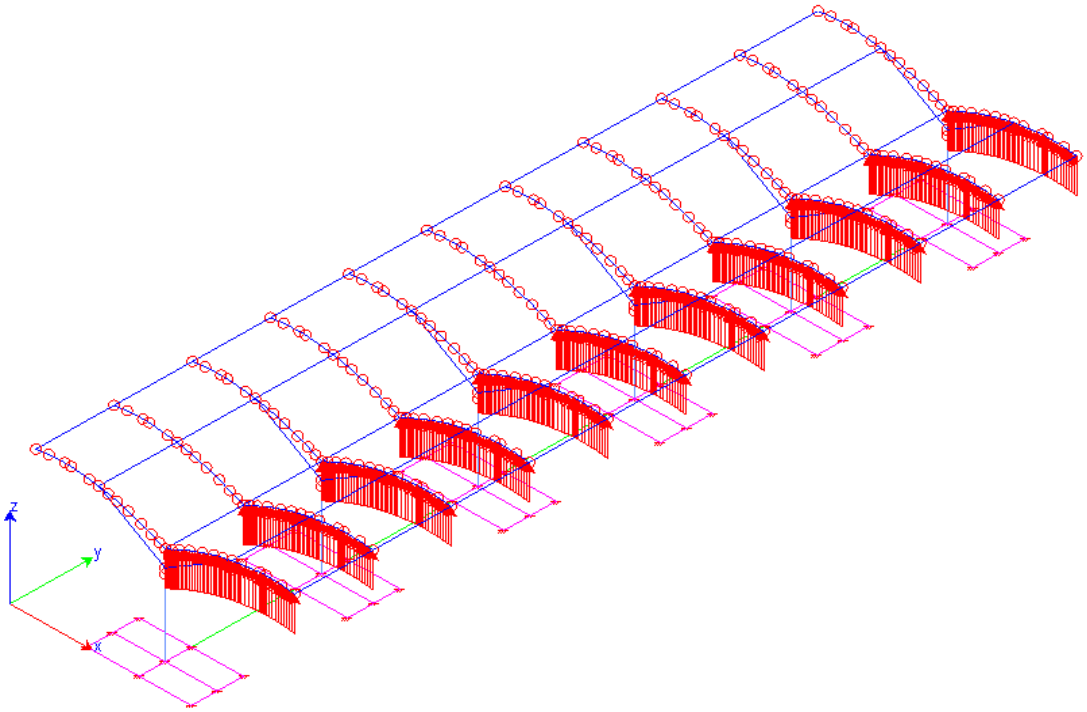


Carichi variabili Vento Depressione



Carichi variabili Vento Pressione 1 falda

Copia informatica per consultazione



Carichi variabili Vento Depressione 1 falda

3.9.4 Informazioni sul codice di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	WinStrand 2021/059
Versione:	2021059 moduli: Analisi strutturale – Verifica e Disegno C.A. – Verifiche Acciaio – Estensione GDL – Preflex – Pali – Verifica Sezioni Miste – Verifica e disegno lastre – Gestore Sezioni C.A. – Compositore Profili – Murature – Verifica resistenza al Fuoco – Edifici Esistenti
Produttore-Distributore:	Enexsys s.r.l., via Tizzano 46/2 – Casalecchio di Reno (BO)
Codice Licenza:	Licenza n. 1807 PLTCN1

3.9.5 Validazione del codice di calcolo

1 TEST DI VALIDAZIONE DEL SOFTWARE Documento relativo a: Affidabilità del Codice di calcolo WinStrand Ditta produttrice: En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna) Campo di applicazione: analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare. Il cap. 10 del Decreto del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 14 Gennaio 2008 fornisce le istruzioni relative alla Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo, cui il progettista delle strutture deve attenersi nella redazione

Copia informatica per consultazione

degli elaborati progettuali. Il punto 10.2 Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo specifica: "*Qualora l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, il progettista dovrà controllare l'affidabilità dei codici utilizzati e verificare l'attendibilità dei risultati ottenuti, curando nel contempo che la presentazione dei risultati stessi sia tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità.*"

Nella fase di stesura della relazione di calcolo, utilizzando i tabulati provenienti da codici di calcolo, è demandato al progettista il compito di analisi preliminare della documentazione: Il progettista dovrà esaminare preliminarmente la documentazione a corredo del software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, che sarà fornita dal produttore o dal distributore del software, dovrà contenere una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonchè casi prova interamente risolti e commentati, per i quali dovranno essere forniti i file di input necessari a riprodurre l'elaborazione. Il presente documento costituisce assieme alle stampe degli esempi documento di validazione dei software prodotti dalla En.Ex.Sys srl.

2 BENCHMARK

Il controllo della affidabilità delle analisi numeriche è stato condotto su una serie di esempi di letteratura lacui soluzione sia esprimibile in forma chiusa, allo scopo di verificare l'affidabilità del software.Gli esempi condotti, corredati della fonte di riferimento, dei risultati numerici e dei file dati permettono lariproduzione integrale degli stessi da parte degli utenti.

Test 001:Frequenze naturali di vibrazione di una trave appoggiata
Test 002:Frequenze naturali di vibrazione di una trave a mensola
Test 003:Frequenza naturale di vibrazione di un oscillatore semplice
Test 004:Trave piana con estremi incastrati
Test 005:Sistema piano di aste sospese
Test 006:Stato tensionale di una trave inflessa
Test 007:Stato tensionale di una trave inflessa
Test 008:Sistema piano di aste sospese
Test 009:Trave a mensola soggetta a momento torcente concentrato
Test 010:Telaio piano
Test 011:Trave reticolare piana
Test 012: Controllo dell'analisi condotta considerando il comportamento monolatero degli elementi biella - trave
Test 013:Aste piane e carico termico
Test 014:Flessione in una piastra circolare

3 Test 001 -Frequenze naturali di vibrazione di una trave appoggiata

Fonte: Ray, W. Clough, Joseph Penzien -Dynamics of Structures; Mc Graw-Hill Book Company, cap. 18
Tipi di analisi: dinamica modale
Descrizione schema statico: trave a sezione costante isostaticamente vincolata con due appoggi semplici soggetta al solo peso proprio.

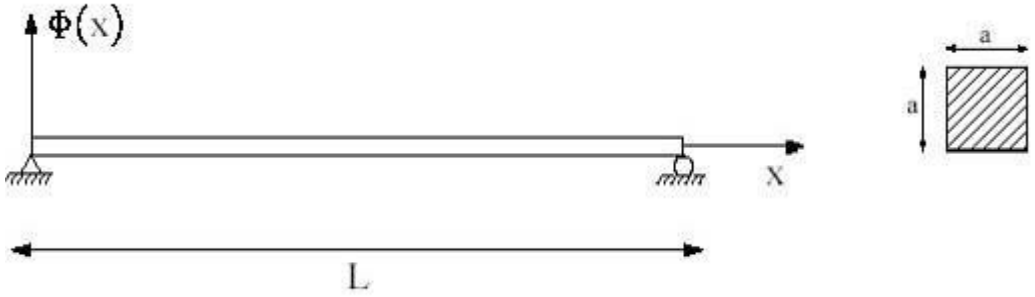


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare i primi tre modi di vibrare.

- Dati:

Copia informatica per consultazione

E = 2100000 [Kg/cm^2]
a = 30 [cm]
L = 10 [m]
Pp = 706.5 [Kg/m]

Modello: La trave reale viene modellata con 20 elementi finiti di uguale lunghezza. I nodi di estremità vengono vincolati in modo da lascire libera solo la rotazione Y. Per tutti i nodi restanti si lascia libera la rotazione Y e le traslazioni nel piano XZ.
File dati: Test 001

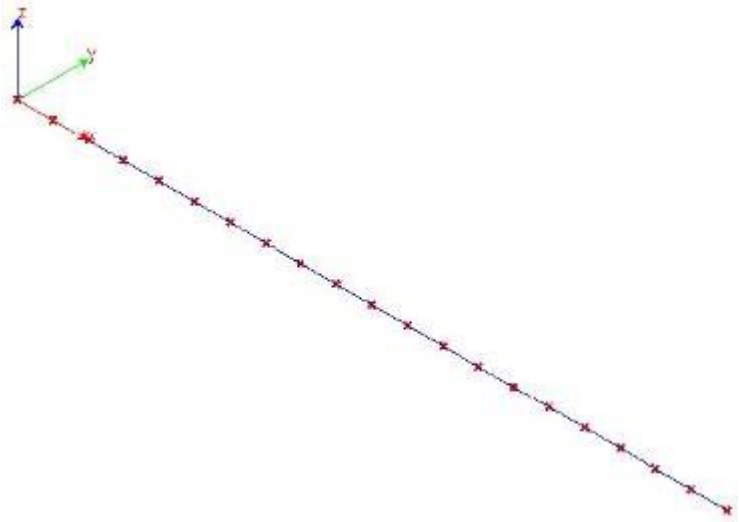


Fig. 2 Modello

• Analisi dei risultati:

Soluzione teorica		WinStrand	rapporto
ω1 [rad/s]	43.79	43.74	0.999
ω2 [rad/s]	175.16	174.34	0.995
ω3 [rad/s]	394.11	389.96	0.990

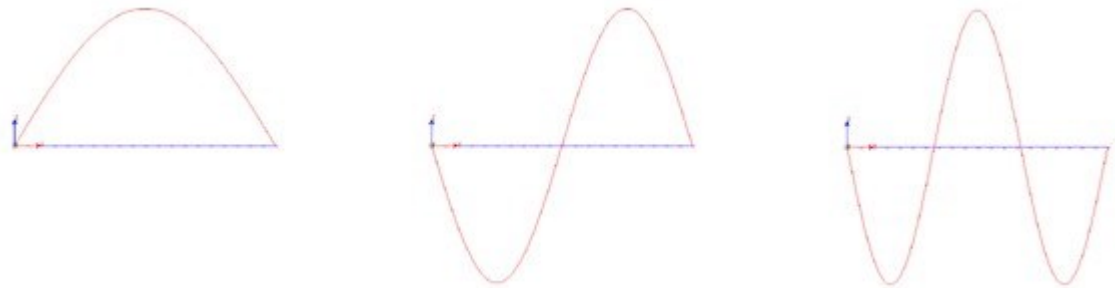


Fig. 3 Prime tre forme modali

3.1 Test 002 -Frequenze naturali di vibrazione di una trave a mensola

Fonte: Ray, W. Clough, Joseph Penzien -Dynamics of Structures; Mc Graw-Hill Book Company, cap.
Tipi di analisi: dinamica modale
Descrizione schema statico: trave a sezione costante con un estremo incastrato e l'altro libero soggetta al solo peso proprio.

Copia informatica per consultazione

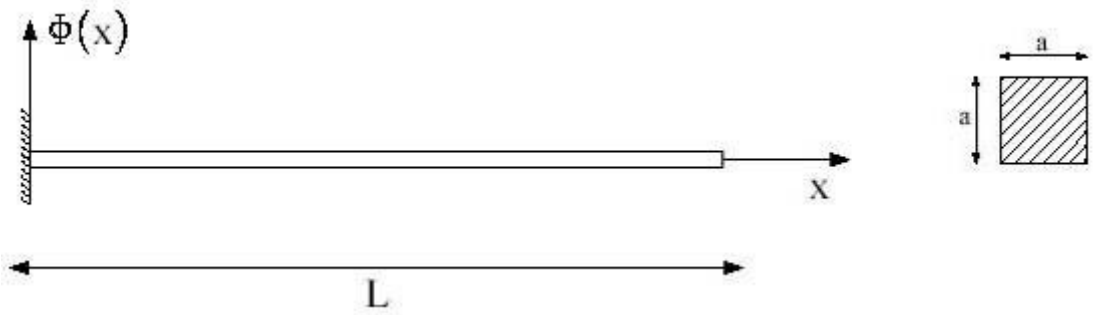


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare i primi tre modi di vibrare.

- Dati:

E = 2100000 [Kg/cm^2]
a = 30 [cm]
L = 10 [m]
Pp = 706.5 [Kg/m]

Modello: La trave reale viene modellata con 20 elementi finiti di uguale lunghezza. Il primo nodo di estremità viene vincolato completamente in modo da bloccare tutti i gradi di libertà. Per tutti i nodi restanti si lascia libera la rotazione Y e le traslazioni nel piano XZ.
File dati: Test 002

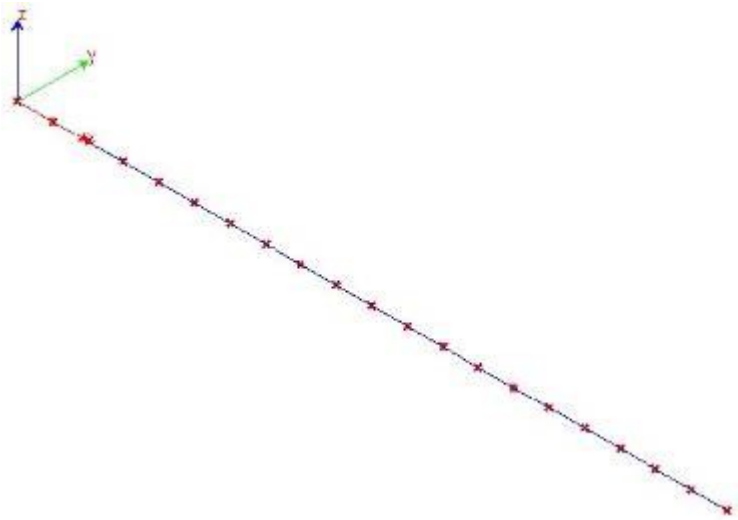


Fig. 2 Modello

- Analisi dei risultati:

Soluzione teorica		WinStrand	rapporto
ω1 [rad/s]	15.60	15.57	0.998
ω2 [rad/s]	97.76	97.00	0.992
ω3 [rad/s]	273.76	269.52	0.985

Copia informatica per consultazione

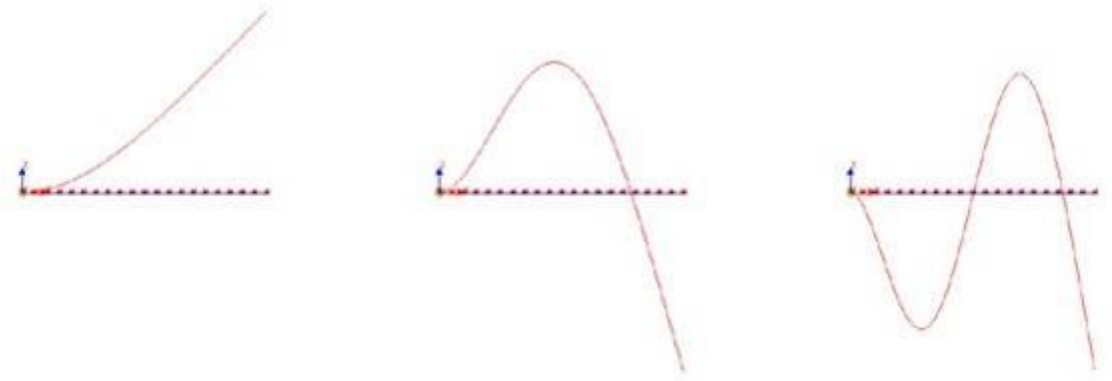


Fig. 3 Prime tre forme modali

3.2 Test 003 -Frequenza naturale di vibrazione di un oscillatore semplice

Fonte: W. T. Thomson - Vibrazioni Meccaniche Teoria ed applicazioni; Tamburini editore Milano
Tipi di analisi: dinamica modale
Descrizione schema statico: sistema dinamico ad un solo grado di libertà formato da una molla con un estremo vincolato connessa nell'altro estremo ad un massa. La molla è considerata priva di massa e con rigidezza K.

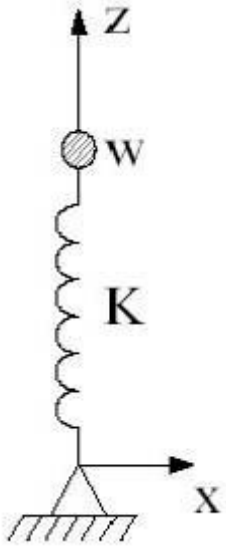


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare il periodo proprio del sistema.

- Dati:

K = 857.18 [Kg/m]
w = 1.13 [Kg] (2.5 [lb])
g = 9.81 [m/sec^2]

Modello: Per simulare la molla si è impiegato un elemento pilastro (in direzione Z) con rigidezza assiale EA/L pari a quella della molla. La lunghezza L della molla è arbitraria. Il primo nodo di estremità viene vincolato completamente in modo da bloccare tutti i gradi di libertà. L'estremo opposto ha un solo grado di libertà libero nella direzione di traslazione Z. La massa è modellata con una forza concentrata Pz in testa al pilastro pari a w.
File dati: Test 003

Copia informatica per consultazione

Fig. 2 Modello

•

		WinStrand	rapporto
Analisi dei risultati: ω1 [rad/s]	Soluzione teorica 86.085	86.120	1.0000

3.3 Test 004 -Trave piana con estremi incastrati

Fonte: Timoshenko -Strength of Material, Part I, Elementary Theory and Problems, pag. 26, problem 10
Tipi di analisi: statica lineare
Descrizione schema statico: asta prismatica di sezione costante incastrata agli estremi e soggetta alle azioni assiali F1 ed F2 in corrispondenza di due sezioni intermedie.

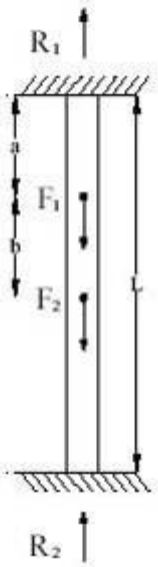


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare le reazioni vincolari R1 ed R2 trascurando il peso delle aste.

- Dati:

E = 2068428 [Kg/cm^2]
L = 24.5 [m]

Copia informatica per consultazione

a = b = 0.3 L = 7.62 [m]
A = 100 [cm^2]
F1= 2.0 [t]
F2 = 0.45349 [t]

Modello: I nodi vengono inseriti in corrispondenza delle estremità vincolate e dei due punti di applicazione delle forze F1 ed F2.
File dati: Test 004

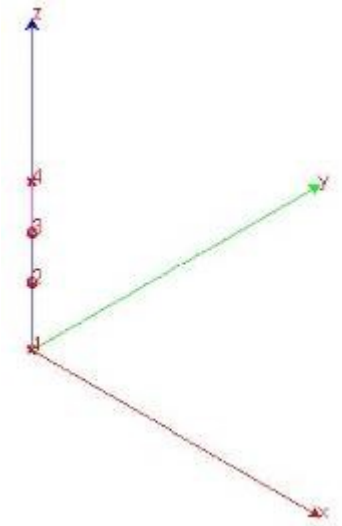


Fig. 2 Modello

- Analisi dei risultati:

		WinStrand	rapporto
	Soluzione teorica 408.23	408.23	1.000
R1 [Kg] R2 [Kg]	272.15	272.15	1.000

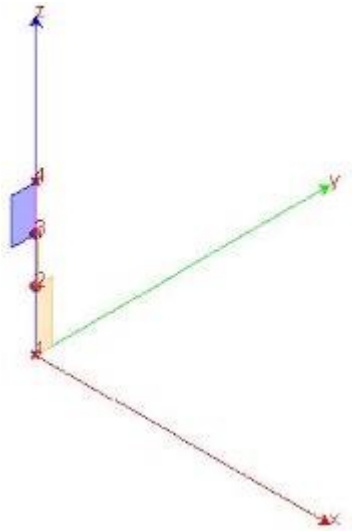


Fig. 3 Diagramma sforzo normale nelle aste: asta 1-2 compressa, asta 3-4 tesa

3.4 Test 005 -Sistema piano di aste sospese

Fonte: Timoshenko -Strength of Material, Part I, Elementary Theory and Problems, pag. 10, problem 2
Tipi di analisi: statica lineare

Copia informatica per consultazione

Descrizione schema statico: struttura simmetrica costituita da due aste inclinate connesse sull'asse di simmetria e vincolate sulle due estremità rimanenti (vedi Fig. 1). Le aste sono di acciaio con lunghezza L e sezione trasversale pari ad A. Il carico concentrato F agisce sulla sezione di simmetria.

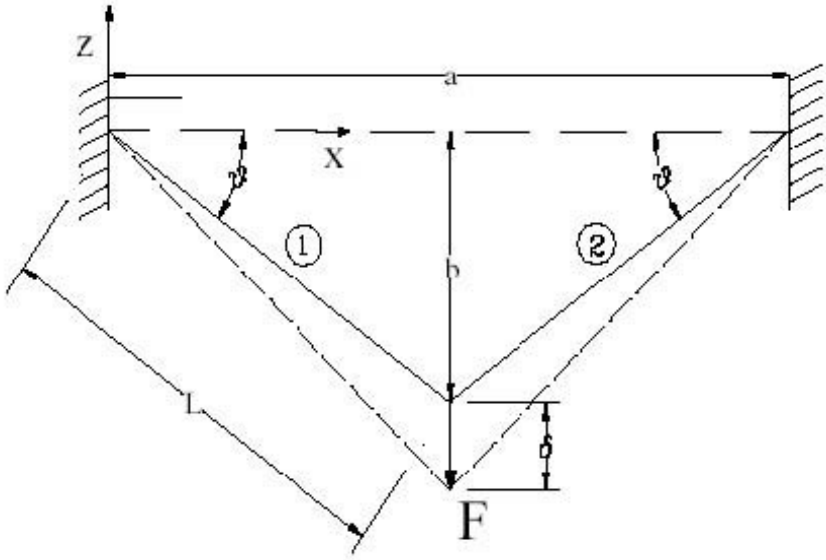


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare il valore della tensione σ in ciascuna delle aste e lo spostamento δ della sezione di simmetria trascurando il peso delle aste.

- Dati:

E = 2068428 [Kg/cm^2]
L = 457.20 [cm]
θ = 30 [°]
A = 3.23 [cm^2]
F = 2267 [kg]

Modello: La distanza tra i nodi di estremità è calcolata pari ad a= 2L cos θ. La freccia con cui posizionare il nodo intermedio vale b= L sin θ.
File dati: Test 005

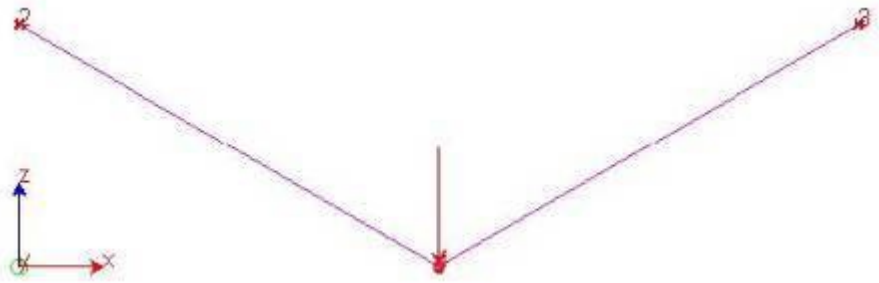


Fig. 2 Modello

- Analisi dei risultati:

			rapporto
	Soluzione teorica 689.5	WinStrand	1.018
σ [Kg/cm2] δ [mm]	3.048	701.86 3.103	1.018

Copia informatica per consultazione

Fig. 3 Deformata

3.5 Test 006 -Stato tensionale di una trave inflessa

Fonte: Timoshenko -Strength of Material, Part I, Elementary Theory and Problems, pag. 98, problem 4
Tipi di analisi: statica lineare
Descrizione schema statico: trave isostatica di luce L con due sbalzi di luce a soggetti al carico distribuito di intensità w. La trave ha sezione a doppio T con sezione trasversale pari ad A.

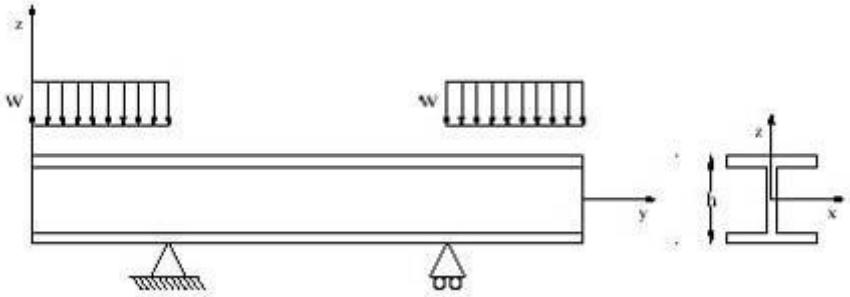


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare nella sezione di mezzeria il valore della tensione σmax e dello spostamento verticale δ trascurando il peso delle aste.

- Dati:

E = 2068428 [Kg/cm^2]
L = 609.6 [cm]
a = 304.8 [cm]
h = 76.2 [cm]
A = 326.77 [cm^2]
J = 328488 [cm^4]
w = 14.88 [t/m]

Modello: I due nodi di estremità e quello in posizione mediana sono liberi. Il primo nodo nella posizone del primo vincolo ha un solo grado di libertà libero (rotazione Y) mentre il nodo in corrispondenza del secondo vincolo ha due gradi di libertà (rotazione Y e traslazione X).
File dati: Test 006

Fig. 2 Modello

- Analisi dei risultati:

Copia informatica per consultazione

			WinStrand	rapporto
				1.020
σ [cm2] δ [mm]		Soluzione teorica 786 4.620	802 4.725	1.023

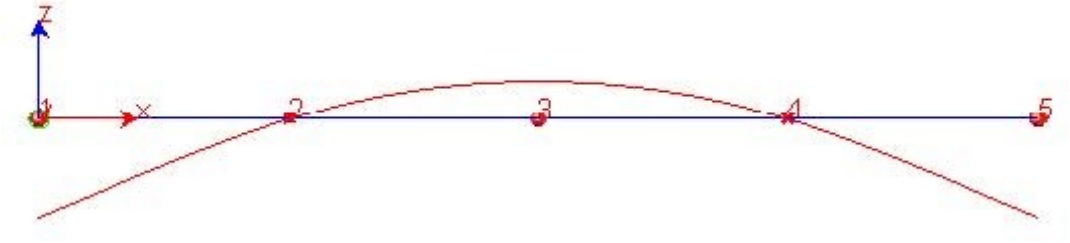


Fig. 3 Deformata

3.6 Test 007 -Stato tensionale di una trave inflessa

Fonte: Cremonesi - Manuale Ingegneria Civile, ESAC, SEZ. I, pag. 82
Tipi di analisi: statica lineare
Descrizione schema statico: trave con incastro sul primo estremo e carrello sull'estremo opposto. La trave con sezione trasversale circolare con diametro d e luce L è soggetta al carico uniformemente distribuito q su tutta la campata.

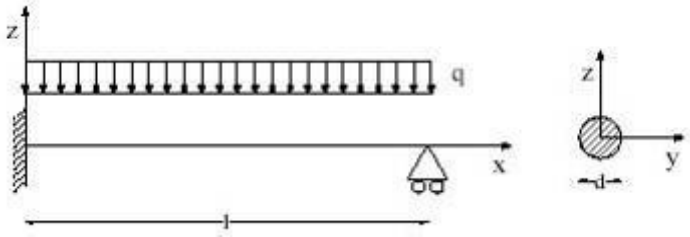


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare nella sezione incastrata il valore del momento flettente Ma e nella sezione opposta il valore del taglio Vb. Si trascura il peso delle aste.

- Dati:

E = 2068428 [Kg/cm^2]
L = 50.8 [cm]
d = 3.81 [cm]
q = 1.784 [t/m]

Modello: La trave viene modellata con due aste in serie. Il nodo sulla prima estremità viene incastrato (zero gradi di libertà), quello in posizione mediana è totalmente libero, il nodo sull'estremità opposta ha due gradi di libertà liberi(rotazione Y e traslazione X).
File dati: Test 007

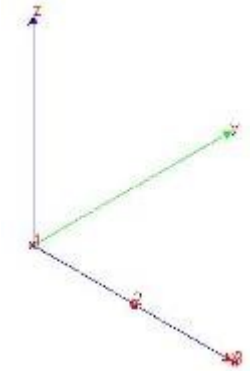


Fig. 2 Modello

- Analisi dei risultati:

Copia informatica per consultazione

			rapporto
	Soluzione teorica 0.057	WinStrand	1.000
Ma [tm] Vb [Kg]	340.19	0.057 340.17	1.000

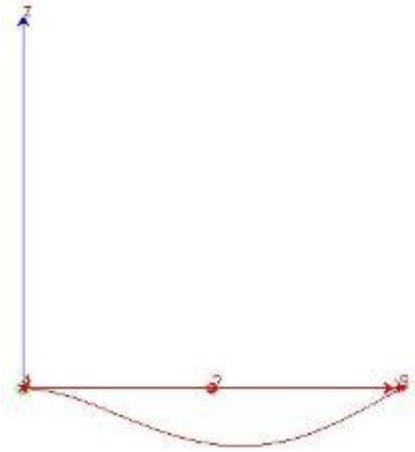


Fig. 3 Deformata

3.7 Test 008 -Sistema piano di aste sospese

Fonte: W. Nash, Strength of Material, pag. 28, prob. 2.3
Tipi di analisi: statica lineare
Descrizione schema statico: una barra orizzontale infinitamente rigida, caricata con due forze concentrate F, è sospesa in tre punti con le aste verticali descritte in Fig. 1. Le due aste più esterne sono in acciaio mentre quella intermedia è in rame. Nel punto di sospensione le tre aste sono incastrate.

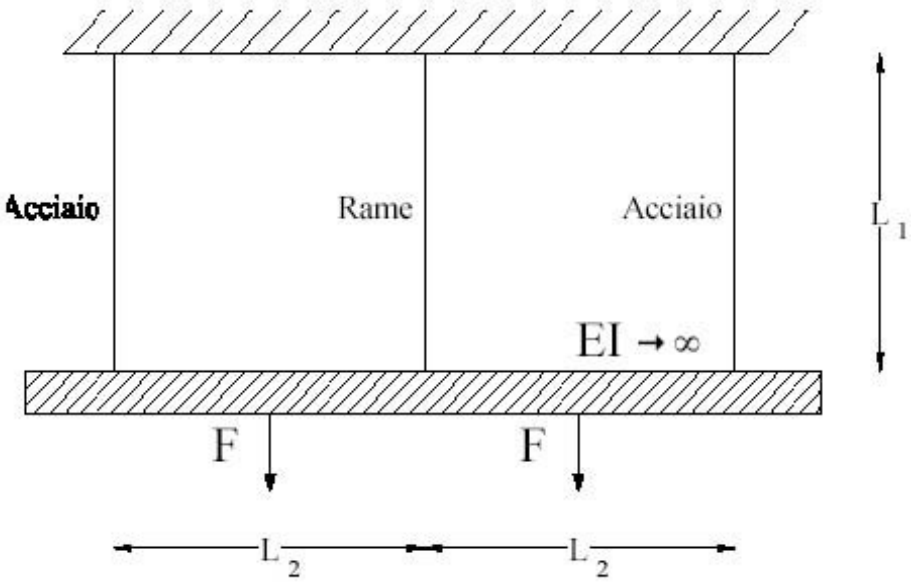


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare lo sforzo assiale in ciascuna delle tre aste. Si trascura il peso delle aste.

- Dati:

E.acc = 2068428 [Kg/cm^2]
E.rame = 1172110 [Kg/cm^2]
L1 = 213.36 [cm]
L2 = 304.80 [cm]
A.acc = 3.2258 [cm^2]

Copia informatica per consultazione

A.rame = 9.6774 [cm^2]
F = 5.44 [t]

Modello: Il sistema simmetrico è descritto con 8 nodi di cui 3 nei punti di sospensione delle aste verticali, 3 nelle intersezioni delle aste verticali con la barra orizzontale e 2 nei punti di applicazione dei carichi F. Tra i suddetti nodi si connettono 7 aste con le relative caratteristiche. I tre nodi di sospensione sono completamente vincolati (zero gradi di libertà). Tutti gli altri nodi posso spostarsi nel piano X-Z e ruotare intorno ad Y. La barra infinitamente rigida è simulata assegnando un modulo elastico di quattro ordini di grandezza maggiore rispetto agli altri.

• File dati: Test 008

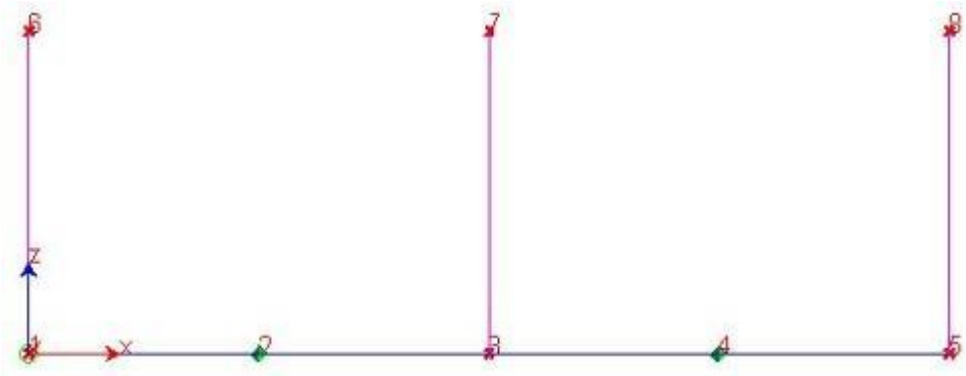


Fig. 2 Modello

- Analisi dei risultati:

	Soluzione teorica 2.94	WinStrand	
R6=R8 [t] R7 [t]	4.98	2.99 4.90	rapporto 1.017 0.984

R5, R6 ed R7 sono le reazioni verticali nei rispettivi nodi. Tali valori eguagliano gli sforzi normali nelle corrispondenti aste.

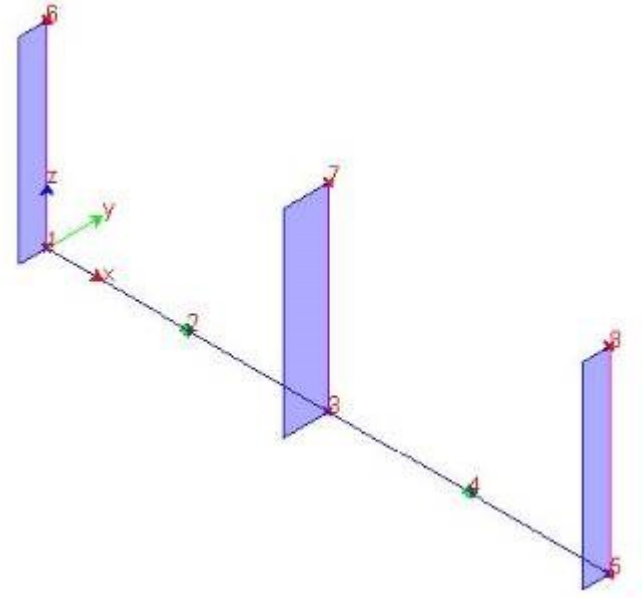


Fig. 3 Diagrammi degli sforzi normali

3.8 Test 009 -Trave a mensola soggetta a momento torcente concentrato

Copia informatica per consultazione

Fonte: NAFEMS, Background to Benchmarks, 1993, test LE5
Tipi di analisi: statica lineare
Descrizione schema statico: trave con incastro sul primo estremo e libera sull'estremo opposto. La trave con sezione trasversale a Z di spessore t e luce L è soggetta in corrispondenza della sezione sull'estremità libera ad una coppia torcente generato dalla presenza di due forze di taglio S concentrate sulle ali.

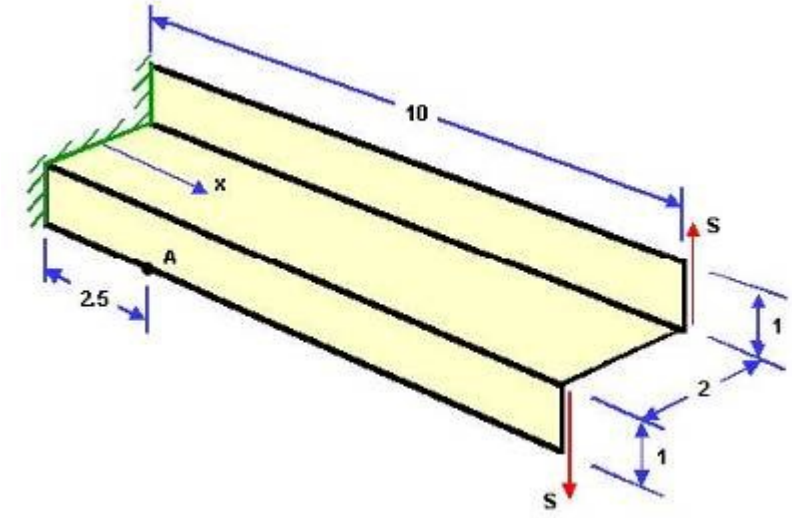


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare nel punto A la tensione normale σx nella sezione trasversale condotta in x=2,5 m dall'incastro. Si trascura il peso della trave.

- Dati:

E = 2100000 [Kg/cm^2]
ν = 0.3
L = 10 [m]
t = 0.1 [m]
S = 0.6 [MN]

Modello: La trave viene modellata con una mesh uniforme di 24 elementi piani connessi a 36 nodi. I nodi per x=0 sono tutti incastrati (zero gradi di libertà) mentre i rimanenti risultano totalmente liberi.
File dati: Test 009

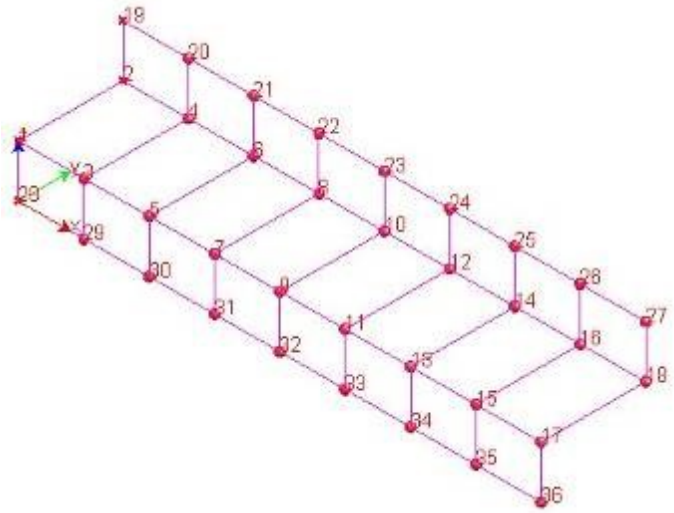


Fig. 2 Modello

- Analisi dei risultati:

		WinStrand	rapporto
σx [MPa]	Soluzione teorica 107.9	103.8	0.96

Copia informatica per consultazione

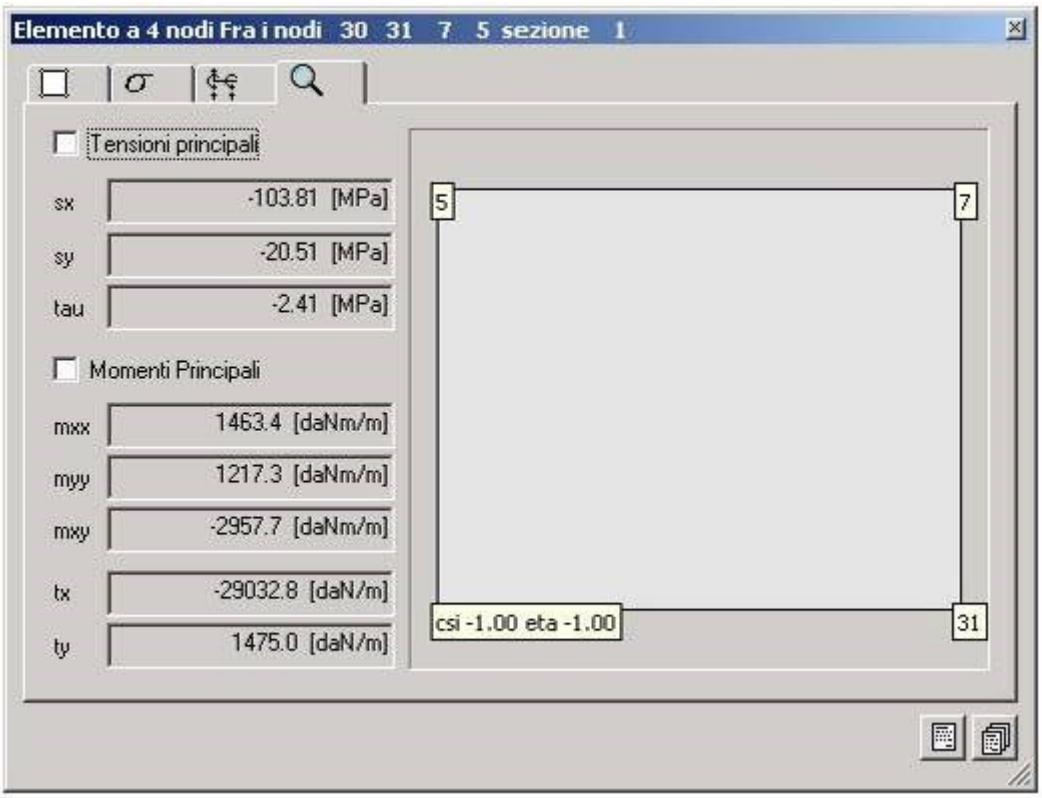


Fig. 3 Il valore puntuale nel nodo 30

3.9 Test 010 -Telaio piano

Fonte: Timoshenko, Strength of Material, Part I, Elementary Theory and Problems, pag. 188
Tipi di analisi: statica lineare
Descrizione schema statico: Portale incastrato alla base dei ritti e caricato nella mezzeria del traverso con un carico concentrato P. Lo schema è staticamente indeterminato.

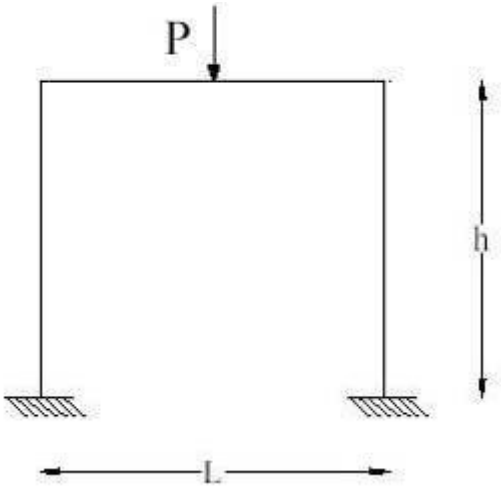


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare le reazioni verticali alla base dei ritti. Si trascura il peso delle aste.

- Dati:

$E = 2068428\ [Kg/cm^2]$

Copia informatica per consultazione

L = 3.04 [m]
h = 2.54 [m]
A.rit = 25.80 [cm^2]
A.trav = 51.61 [cm^2]
P = 0.45 [t]

Modello: I due nodi alla base del portale vengono vincolati in modo da lasciare libera solo la rotazione Z. I nodi rimanenti sono completamente liberi. Il carico P viene applicato al nodo inserito in mezzeria del traverso.
File dati: Test 010

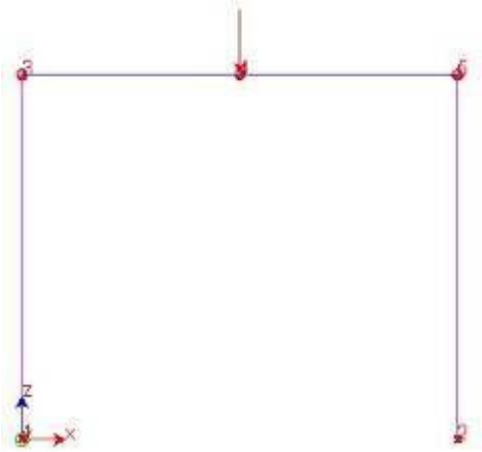


Fig. 2 Modello

- Analisi dei risultati:

		WinStrand	rapporto
R1 = R2 [t]	Soluzione teorica 0.225	0.225	1.000

3.10 Test 011 -Trave reticolare piana

Fonte: Timoshenko, Strength of Material, Part I, Elementary Theory and Problems, pag. 188
Tipi di analisi: statica lineare
Descrizione schema statico: La trave reticolare piana è formata da 9 aste di legno ed è vincolata esternamente con una cerniera ed un carrello. I vincoli interni tra le aste sono cerniere. La struttura è soggetta ai carichi esterni Pz e Px.

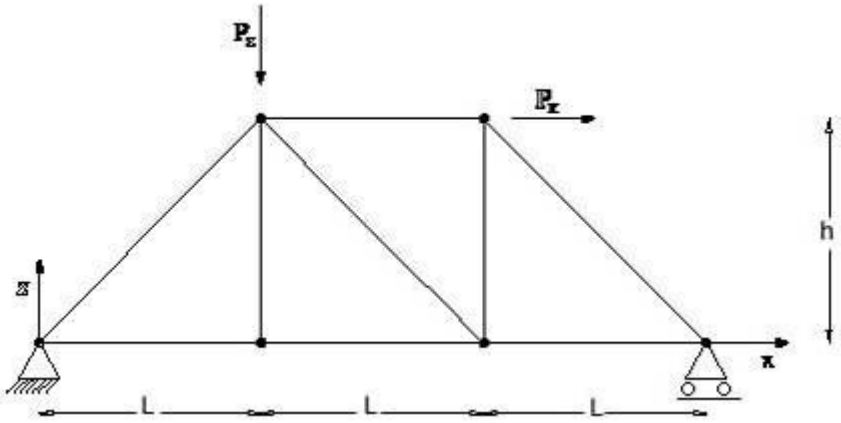


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare gli spostamenti nodali associati alla configurazione di carico assegnata. Si trascura il peso delle aste.

- Dati:

E = 141900 [Kg/cm^2]
L = 6.096 [m]

Copia informatica per consultazione

h = 4.572 [m]
A = 929.03 [cm^2]
Px = 8.90 [t]
Pz = 4.45 [t]

Modello: Il nodo 1 ha un solo grado di libertà libero (rotazione Y). Il nodo 4 ha due gradi di libertà liberi (rotazione Y e traslazione X). I nodi rimanenti sono vincolati a spostarsi nel piano X-Z (Ux, Uz, Ry liberi).
File dati: Test 011

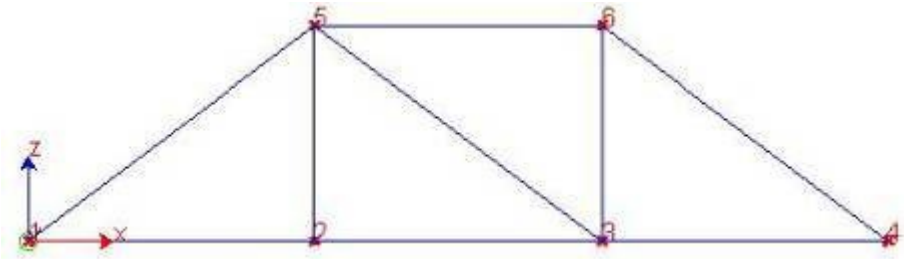


Fig. 2 Modello

- Analisi dei risultati:

Ux nodo	Soluzione teorica	WinStrand	rapporto
1 [mm]	0.00	0.00	1.000
2 [mm]	0.45	0.46	1.022
3 [mm]	0.90	0.91	1.011
4 [mm]	1.12	1.14	1.018
5 [mm]	0.91	0.92	1.011
6 [mm]	1.09	1.11	1.018

Tab. 1 Spostamenti Ux

Uz nodo	Soluzione teorica	WinStrand	rapporto
1 [mm]	0.00	0.00	1.000
2 [mm]	-1.33	-1.35	1.015
3 [mm]	-0.76	-0.77	1.013
4 [mm]	0.00	0.00	1.000
5 [mm]	-1.33	-1.35	1.015
6 [mm]	-0.63	-0.64	1.016

Tab. 2 Spostamenti Uz

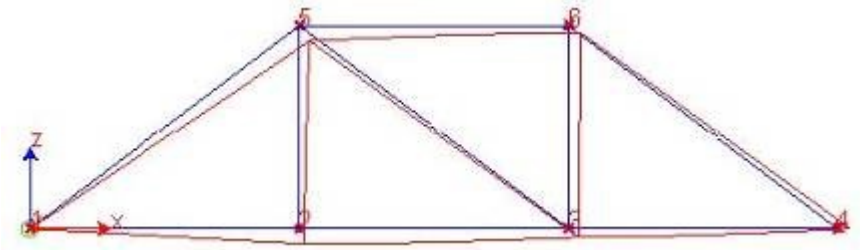


Fig. 3 Deformata

3.11 Test 012 -Controllo dell'analisi condotta considerando il comportamento monolatero degli elementi biella -trave

Fonte: Test interno EnExSys
Tipi di analisi: statica non lineare (effetti dovuti al comportamento monolatero delle aste)
Descrizione schema statico: Trave reticolare tipo Monier vincolata isostaticamente esternamente e soggetta a 10 kN per ogni nodo del corrente superiore.

Copia informatica per consultazione

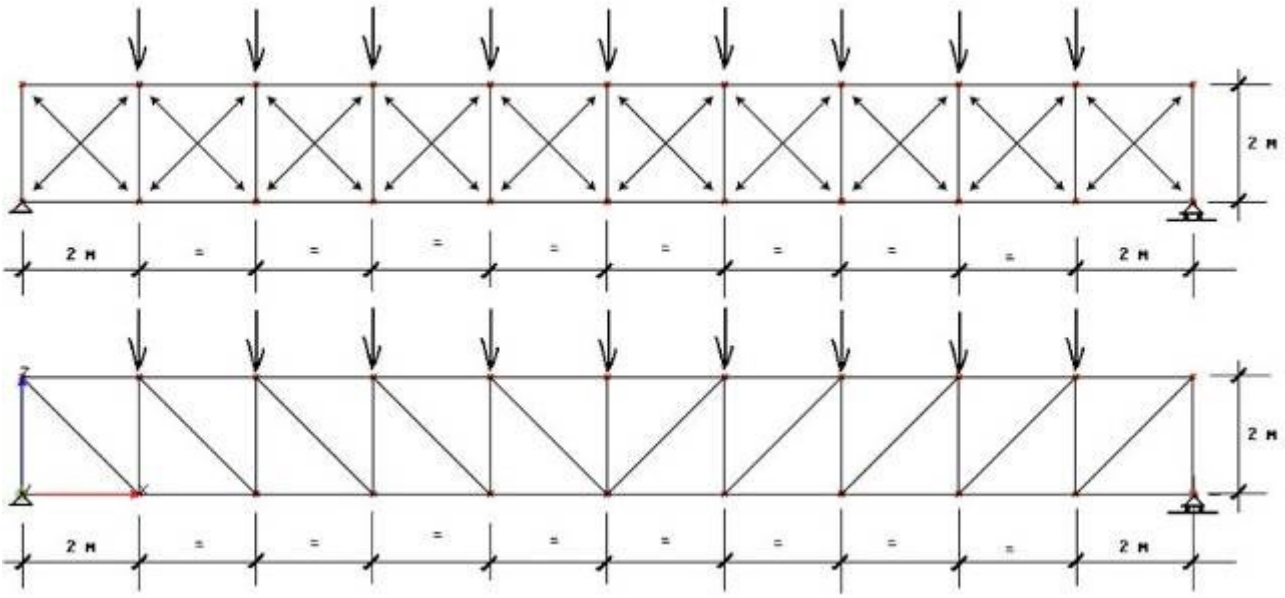


Fig. 1 Schema statico
Obiettivo: Confrontare i risultati ottenuti nei due schemi statici: controllare che i risultati ottenuti in una struttura staticamente determinata ed in una iperstatica coincidano.

- Dati:

E = 2100000 [Kg/cm^2]
Area correnti estradosso = 45.33 [cm^2]
Area correnti intradosso = 45.33 [cm^2]
Area diagonali = 38.85 [cm^2]
Area montanti = 38.85 [cm^2]
Carico nodali applicato = 10 [KN] nodo per un totale di 90 [KN]
Modello: La trave reale viene modellata con elementi finiti tipo biella. Le travi sono vincolate a muoversi nel piano x-z globale e sono esternamente isostatiche (nodo in basso a sinistra vincolato alla traslazione globalmente e nodo in basso a destra libero di spostrsi solo in direzione X).
File dati: Test 012

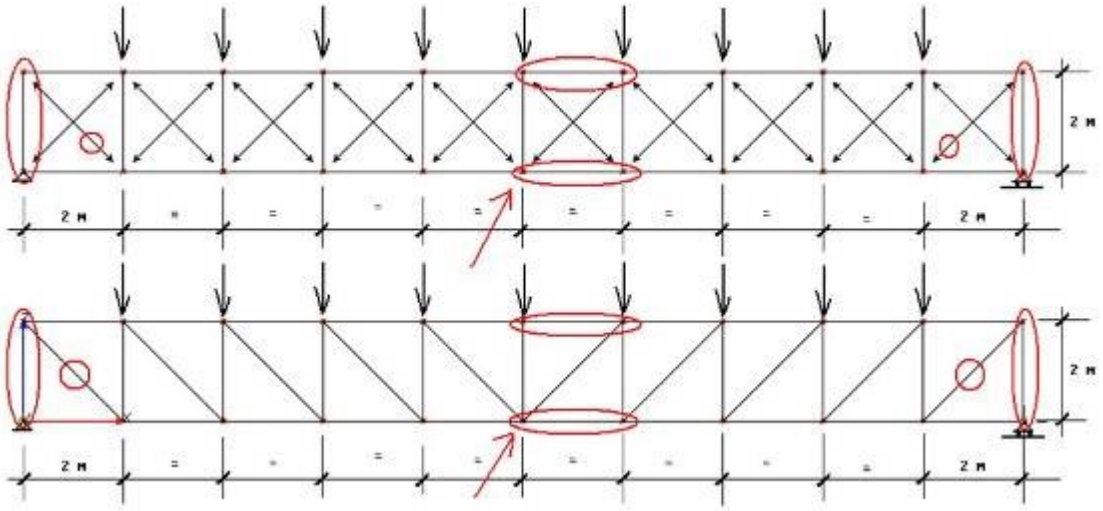


Fig. 2 Modello

- Analisi dei risultati: Soluzione teorica (semplice modello isostatico): Reazione vincolare, sforzo nel primo montante: (9

Copia informatica per consultazione

x 10kN / 2) = 45 [kN] Sforzo assiale in un corrente in mezzeria: (10 x 45 -8 x 10 -6 x 10 -4 x 10 -2 x 10) / 2 =125 [kN]

Sforzo nel primo diagonale: 45/cos(45°) = 63.639 [kN]

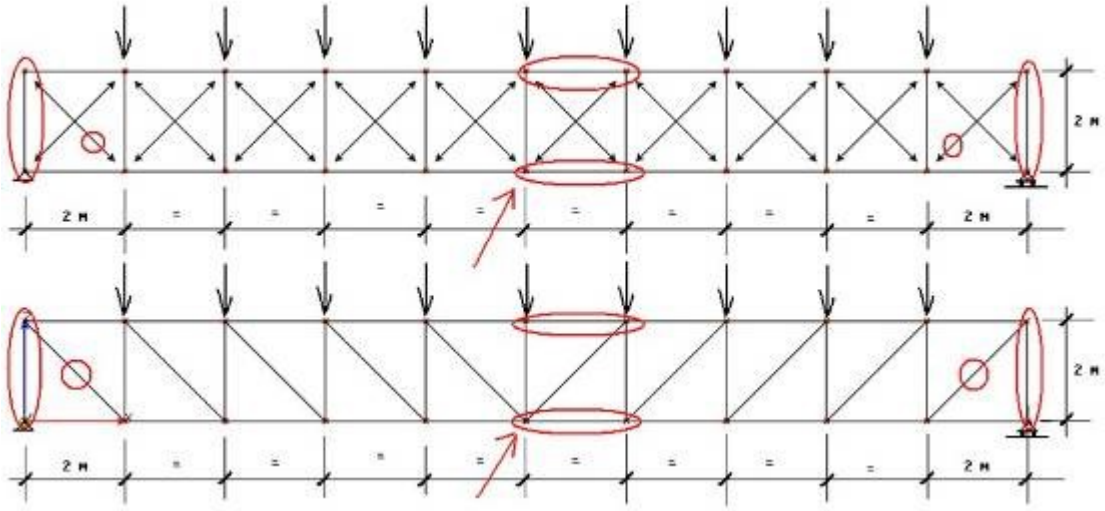


Fig. 3 Aste oggetto del confronto

WinStrand WinStrand

Soluzione

Sforzo assialeModello Modello rapporto

teorica

Isostatico Iperstatico

Nell'asta centrale del corrente superiore [kN] 125 125 125 1 Nell'asta centrale del corrente inferiore [kN] 125 125 125 1 Nel primo montante a sinistra [kN] 45 45 45 1 Nel primo montante a destra [kN] 45 45 45 1 Nel primo diagonale a sinistra [kN] 63.639 63.639 63.639

1 Nel primo diagonale a destra [kN]

63.639 63.639 63.639

1 Spostamento del nodo centrale [mm]

-6.786 -6.786 -6.786

1

Copia informatica per consultazione

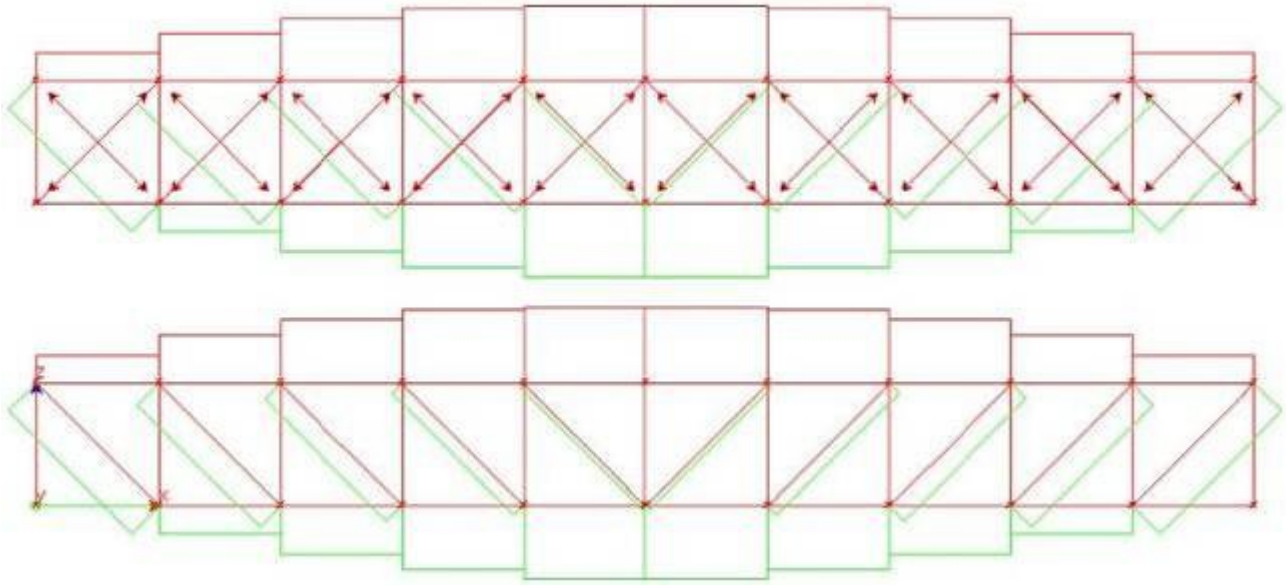


Fig. 4 Diagramma dello sforzo assiale

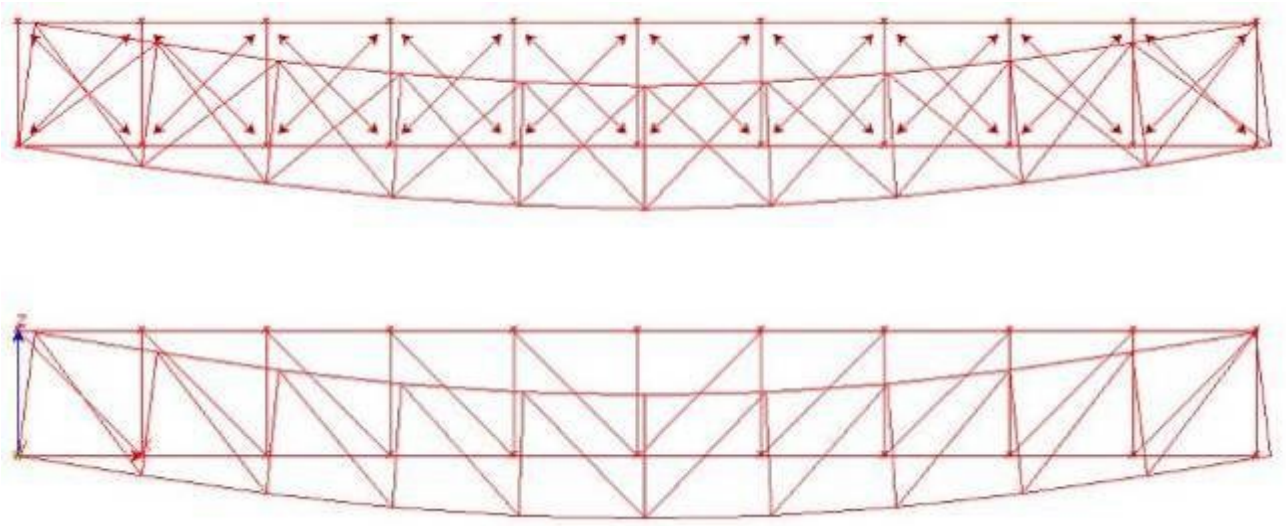


Fig. 5 Deformata

3.12 Test 013 -Aste piane e carico termico

Fonte: R. D. Cook, D. S. Malkus, M.E. Plesha, Concepts and applications of finite element analysis, III ed., J. Wiley & Sons, pag. 57
Tipi di analisi: statica lineare
Descrizione schema statico: Tre aste uguali in serie formano un sistema incastrato alle estremità con luce pari a 3L. Solo le prime due aste sono soggette ad una variazione termica uniforme DT.

Copia informatica per consultazione

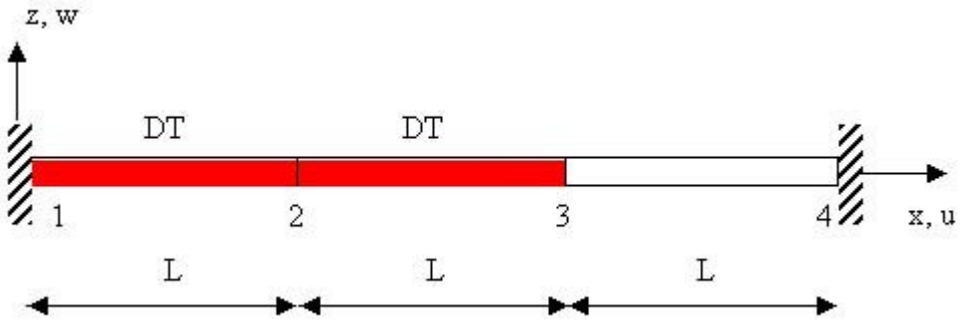


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare lo spostamento orizzontale della sezione 3 e lo sforzo assiale N_{12}, N_{23}, N_{34} in ciascuna delle tre aste.

Dati:

E = 2100000 [Kg/cm^2]
ν = 0.33
L = 100 [cm]
A =25 [cm^2]
α = 0.000012 [1/°C]
DT = 833.333 [°C]
Modello: I nodi 1 e 4 sono incastrati (zero gradi di libertà) mentre gli altri intermedi risultano totalmente liberi. Il carico termico è applicato alle aste 1-2 e 2-3.
File dati: Test 013

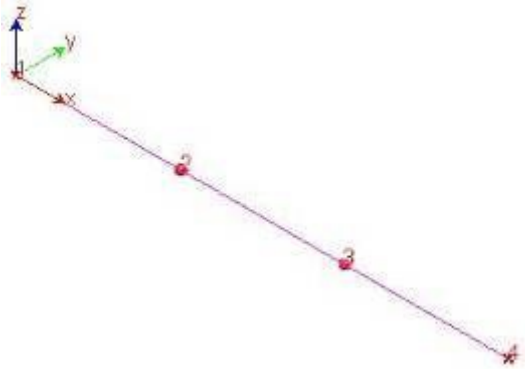


Fig. 2 Modello

- Analisi dei risultati:

	Soluzione teorica	WinStrand	rapporto
			1.000
Sforzo assiale u3 [cm] N12, N23, N34 [t]	2/3 350.0	0.67 350.0	1.000

Fig. 3 Diagramma sforzo normale nelle aste.

3.13 Test 014 -Flessione in una piastra circolare

Fonte: Cremonesi - Manuale Ingegneria Civile, ESAC, SEZ. II, pag. 114
Tipi di analisi: statica lineare

Copia informatica per consultazione

Descrizione schema statico: Piastra circolare sottile di raggio a e spessore t soggetta a diverse condizioni di vincolo sul contorno e di carico.

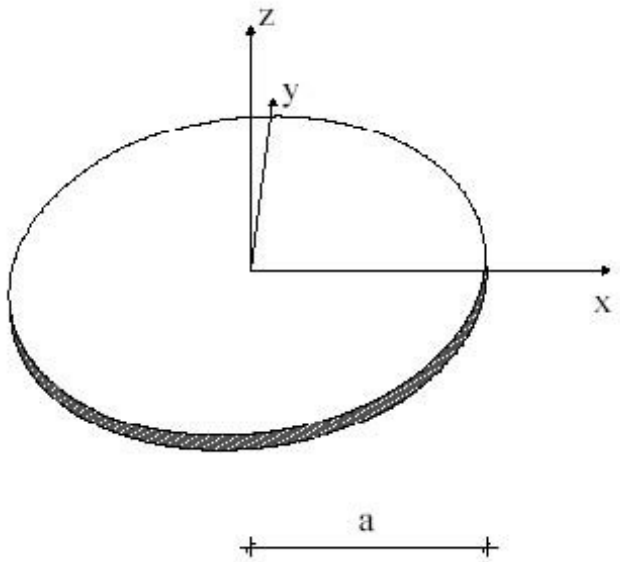


Fig. 1 Schema statico

- Obiettivo: determinare l'abbassamento w del centro della piastra, trascurando il peso della piastra, nei sequenti casi: a) carico uniformemente distribuito qsu tutta la piastra e contorno incastrato;

  ob) carico concentrato P applicato nel centro della piastra e contorno incastrato;c) carico uniformemente distribuito qsu tutta la piastra e contorno appoggiato.

  o

- Dati:

E = 2100000 [Kg/cm^2]
n = 0.3
a = 1.50 [m]
t =3 [cm]
q=10 [t/m^2]

o

- P=2 [t]

  Modello: La piastra viene modellata nei tre casi sempre nello stesso modo e cioè con una mesh di elementi piani a 4 nodi. Nella direzione radiale sono presenti 8 intervalli mentre lungo il perimetro sono presenti 20 intervalli per un totale di 150 elementi finiti.
  File dati: Test 014 A, Test 014 B, Test 014 C

Copia informatica per consultazione

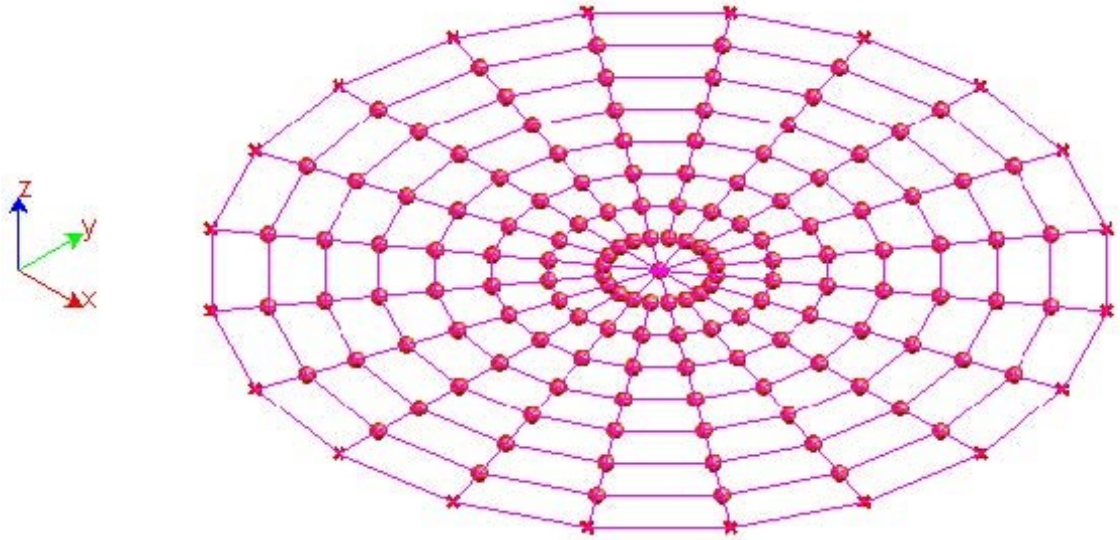


Fig. 2 Modello

3.13.1 Caso A -carico uniformemente distribuito qsu tutta la piastra e contorno incastrato

o

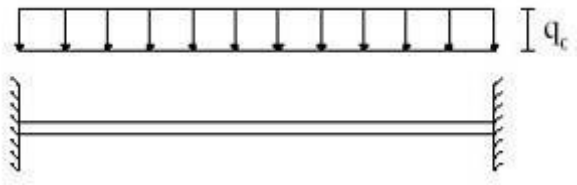


Fig. 3 Schema del caso A

• Analisi dei risultati:

Soluzione teorica WinStrand rapporto

w [mm] 15.20 15.25 1.003

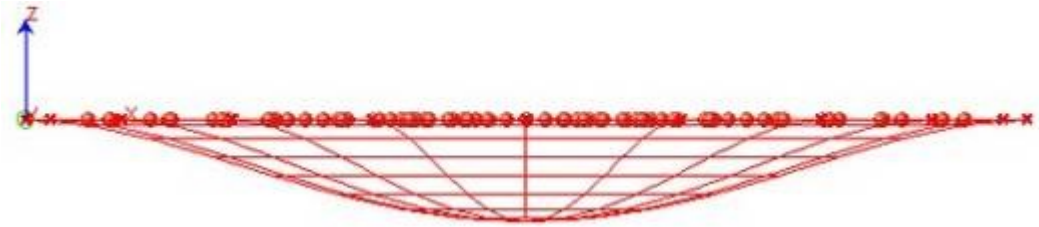


Fig. 4 Deformata del caso A

3.13.2 Caso B -carico concentrato P applicato nel centro della piastra e contorno incastrato

Copia informatica per consultazione

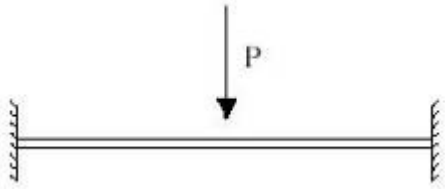


Fig. 5 Schema del caso B

- Analisi dei risultati:

Soluzione teorica		WinStrand	rapporto
w [mm]	1.725	1.722	0.998

Fig. 6 Deformata del caso B

3.13.3 Caso C -carico uniformemente distribuito qsu tutta la piastra e contorno appoggiato

o

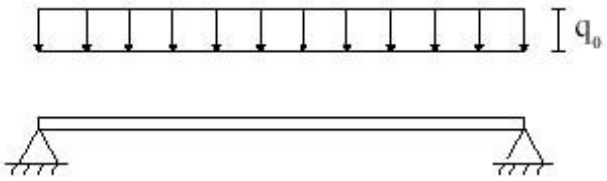


Fig. 7 Schema del caso C

• Analisi dei risultati:

Soluzione teorica WinStrand rapporto

w [mm] 61.96 61.88 0.999

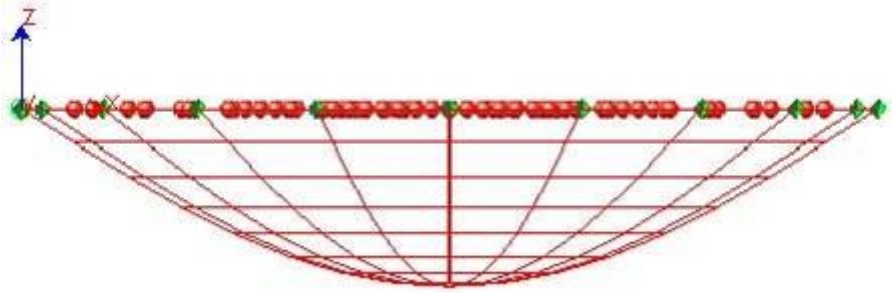


Fig. 8 Deformata del caso C

Copia informatica per consultazione

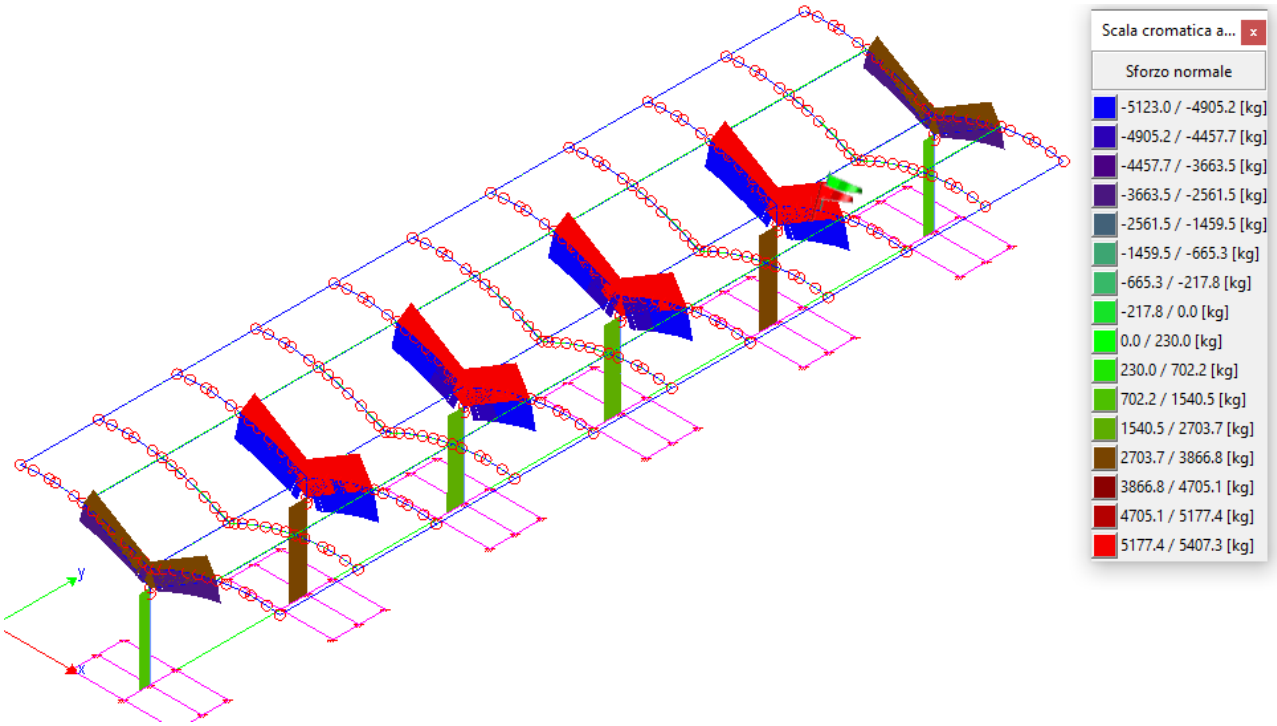
3.10 PRINCIPALI RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE

Nei sotto capitoli successivi vengono riportati i principali risultati delle analisi statiche e dinamiche. In particolare si riportano i modi e le deformate modali più significative, i diagrammi delle sollecitazioni più significativi per le combinazioni di carico più importanti, ovvero SLU, SLE e sismiche SLV.

3.10.1 Combinazioni statiche

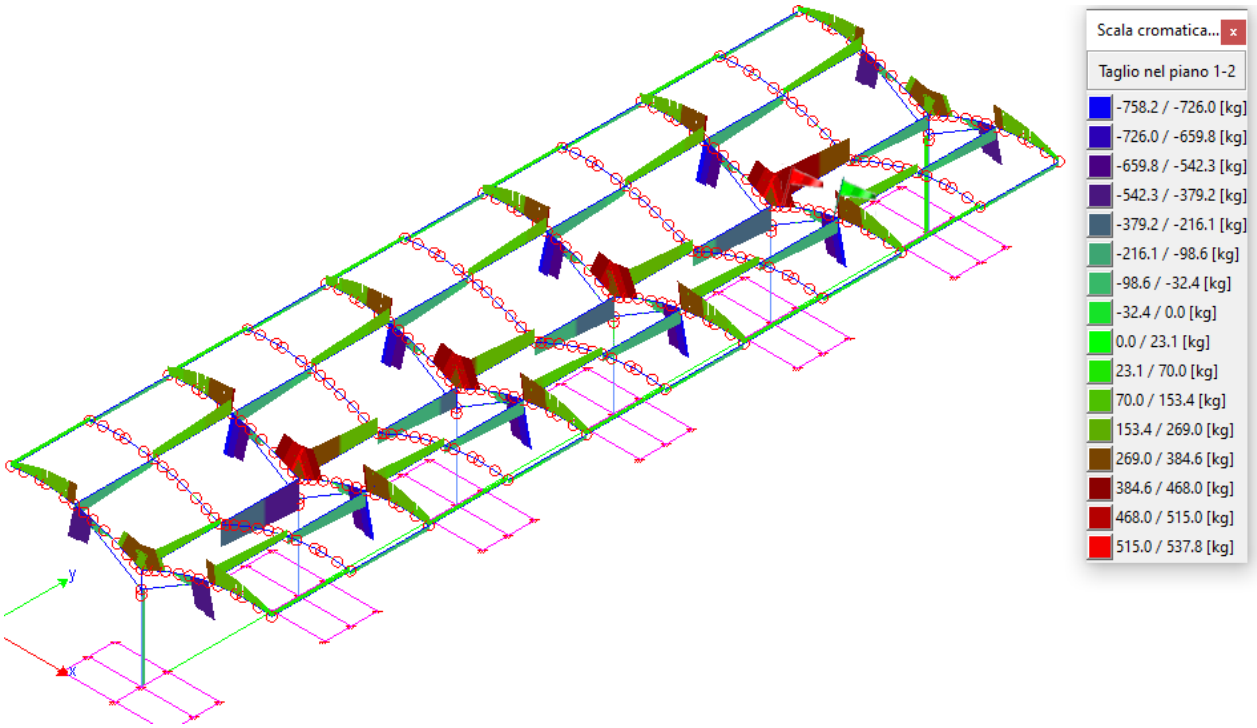
SLU

Si riportano le sollecitazioni di sforzo normale agenti allo SLU.

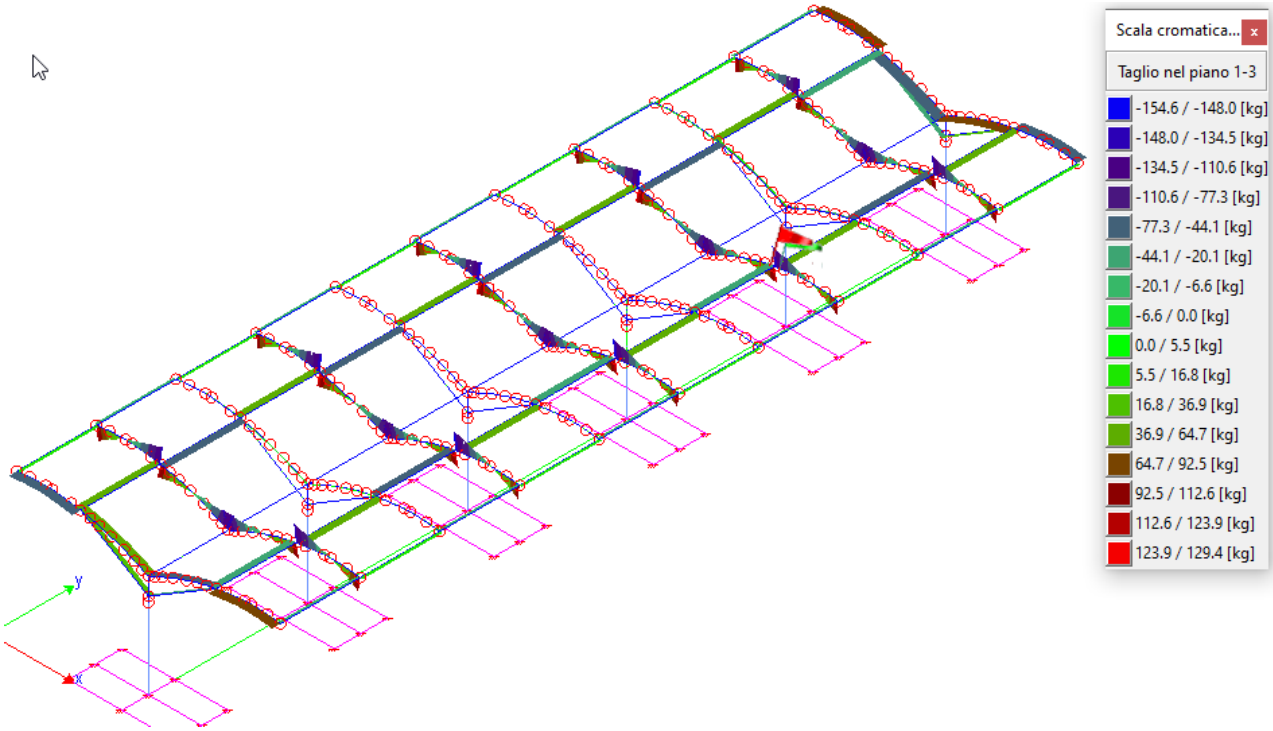


Combinazione 1 – diagramma Sforzo Assiale

Copia informatica per consultazione

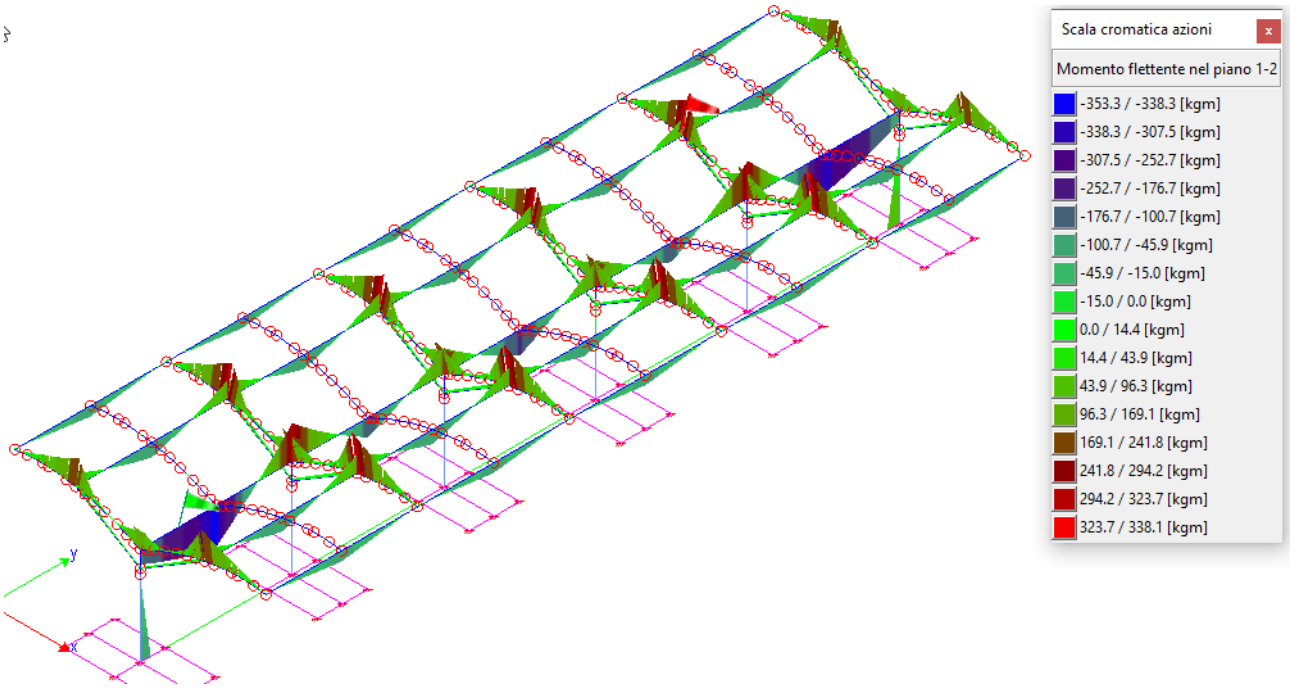


Combinazione 1 – diagramma Taglio T12

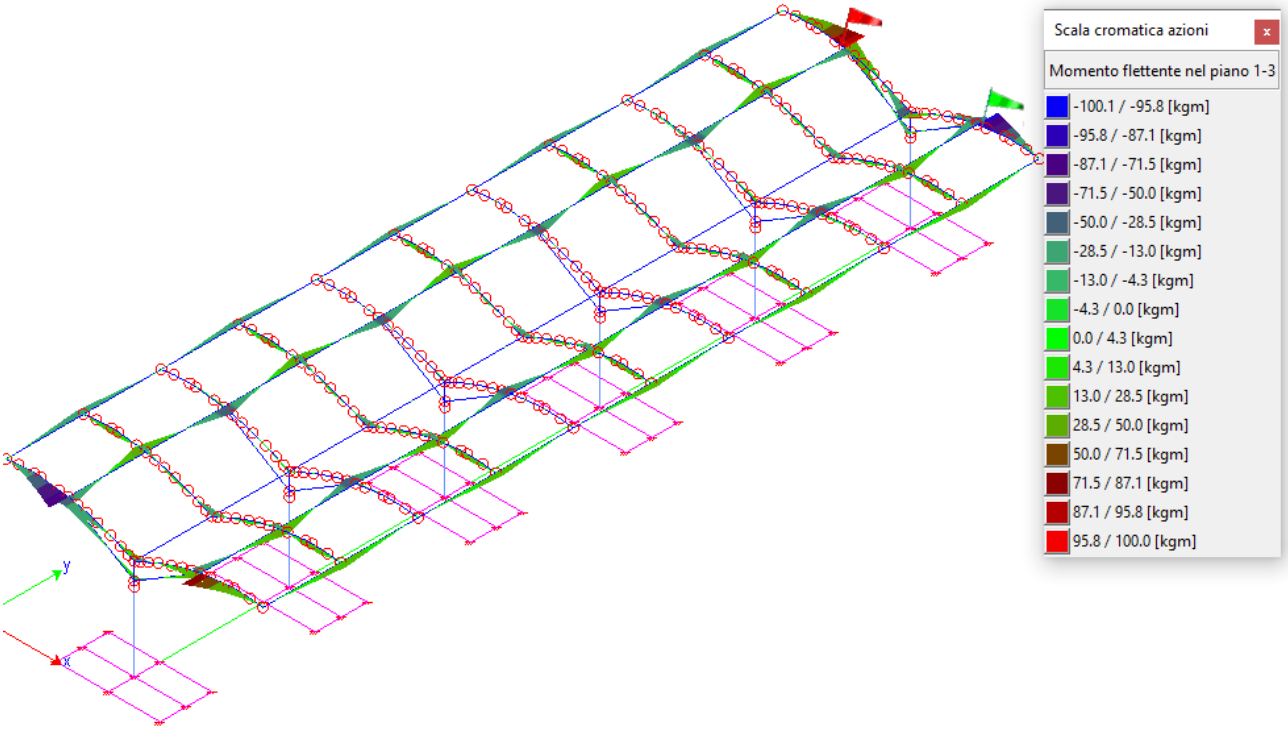


Combinazione 1 – diagramma Taglio T13

Copia informatica per consultazione



Combinazione 1 – diagramma Momento Flettente M12



Combinazione 1 –diagramma Momento Flettente M13

Copia informatica per consultazione

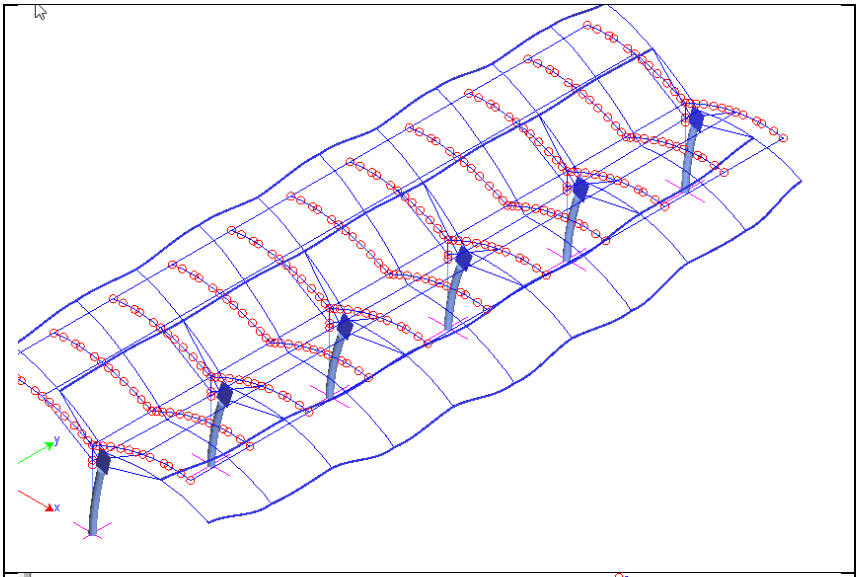
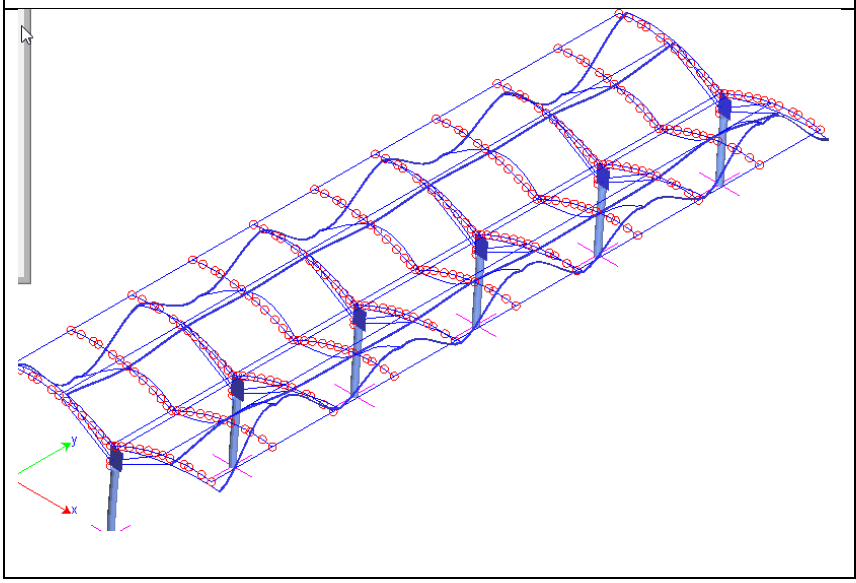
3.10.2 Combinazioni sismiche

Analisi modale

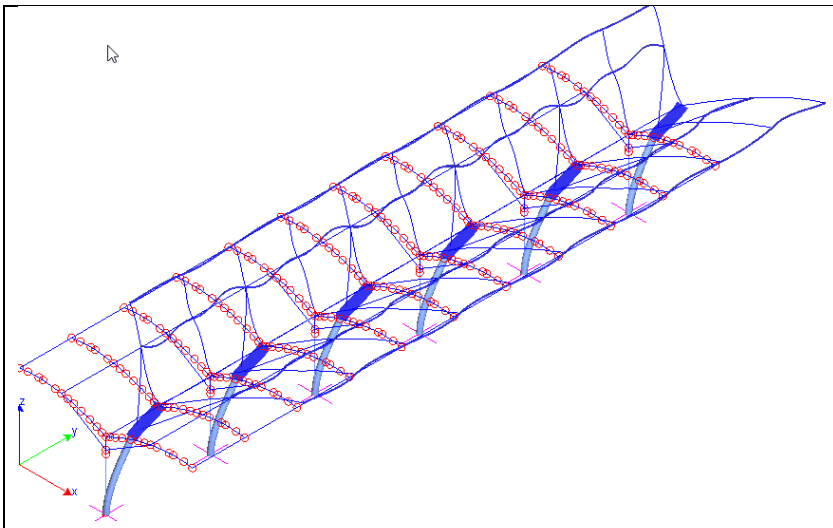
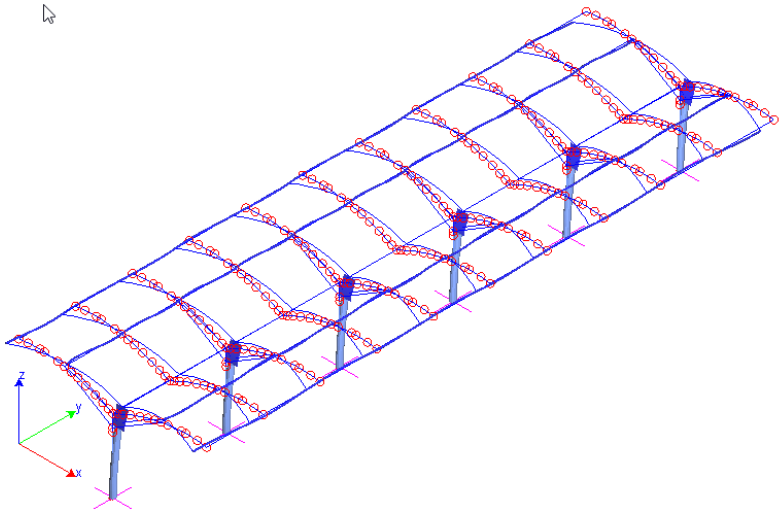
Nel seguito si riportano le deformate dei modi principali di vibrare. Per ciascun modo vengono indicati il periodo e la percentuale di massa sismica eccitata. Modi e periodi sono poi utilizzati dall'analisi dinamica con spettro di risposta per la valutazione dell'azione sismica.

La struttura presenta modi principali ben definiti, per via della semplicità strutturale del fabbricato: sono stati infatti considerati solo 3 modi di vibrare per ottenere l'eccitamento dell'87% di massa sismica in X e 1 modi per ottenere l'eccitamento del 91% di massa in Y.

Si riportano le deformate modali di due modi più significativi in X e Y riscontrati nel modello utilizzato per la sovrastruttura.

	***Modo 1*** *traslazionale di primo ordine in X* • T=0.28 s • $m_x = 46.7\%$
	***Modo 2*** *traslazionale di ordine superiore in X* • T=0.11 s • $m_x = 25.8\%$

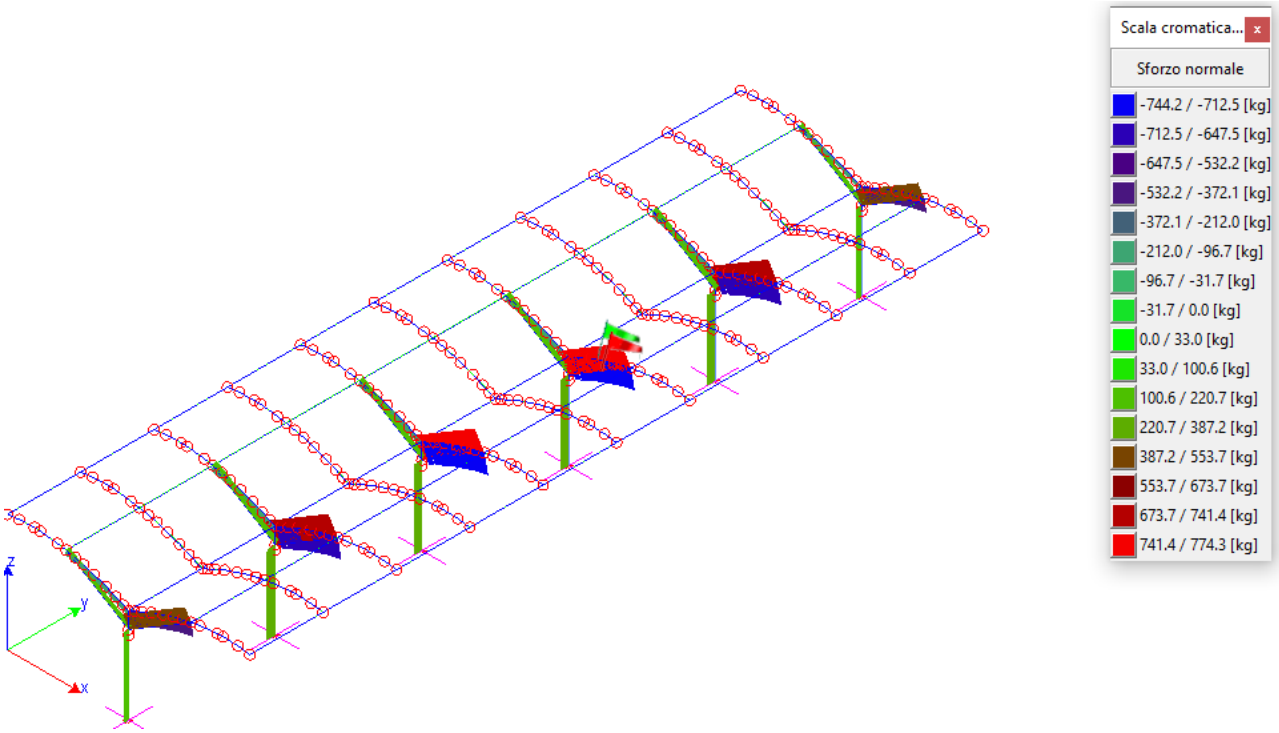
Copia informatica per consultazione

	***Modo 25*** *traslazionale principale in Y* • T=0.20 s • $m_y = 91.0\%$
	***Modo 26*** *verticale* • T=0.07 s • $m_y = 6.5\%$

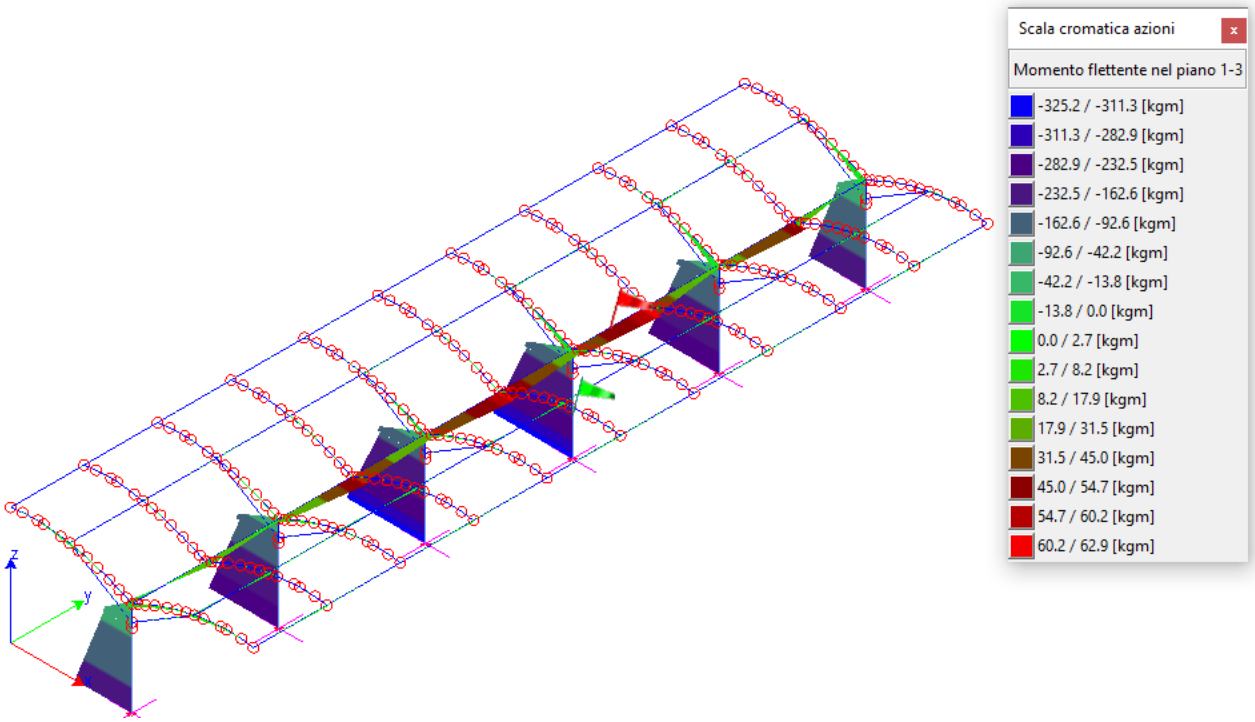
Copia informatica per consultazione

Sisma SLV X+0.3Y (combinazione 9)

Si riportano le sollecitazioni agenti in condizioni sismiche SLV con direzione principale X in termini di sforzo normale, momenti flettenti e tagli nelle due direzioni.

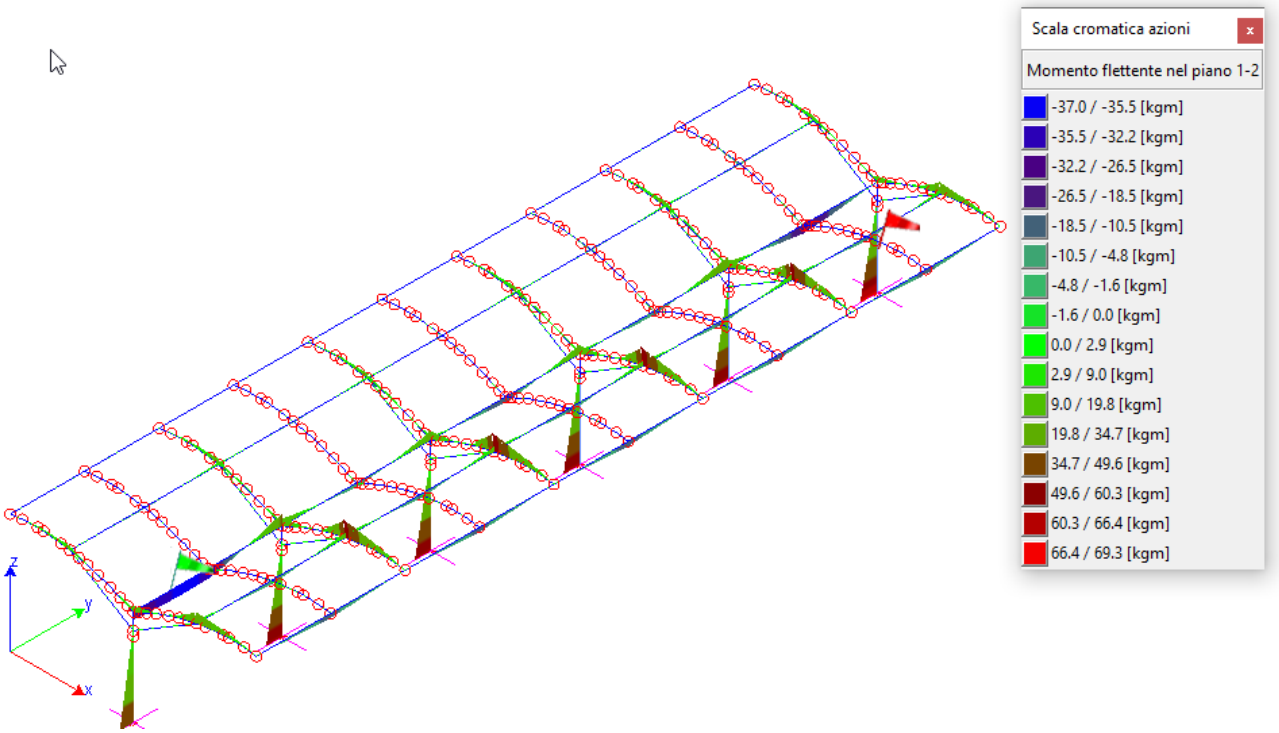


Combinazione 9 - Sisma 0 90 - diagramma Sforzo Assiale

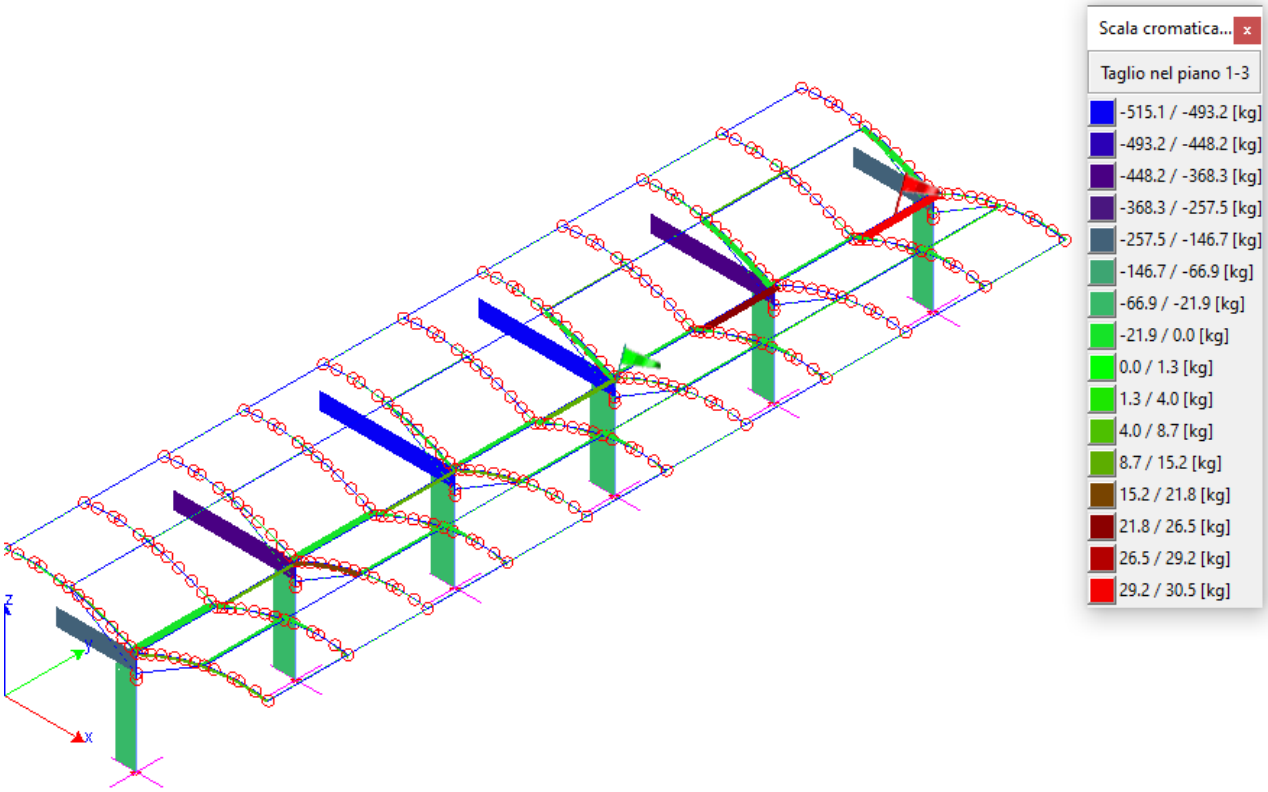


Combinazione 9 – Sisma 0 90 - diagramma Mx

Copia informatica per consultazione

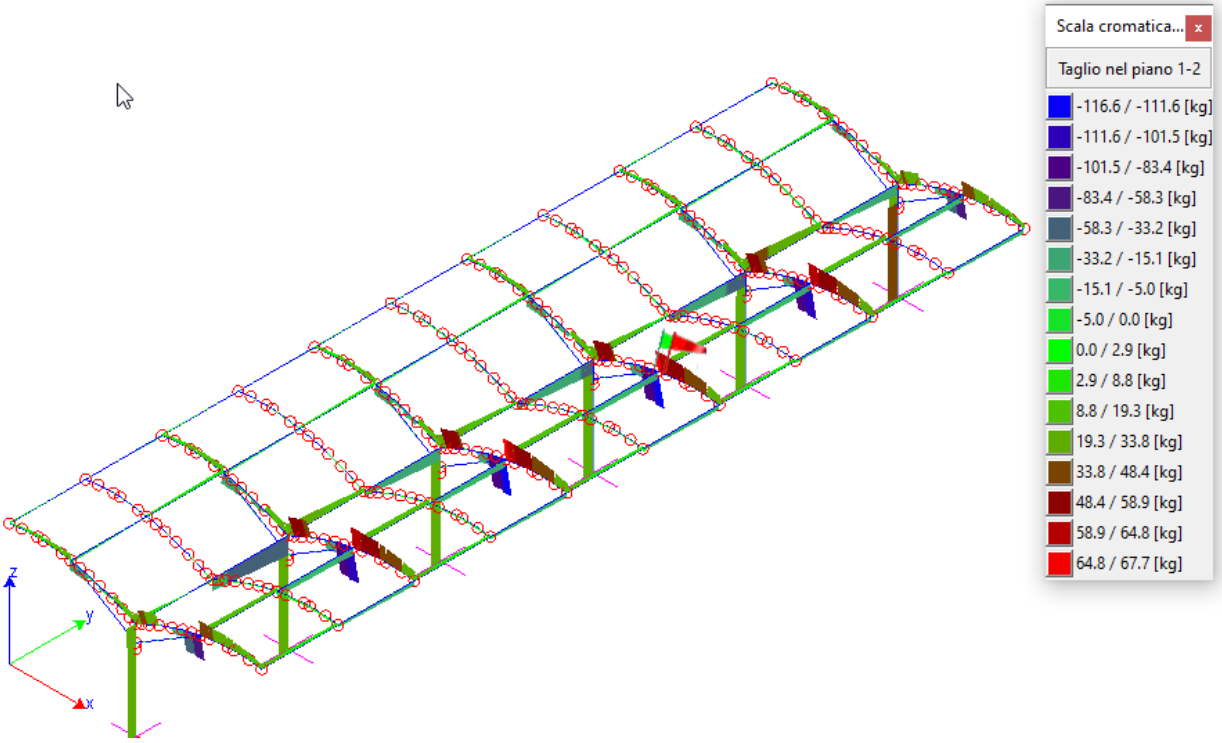


Combinazione 9– Sisma 0 90 - diagramma My

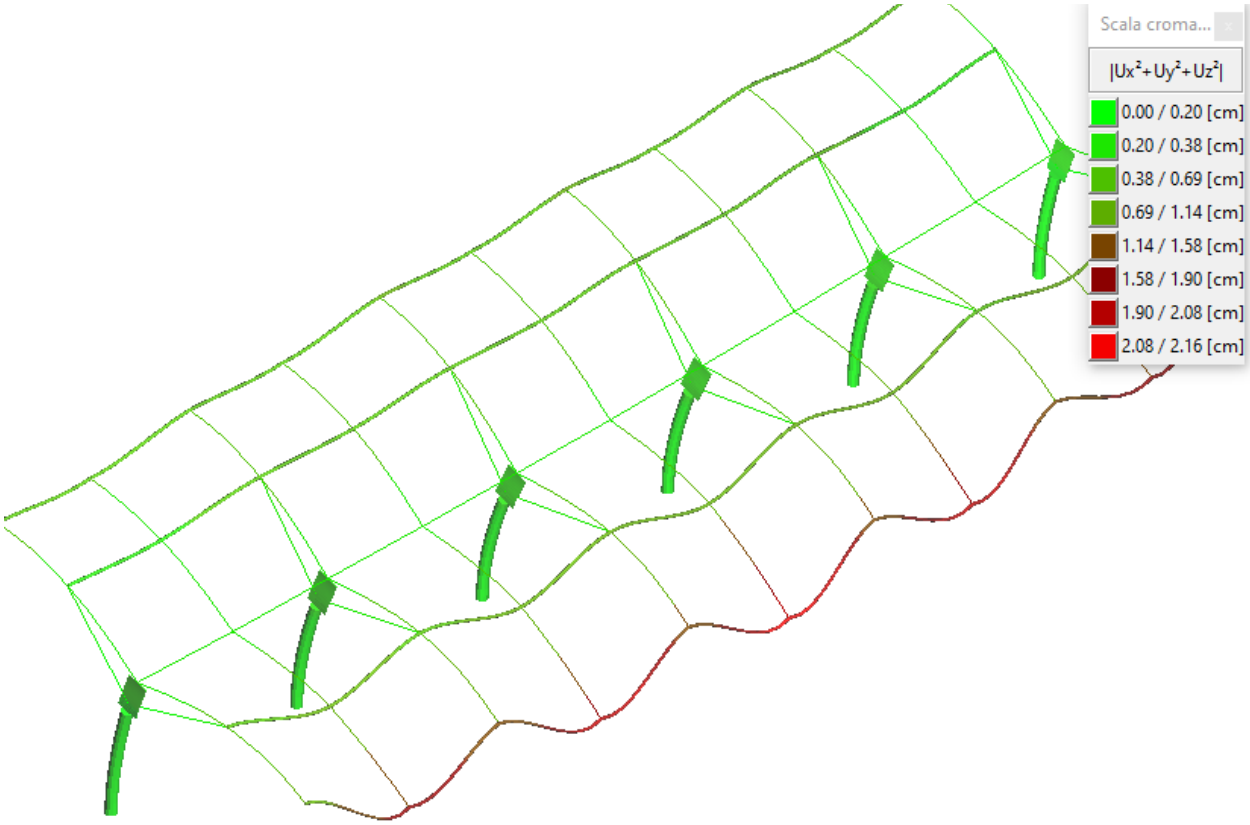


Combinazione 9 – Sisma 0 90 - diagramma Vx

Copia informatica per consultazione



Combinazione 9 – Sisma 0 90 - diagramma Vy

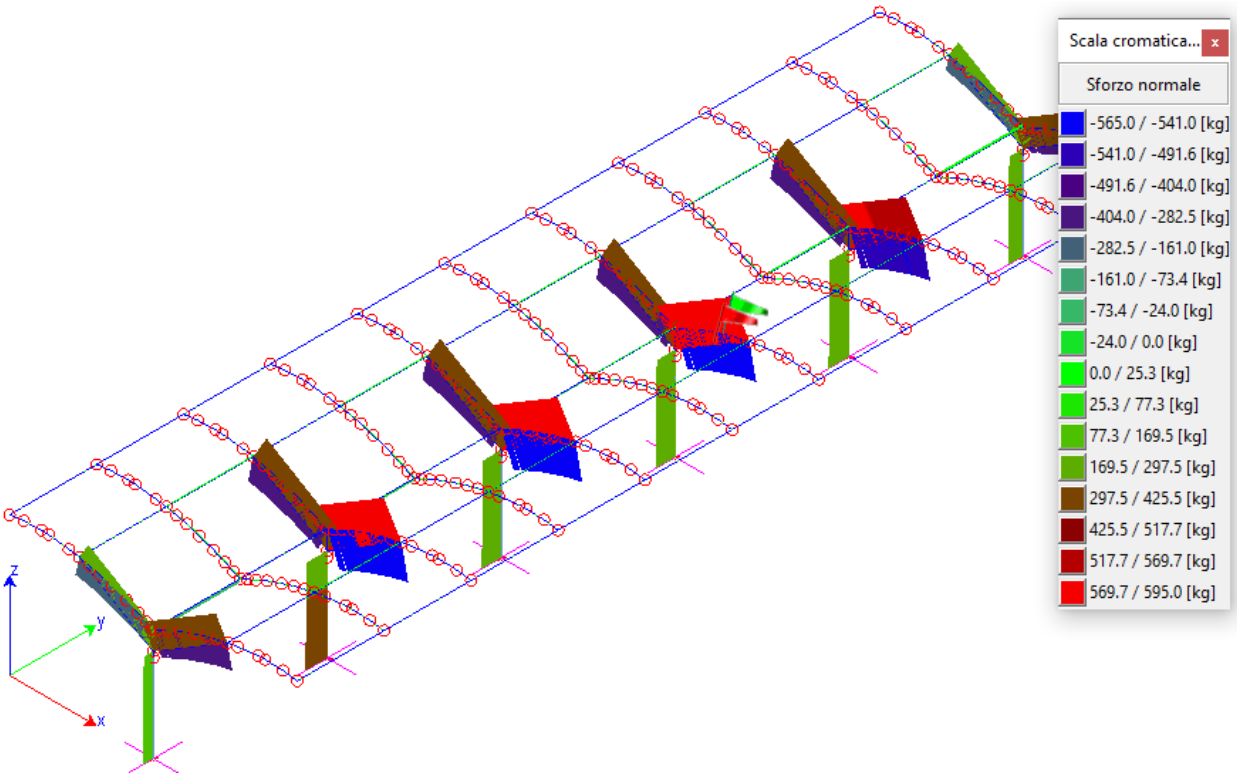


Combinazione 9 – Sisma 0 90 - diagramma deformata

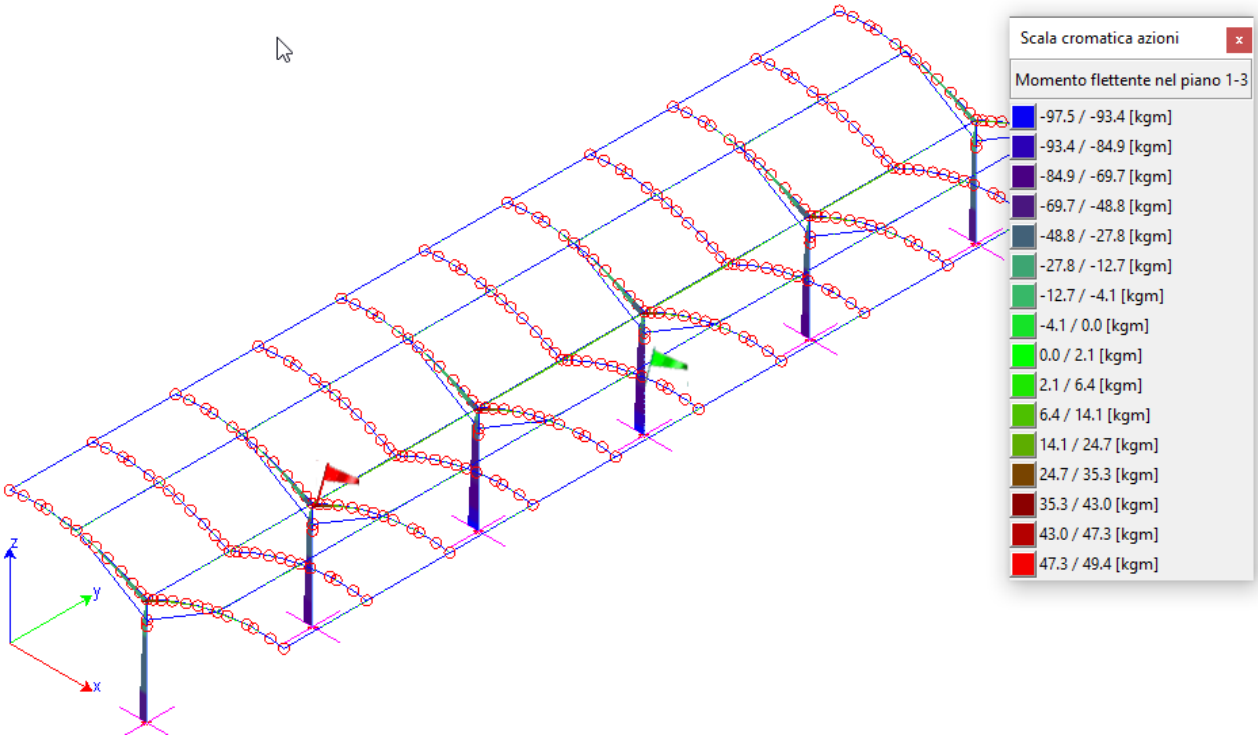
Copia informatica per consultazione

Sisma SLV 0.3X+Y (combinazione 11)

Si riportano le sollecitazioni agenti sui pilastri in condizioni sismiche SLV con direzione principale X in termini di sforzo normale, momenti flettenti e tagli nelle due direzioni.

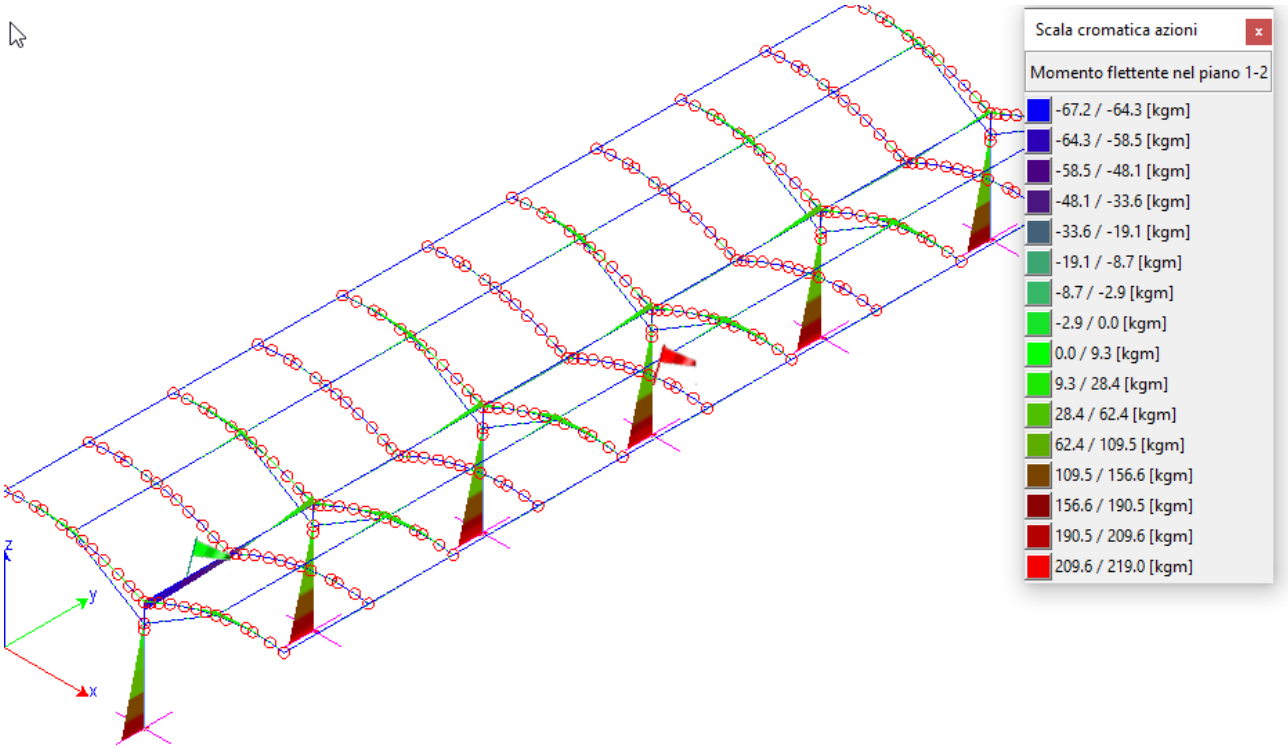


Combinazione 11 - Sisma 90 0 - diagramma Sforzo Assiale

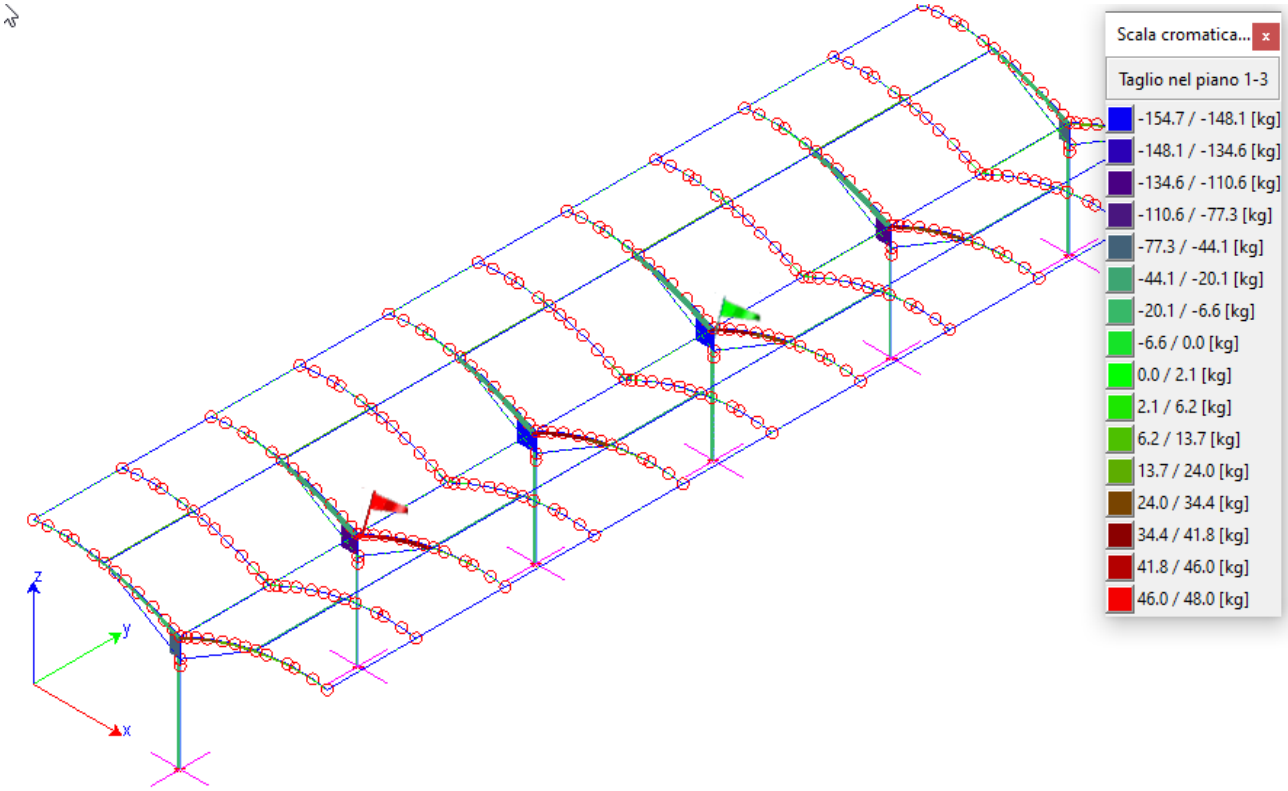


Combinazione 11 – Sisma 90 0 - diagramma Mx

Copia informatica per consultazione

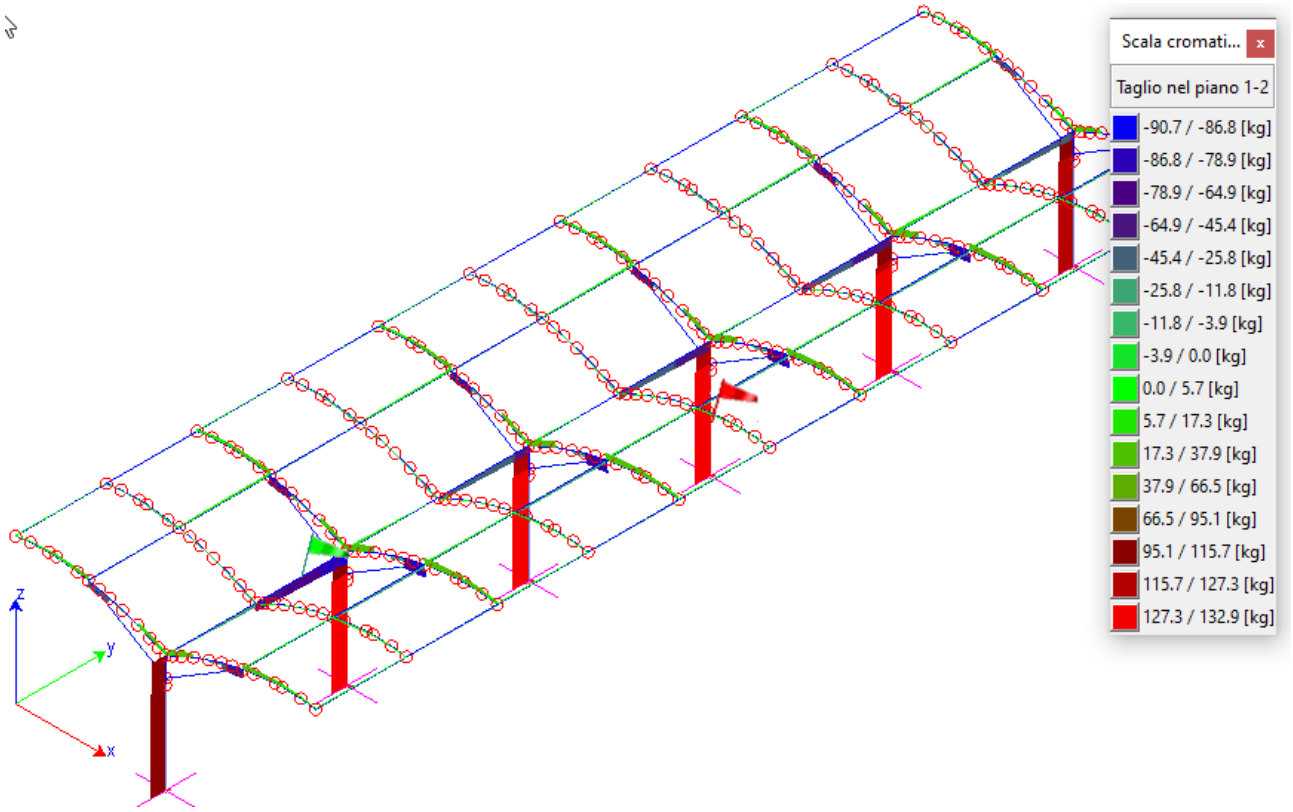


Combinazione11 – Sisma 90 0 - diagramma My

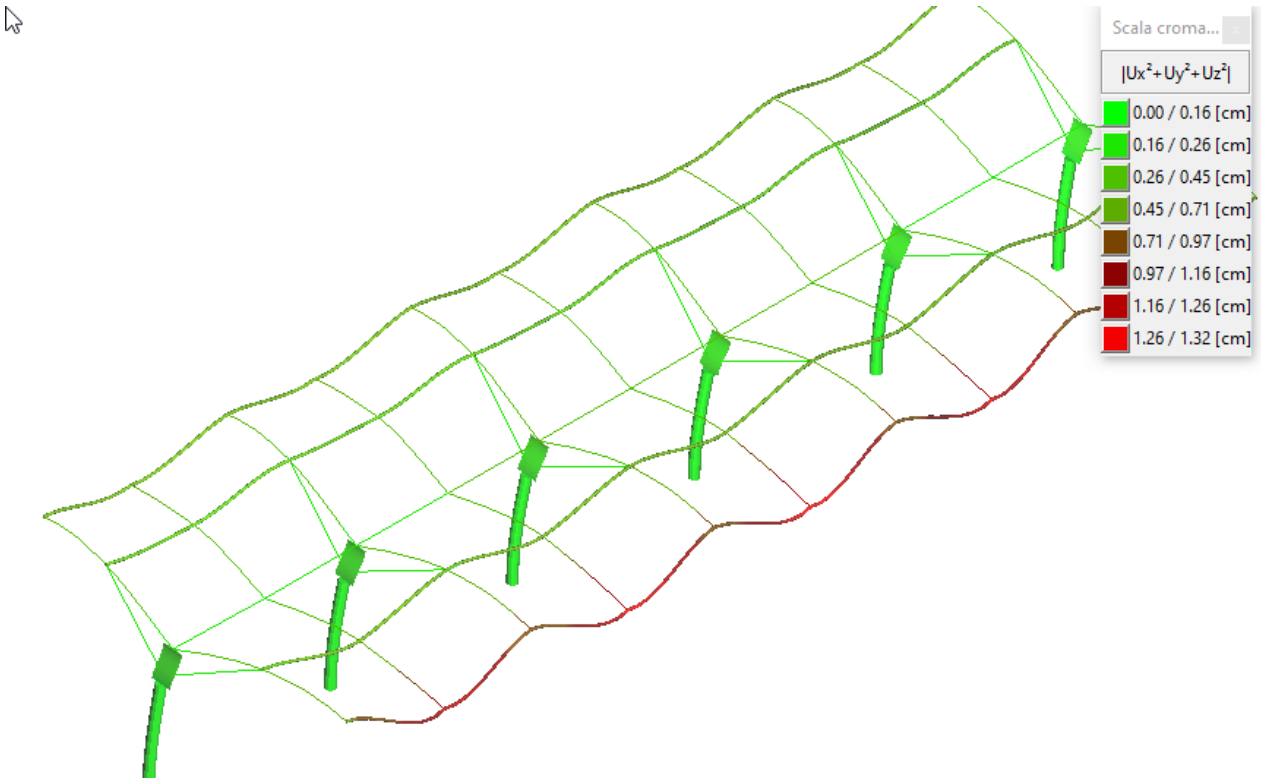


Combinazione 11 – Sisma 90 0 - diagramma Vx

Copia informatica per consultazione



Combinazione 11 – Sisma 90 0 - diagramma Vy



Combinazione 11 – Sisma 90 0 - diagramma deformata

Copia informatica per consultazione

3.10.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

Al fine di ritenere affidabili i risultati forniti dal modello numerico viene riportato un confronto tra le forze totali di piano ottenute manualmente attraverso analisi statica equivalente e quelle derivanti dal modello sia per via statica equivalente che per via modale. I risultati del modello numerico sono ottenuti non considerando l'eccentricità accidentale e la composizione dell'azione sismica nelle direzioni tra loro ortogonali.

EDIFICIO TIPO 1 SOLAIO			
Analisi Statica Equivalente			
Altezza della struttura	H	2,50	m
Modo di vibrare principale	T1	0,17	s
Costruzione in acciaio	C1	0,085	
Coeff. riduzione	λ	1,00	
Ordinata spettro risposta	Sd(T1)	0,600	1/g
Masse di piano			
Solaio 1	w1	1,70	t
Massa Totale	wtot	1,70	t
Quote di Piano			
Solaio 1	z1	2,50	m
Forza sisma Solaio 1	F1	10,01	kN
Taglio di 1° Piano	T1p	0,00	kN
Taglio complessivo alla base	Fh	10,01	kN

Copia informatica per consultazione

Confronto dimensionamento manuale – risultati del modello

Azione	Dimensionamento manuale – analisi statica equivalente [KN]	Modello – ingresso sisma 90° – analisi statica equivalente [KN]	Differenza Modello/Manuale %
Forza sisma Solaio 1	10.01	9.71	97%
Taglio compless. alla base	10.01	9.71	97%

Azione	Dimensionamento manuale – analisi statica equivalente [KN]	Modello - ingresso sisma 90° – analisi modale [KN]	Differenza Modello/Manuale %
Forza sisma Solaio 1	10.01	9.71	97%
Taglio compless. alla base	10.01	9.71	97%

I valori numerici sopra riportati permettono di ritenere affidabili i risultati del programma di calcolo.

Copia informatica per consultazione

3.11 VERIFICHE STRUTTURE IN ELEVAZIONE

Si riportano le verifiche di tutti gli elementi strutturali presenti nell'edificio, suddivisi per categoria omogenea come di seguito evidenziato.

All'interno del modello di calcolo sono state inserite tutte le armature elemento per elemento, individuate sulla base della documentazione progettuale presente, delle fotografie dell'epoca della costruzione e degli esiti e delle risultanze delle campagne di saggi eseguite. Questo significa che le verifiche eseguite non fanno riferimento ad alcune sezioni significative degli elementi strutturali, ma sono effettuate in continua sugli stessi, lungo tutta la loro estensione.

Copia informatica per consultazione

3.11.1 Verifica delle aste

G:\Il mio Drive\LAVORO\PROGETTI\125-Pensilina Castelfranco\02-lavoro\01-calcoli\01-Enexsys\Pensilina_18.dt - 11 May 2021 - WinStrand (Service Pack 059)

VERIFICA PILASTRI SEZIONE 1 PROFILO Tubi 152.4X4.5
Tipo di verifica da eseguire:
Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - N - Ty - Mx - My
Instabilità Nel Piano 1/2 ..... : Profilo singolo
Instabilità Nel Piano 1/3 ..... : Profilo singolo
Pressoflessione (Componenti Azioni Interna). : N - Mx - My
Instabilità Flesso-Torsionale ..... : Non richiesta

Acciaio tipo ..... : ***Acciaio esistente***
Tensione di Snervamento ..... : 3430.0 [kg/cm²]
Tensione di Rottura ..... : 4500.0 [kg/cm²]

Asta		Luce	Snellezza		Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione		
Da	A	[m]	1/2	1/3	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.
5	55	1.51	28.8	28.8	1	0.36	8	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.37	5
14	56	1.51	28.8	28.8	1	0.40	8	1	0.06	1	1	0.06	1	1	0.41	5
23	57	1.51	28.8	28.8	1	0.41	8	1	0.05	1	1	0.05	1	1	0.42	5
32	58	1.51	28.8	28.8	1	0.41	8	1	0.05	1	1	0.05	1	1	0.42	5
41	59	1.51	28.8	28.8	1	0.40	8	1	0.06	1	1	0.06	1	1	0.41	5
50	60	1.51	28.8	28.8	1	0.36	8	1	0.04	1	1	0.04	1	1	0.37	5

VERIFICA TRAVI SEZIONE 4 PROFILO Tubi 42.4X4.5
Tipo di verifica da eseguire:
Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - N - Ty - Mx - My
Instabilità Nel Piano 1/2 ..... : Profilo singolo
Instabilità Nel Piano 1/3 ..... : Profilo singolo
Pressoflessione (Componenti Azioni Interna). : N - Mx - My
Instabilità Flesso-Torsionale ..... : Non richiesta

Acciaio tipo ..... : ***Acciaio esistente***
Tensione di Snervamento ..... : 3430.0 [kg/cm²]
Tensione di Rottura ..... : 4500.0 [kg/cm²]

Asta		Luce	Snellezza		Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione		
Da	A	[m]	1/2	1/3	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.
212	210	1.50	111.2	111.2	1	0.62	1	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.74	1
214	212	1.50	111.2	111.2	1	0.79	1	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.90	1
216	214	1.50	111.2	111.2	1	0.76	1	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.86	1
218	216	1.50	111.2	111.2	1	0.75	1	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.85	1
220	218	1.50	111.2	111.2	1	0.75	1	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.85	1
222	220	1.50	111.2	111.2	1	0.75	1	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.85	1
224	222	1.50	111.2	111.2	1	0.75	1	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.85	1
226	224	1.50	111.2	111.2	1	0.76	1	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.86	1
228	226	1.50	111.2	111.2	1	0.79	1	1	0.04	1	1	0.04	1	1	0.91	1
230	228	1.50	111.2	111.2	1	0.62	1	1	0.04	1	1	0.04	1	1	0.75	1
211	213	1.50	111.2	111.2	1	0.62	1	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.74	6
213	215	1.50	111.2	111.2	1	0.79	1	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.90	1
215	217	1.50	111.2	111.2	1	0.76	6	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.86	6

Copia informatica per consultazione

217	219	1.50	111.2	111.2	1	0.75	6	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.85	1
219	221	1.50	111.2	111.2	1	0.75	6	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.85	1
221	223	1.50	111.2	111.2	1	0.75	6	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.85	1
223	225	1.50	111.2	111.2	1	0.75	6	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.85	1
225	227	1.50	111.2	111.2	1	0.76	6	1	0.03	1	1	0.03	1	1	0.86	1
227	229	1.50	111.2	111.2	1	0.79	1	1	0.04	1	1	0.04	1	1	0.91	1
229	231	1.50	111.2	111.2	1	0.62	1	1	0.04	1	1	0.04	1	1	0.75	1
254	256	1.50	111.2	111.2	1	0.46	1	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.36	7
256	258	1.50	111.2	111.2	1	0.45	1	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.35	7
258	260	1.50	111.2	111.2	1	0.42	1	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.33	7
260	262	1.50	111.2	111.2	1	0.43	1	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.33	7
262	264	1.50	111.2	111.2	1	0.43	1	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.33	7
264	266	1.50	111.2	111.2	1	0.43	1	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.33	7
266	268	1.50	111.2	111.2	1	0.43	1	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.33	7
268	270	1.50	111.2	111.2	1	0.42	1	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.33	7
270	272	1.50	111.2	111.2	1	0.45	1	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.35	7
272	274	1.50	111.2	111.2	1	0.46	1	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.36	7
255	257	1.50	111.2	111.2	1	0.46	6	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.36	8
257	259	1.50	111.2	111.2	1	0.45	1	1	0.01	8	1	0.01	8	1	0.35	7
259	261	1.50	111.2	111.2	1	0.42	6	1	0.01	8	1	0.01	8	1	0.34	8
261	263	1.50	111.2	111.2	1	0.43	1	1	0.01	8	1	0.01	8	1	0.33	8
263	265	1.50	111.2	111.2	1	0.43	1	1	0.01	8	1	0.01	8	1	0.34	8
265	267	1.50	111.2	111.2	1	0.43	1	1	0.01	8	1	0.01	8	1	0.34	8
267	269	1.50	111.2	111.2	1	0.43	1	1	0.01	8	1	0.01	8	1	0.33	8
269	271	1.50	111.2	111.2	1	0.42	6	1	0.01	8	1	0.01	8	1	0.34	8
271	273	1.50	111.2	111.2	1	0.45	1	1	0.01	8	1	0.01	8	1	0.35	7
273	275	1.50	111.2	111.2	1	0.46	6	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.36	8

VERIFICA TRAVI SEZIONE 6 PROFILO Quals. trapezia.xml
Tipo di verifica da eseguire:
Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - Ty - Mx - My
Instabilità Nel Piano 1/2 ..... : Non richiesta
Instabilità Nel Piano 1/3 ..... : Non richiesta
Pressoflessione (Componenti Azioni Interna). : Non richiesta
Instabilità Flesso-Torsionale ..... : Non richiesta

Acciaio tipo ..... : ***Acciaio esistente***
Tensione di Snervamento ..... : 3430.0 [kg/cm²]
Tensione di Rottura ..... : 4500.0 [kg/cm²]

Asta		Luce	Snellezza		Resistenza		
Da	A	[m]	1/2	1/3	Classe	Sd/Sr	Comb.
67	68	1.50	22.2	12.3	3	0.12	1
68	69	1.50	22.2	12.3	3	0.12	1
69	70	1.50	22.2	12.3	3	0.11	1
70	71	1.50	22.2	12.3	3	0.07	6
71	72	1.50	22.2	12.3	3	0.07	6
72	73	1.50	22.2	12.3	3	0.07	1
73	74	1.50	22.2	12.3	3	0.08	6
74	75	1.50	22.2	12.3	3	0.11	1

Copia informatica per consultazione

75	76	1.50	22.2	12.3	3	0.11	1
76	77	1.50	22.2	12.3	3	0.11	1

VERIFICA TRAVI SEZIONE 7 PROFILO Quals. traveD100.xml
Tipo di verifica da eseguire:
Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - N - Ty - Mx - My
Instabilità Nel Piano 1/2 ..... : Profilo singolo
Instabilità Nel Piano 1/3 ..... : Profilo singolo
Pressoflessione (Componenti Azioni Interna). : N - Mx - My
Instabilità Flesso-Torsionale ..... : Non richiesta

Acciaio tipo ..... : ***Acciaio esistente***
Tensione di Snervamento ..... : 3430.0 [kg/cm²]
Tensione di Rottura ..... : 4500.0 [kg/cm²]

Asta		Luce	Snellezza		Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione		
Da	A	[m]	1/2	1/3	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.
178	200	0.18	5.2	5.2	3	0.59	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.39	7
200	222	0.18	5.3	5.3	3	0.86	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.57	7
222	244	0.18	5.3	5.3	3	0.68	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.68	1
179	201	0.18	5.2	5.2	3	0.59	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.39	8
244	310	0.35	10.3	10.3	3	0.53	1	3	0.00	10	3	0.00	10	3	0.53	1
332	288	0.30	8.8	8.8	3	0.22	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.14	7
288	266	0.25	7.2	7.2	3	0.07	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.04	7
113	135	0.21	6.2	6.2	3	0.48	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.30	8
127	149	0.26	7.7	7.7	3	0.29	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.19	8
123	145	0.26	7.7	7.7	3	0.24	6	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.17	8
67	78	0.13	3.7	3.7	3	0.58	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.37	7
67	79	0.13	3.7	3.7	3	0.58	1	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.38	8
79	101	0.16	4.7	4.7	3	0.48	1	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.33	8
233	299	0.35	10.3	10.3	3	0.55	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.54	1
211	233	0.18	5.3	5.3	3	0.71	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.71	1
189	211	0.18	5.3	5.3	3	0.73	1	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.49	7
277	255	0.25	7.2	7.2	3	0.08	6	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.04	8
144	166	0.22	6.5	6.5	3	0.32	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.21	7
122	144	0.26	7.7	7.7	3	0.23	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.15	7
100	122	0.21	6.2	6.2	3	0.34	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.22	7
101	123	0.21	6.2	6.2	3	0.34	1	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.25	8
276	254	0.25	7.2	7.2	3	0.08	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.04	7
320	276	0.30	8.8	8.8	3	0.23	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.14	7
232	298	0.35	10.3	10.3	3	0.55	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.54	1
167	189	0.18	5.2	5.2	3	0.50	1	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.34	7
210	232	0.18	5.3	5.3	3	0.71	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.71	1
188	210	0.18	5.3	5.3	3	0.73	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.49	7
166	188	0.18	5.2	5.2	3	0.50	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.34	7
145	167	0.22	6.5	6.5	3	0.32	6	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.22	8
245	311	0.35	10.3	10.3	3	0.53	1	3	0.00	14	3	0.00	14	3	0.53	1
91	113	0.16	4.7	4.7	3	0.65	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.40	8
73	91	0.13	3.7	3.7	3	0.75	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.46	8
73	90	0.13	3.7	3.7	3	0.75	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.46	7

Copia informatica per consultazione

135	157	0.26	7.7	7.7	3	0.29	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.18	8
329	285	0.30	8.8	8.8	3	0.22	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.14	7
86	108	0.16	4.7	4.7	3	0.65	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.39	7
153	175	0.22	6.5	6.5	3	0.36	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.23	8
174	196	0.18	5.2	5.2	3	0.59	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.39	7
196	218	0.18	5.3	5.3	3	0.86	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.57	7
218	240	0.18	5.3	5.3	3	0.68	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.68	1
175	197	0.18	5.2	5.2	3	0.59	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.39	8
240	306	0.35	10.3	10.3	3	0.53	1	3	0.00	9	3	0.00	9	3	0.53	1
328	284	0.30	8.8	8.8	3	0.22	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.14	7
284	262	0.25	7.2	7.2	3	0.07	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.04	7
109	131	0.21	6.2	6.2	3	0.48	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.29	8
108	130	0.21	6.2	6.2	3	0.48	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.29	7
130	152	0.26	7.7	7.7	3	0.29	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.18	7
152	174	0.22	6.5	6.5	3	0.35	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.23	7
285	263	0.25	7.2	7.2	3	0.07	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.04	7
197	219	0.18	5.3	5.3	3	0.86	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.57	8
219	241	0.18	5.3	5.3	3	0.68	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.68	1
241	307	0.35	10.3	10.3	3	0.53	1	3	0.00	13	3	0.00	13	3	0.53	1
87	109	0.16	4.7	4.7	3	0.65	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.40	8
71	87	0.13	3.7	3.7	3	0.75	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.46	8
71	86	0.13	3.7	3.7	3	0.75	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.46	7
131	153	0.26	7.7	7.7	3	0.29	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.18	8
325	281	0.30	8.8	8.8	3	0.22	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.14	7
82	104	0.16	4.7	4.7	3	0.66	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.40	7
149	171	0.22	6.5	6.5	3	0.36	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.24	7
170	192	0.18	5.2	5.2	3	0.60	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.39	7
192	214	0.18	5.3	5.3	3	0.87	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.57	7
214	236	0.18	5.3	5.3	3	0.70	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.70	1
171	193	0.18	5.2	5.2	3	0.60	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.40	8
236	302	0.35	10.3	10.3	3	0.54	1	3	0.00	10	3	0.00	10	3	0.54	1
324	280	0.30	8.8	8.8	3	0.22	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.14	7
280	258	0.25	7.2	7.2	3	0.07	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.04	7
105	127	0.21	6.2	6.2	3	0.50	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.32	8
104	126	0.21	6.2	6.2	3	0.49	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.29	7
126	148	0.26	7.7	7.7	3	0.29	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.18	7
148	170	0.22	6.5	6.5	3	0.36	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.24	7
281	259	0.25	7.2	7.2	3	0.07	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.04	7
193	215	0.18	5.3	5.3	3	0.87	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.59	8
215	237	0.18	5.3	5.3	3	0.70	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.70	1
237	303	0.35	10.3	10.3	3	0.54	1	3	0.00	14	3	0.00	14	3	0.54	1
83	105	0.16	4.7	4.7	3	0.67	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.43	8
69	83	0.13	3.7	3.7	3	0.77	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.50	8
69	82	0.13	3.7	3.7	3	0.77	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.46	7
78	100	0.16	4.7	4.7	3	0.48	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.31	7
321	277	0.30	8.8	8.8	3	0.23	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.14	7
337	293	0.30	8.8	8.8	3	0.22	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.14	7

Copia informatica per consultazione

94	116	0.16	4.7	4.7	3	0.67	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.41	7
161	183	0.22	6.5	6.5	3	0.36	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.24	7
182	204	0.18	5.2	5.2	3	0.60	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.39	7
204	226	0.18	5.3	5.3	3	0.88	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.58	7
226	248	0.18	5.3	5.3	3	0.70	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.70	1
183	205	0.18	5.2	5.2	3	0.60	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.40	8
248	314	0.35	10.3	10.3	3	0.55	1	3	0.00	9	3	0.00	9	3	0.55	1
336	292	0.30	8.8	8.8	3	0.22	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.14	7
292	270	0.25	7.2	7.2	3	0.07	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.04	7
117	139	0.21	6.2	6.2	3	0.51	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.32	8
116	138	0.21	6.2	6.2	3	0.50	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.30	7
138	160	0.26	7.7	7.7	3	0.29	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.18	7
160	182	0.22	6.5	6.5	3	0.36	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.24	7
293	271	0.25	7.2	7.2	3	0.07	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.04	7
205	227	0.18	5.3	5.3	3	0.88	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.59	8
227	249	0.18	5.3	5.3	3	0.70	1	3	0.00	6	3	0.00	6	3	0.70	1
249	315	0.35	10.3	10.3	3	0.55	1	3	0.00	13	3	0.00	13	3	0.55	1
95	117	0.16	4.7	4.7	3	0.68	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.43	8
75	95	0.13	3.7	3.7	3	0.79	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.50	8
75	94	0.13	3.7	3.7	3	0.78	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.47	7
139	161	0.26	7.7	7.7	3	0.29	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.19	8
143	165	0.26	7.7	7.7	3	0.23	6	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.16	8
77	98	0.13	3.7	3.7	3	0.63	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.40	7
77	99	0.13	3.7	3.7	3	0.63	1	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.40	7
99	121	0.16	4.7	4.7	3	0.52	1	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.33	7
253	319	0.35	10.3	10.3	3	0.57	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.56	1
231	253	0.18	5.3	5.3	3	0.73	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.73	1
209	231	0.18	5.3	5.3	3	0.75	1	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.50	7
297	275	0.25	7.2	7.2	3	0.08	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.04	7
164	186	0.22	6.5	6.5	3	0.32	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.21	7
142	164	0.26	7.7	7.7	3	0.22	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.14	7
120	142	0.21	6.2	6.2	3	0.37	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.23	7
121	143	0.21	6.2	6.2	3	0.37	1	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.24	8
296	274	0.25	7.2	7.2	3	0.08	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.04	7
340	296	0.30	8.8	8.8	3	0.24	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.14	7
252	318	0.35	10.3	10.3	3	0.57	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.56	1
187	209	0.18	5.2	5.2	3	0.51	1	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.34	7
230	252	0.18	5.3	5.3	3	0.73	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.73	1
208	230	0.18	5.3	5.3	3	0.75	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.50	7
186	208	0.18	5.2	5.2	3	0.51	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.34	7
165	187	0.22	6.5	6.5	3	0.32	6	3	0.11	8	3	0.11	8	3	0.22	8
98	120	0.16	4.7	4.7	3	0.52	1	3	0.11	7	3	0.11	7	3	0.33	7
341	297	0.30	8.8	8.8	3	0.24	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.14	7
112	134	0.21	6.2	6.2	3	0.48	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.29	7
134	156	0.26	7.7	7.7	3	0.29	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.18	7
156	178	0.22	6.5	6.5	3	0.36	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.23	7
289	267	0.25	7.2	7.2	3	0.07	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.04	7

Copia informatica per consultazione

201	223	0.18	5.3	5.3	3	0.86	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.57	8
223	245	0.18	5.3	5.3	3	0.68	1	3	0.00	1	3	0.00	1	3	0.68	1
333	289	0.30	8.8	8.8	3	0.22	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.14	7
90	112	0.16	4.7	4.7	3	0.65	1	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.39	7
157	179	0.22	6.5	6.5	3	0.36	6	3	0.15	7	3	0.15	7	3	0.23	8
298	320	0.12	3.5	3.5	3	0.30	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.19	7
299	321	0.12	3.5	3.5	3	0.30	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.19	7
302	324	0.12	3.5	3.5	3	0.29	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.19	7
303	325	0.12	3.5	3.5	3	0.29	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.19	7
306	328	0.12	3.5	3.5	3	0.28	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.19	7
307	329	0.12	3.5	3.5	3	0.28	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.19	7
310	332	0.12	3.5	3.5	3	0.29	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.19	7
311	333	0.12	3.5	3.5	3	0.29	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.19	7
314	336	0.12	3.5	3.5	3	0.29	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.19	7
315	337	0.12	3.5	3.5	3	0.29	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.19	7
318	340	0.12	3.5	3.5	3	0.31	1	3	0.00	7	3	0.00	7	3	0.19	7
319	341	0.12	3.5	3.5	3	0.31	1	3	0.00	8	3	0.00	8	3	0.19	7

VERIFICA TRAVI SEZIONE 8 PROFILO Quals. puntoneD60.xml
Tipo di verifica da eseguire:
Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - N - Ty - Mx - My
Instabilità Nel Piano 1/2 ..... : Profilo singolo
Instabilità Nel Piano 1/3 ..... : Profilo singolo
Pressoflessione (Componenti Azioni Interna). : N - Mx - My
Instabilità Flesso-Torsionale ..... : Non richiesta

Acciaio tipo ..... : ***Acciaio esistente***
Tensione di Snervamento ..... : 3430.0 [kg/cm²]
Tensione di Rottura ..... : 4500.0 [kg/cm²]

Asta		**Luce**	**Snellezza**		**Resistenza**			**Instabilità 1/2**			**Instabilità 1/3**			**Pressoflessione**		
Da	**A**	**[m]**	**1/2**	**1/3**	**Classe**	**Sd/Sr**	**Comb.**	**Classe**	**Sd/Sr**	**Comb.**	**Classe**	**Sd/Sr**	**Comb.**	**Classe**	**Sd/Sr**	**Comb.**
61	210	1.49	72.4	72.4	3	0.60	1	3	0.47	1	3	0.47	1	3	0.75	1
63	219	1.49	72.4	72.4	3	0.56	1	3	0.68	1	3	0.68	1	3	0.87	1
63	218	1.49	72.4	72.4	3	0.56	1	3	0.67	1	3	0.67	1	3	0.87	1
62	215	1.49	72.4	72.4	3	0.57	1	3	0.68	1	3	0.68	1	3	0.89	1
62	214	1.49	72.4	72.4	3	0.57	1	3	0.68	1	3	0.68	1	3	0.88	1
61	211	1.49	72.4	72.4	3	0.60	1	3	0.47	6	3	0.47	6	3	0.76	6
65	227	1.49	72.4	72.4	3	0.58	1	3	0.68	1	3	0.68	1	3	0.89	1
65	226	1.49	72.4	72.4	3	0.58	1	3	0.68	1	3	0.68	1	3	0.89	1
66	230	1.49	72.4	72.4	3	0.60	1	3	0.47	1	3	0.47	1	3	0.75	1
66	231	1.49	72.4	72.4	3	0.60	1	3	0.47	6	3	0.47	6	3	0.75	6
64	222	1.49	72.4	72.4	3	0.56	1	3	0.67	1	3	0.67	1	3	0.87	1
64	223	1.49	72.4	72.4	3	0.56	1	3	0.68	1	3	0.68	1	3	0.87	1

VERIFICA TRAVI SEZIONE 9 PROFILO Quals. UPN60.xml
Tipo di verifica da eseguire:
Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - Ty - Mx - My
Instabilità Nel Piano 1/2 ..... : Non richiesta
Instabilità Nel Piano 1/3 ..... : Non richiesta
Pressoflessione (Componenti Azioni Interna). : Non richiesta
Instabilità Flesso-Torsionale ..... : Non richiesta

Copia informatica per consultazione

Acciaio tipo ..... : ***Acciaio esistente***
Tensione di Snervamento ..... : 3430.0 [kg/cm²]
Tensione di Rottura ..... : 4500.0 [kg/cm²]

Asta		Luce	Snellezza		Resistenza		
Da	A	[m]	1/2	1/3	Classe	Sd/Sr	Comb.
229	251	0.18	7.8	19.8	3	0.54	8
251	317	0.35	15.3	38.5	3	0.51	1
93	115	0.16	7.0	17.6	3	0.41	1
291	269	0.25	10.7	27.0	3	0.33	1
158	180	0.22	9.6	24.2	3	0.26	1
136	158	0.26	11.4	28.8	3	0.27	1
114	136	0.21	9.2	23.3	3	0.18	7
162	184	0.22	9.6	24.2	3	0.30	1
207	229	0.18	7.9	20.0	3	0.53	8
140	162	0.26	11.4	28.8	3	0.30	1
118	140	0.21	9.2	23.3	3	0.18	7
163	185	0.22	9.6	24.2	3	0.30	1
141	163	0.26	11.4	28.8	3	0.30	1
294	272	0.25	10.7	27.0	3	0.33	1
92	114	0.16	7.0	17.6	3	0.41	1
74	93	0.13	5.5	13.8	3	0.77	1
74	92	0.13	5.5	13.8	3	0.77	1
173	195	0.18	7.7	19.5	3	0.20	8
194	216	0.18	7.9	20.0	3	0.61	1
172	194	0.18	7.7	19.5	3	0.20	7
85	107	0.16	7.0	17.6	3	0.41	1
327	283	0.30	13.2	33.2	3	0.51	1
115	137	0.21	9.2	23.3	3	0.21	8
290	268	0.25	10.7	27.0	3	0.33	1
334	290	0.30	13.2	33.2	3	0.51	1
246	312	0.35	15.3	38.5	3	0.45	1
181	203	0.18	7.7	19.5	3	0.20	8
224	246	0.18	7.8	19.8	3	0.62	1
202	224	0.18	7.9	20.0	3	0.61	1
111	133	0.21	9.2	23.3	3	0.21	8
286	264	0.25	10.7	27.0	3	0.33	1
330	286	0.30	13.2	33.2	3	0.51	1
242	308	0.35	15.3	38.5	3	0.45	1
177	199	0.18	7.7	19.5	3	0.19	7
220	242	0.18	7.8	19.8	3	0.62	1
198	220	0.18	7.9	20.0	3	0.60	1
176	198	0.18	7.7	19.5	3	0.19	7
89	111	0.16	7.0	17.6	3	0.41	1
110	132	0.21	9.2	23.3	3	0.18	7
88	110	0.16	7.0	17.6	3	0.41	1
72	89	0.13	5.5	13.8	3	0.77	1
72	88	0.13	5.5	13.8	3	0.77	1

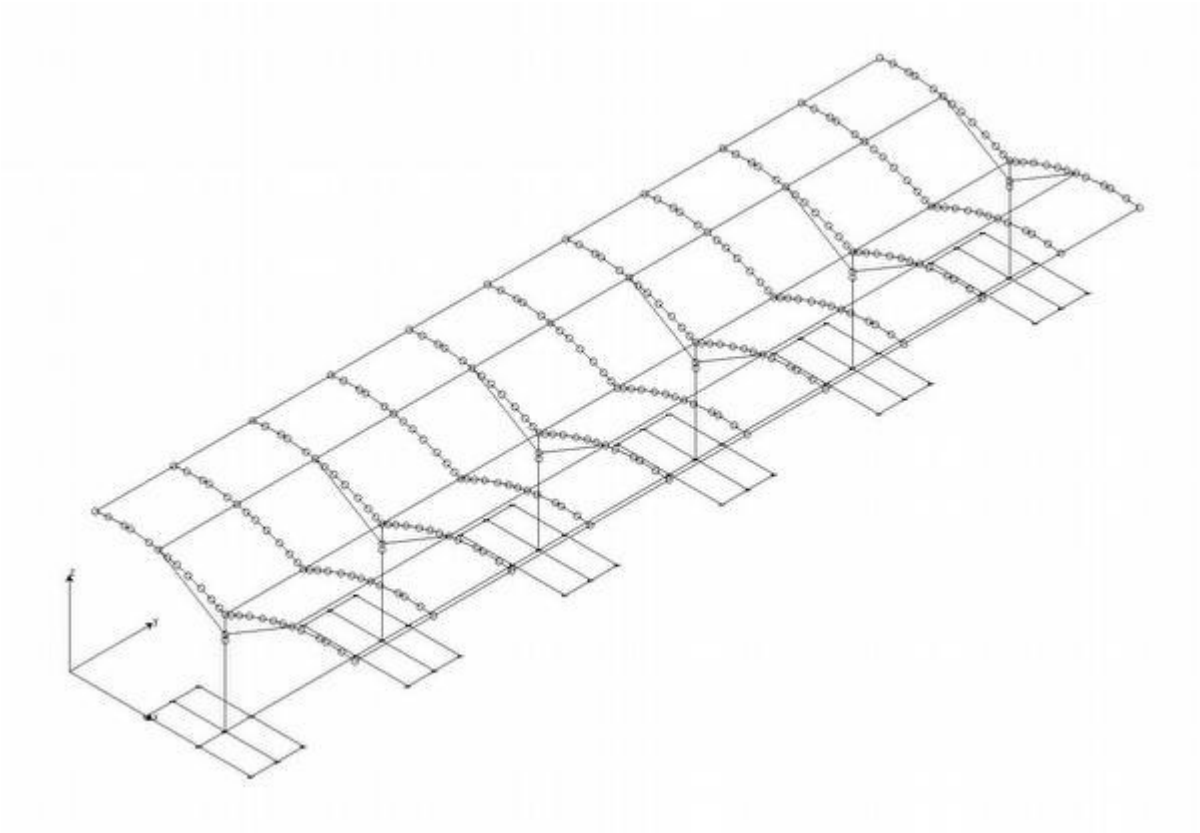
Copia informatica per consultazione

155	177	0.22	9.6	24.2	3	0.26	6
133	155	0.26	11.4	28.8	3	0.27	6
282	260	0.25	10.7	27.0	3	0.33	1
326	282	0.30	13.2	33.2	3	0.51	1
238	304	0.35	15.3	38.5	3	0.45	1
216	238	0.18	7.8	19.8	3	0.62	1
129	151	0.26	11.4	28.8	3	0.27	6
125	147	0.26	11.4	28.8	3	0.30	6
147	169	0.22	9.6	24.2	3	0.30	6
68	80	0.13	5.5	13.8	3	0.83	1
335	291	0.30	13.2	33.2	3	0.51	1
247	313	0.35	15.3	38.5	3	0.45	1
225	247	0.18	7.8	19.8	3	0.62	1
203	225	0.18	7.9	20.0	3	0.61	6
107	129	0.21	9.2	23.3	3	0.21	8
159	181	0.22	9.6	24.2	3	0.26	6
137	159	0.26	11.4	28.8	3	0.27	6
338	294	0.30	13.2	33.2	3	0.55	1
250	316	0.35	15.3	38.5	3	0.51	1
180	202	0.18	7.7	19.5	3	0.20	7
185	207	0.18	7.7	19.5	3	0.16	8
119	141	0.21	9.2	23.3	3	0.18	7
228	250	0.18	7.8	19.8	3	0.52	7
206	228	0.18	7.9	20.0	3	0.51	7
184	206	0.18	7.7	19.5	3	0.16	1
331	287	0.30	13.2	33.2	3	0.51	1
243	309	0.35	15.3	38.5	3	0.45	1
221	243	0.18	7.8	19.8	3	0.62	6
199	221	0.18	7.9	20.0	3	0.61	6
287	265	0.25	10.7	27.0	3	0.33	1
154	176	0.22	9.6	24.2	3	0.26	1
132	154	0.26	11.4	28.8	3	0.27	1
68	81	0.13	5.5	13.8	3	0.83	1
80	102	0.16	7.0	17.6	3	0.45	1
102	124	0.21	9.2	23.3	3	0.18	7
124	146	0.26	11.4	28.8	3	0.29	1
146	168	0.22	9.6	24.2	3	0.29	1
279	257	0.25	10.7	27.0	3	0.33	6
191	213	0.18	7.9	20.0	3	0.54	8
213	235	0.18	7.8	19.8	3	0.55	8
235	301	0.35	15.3	38.5	3	0.50	1
323	279	0.30	13.2	33.2	3	0.54	1
81	103	0.16	7.0	17.6	3	0.45	1
168	190	0.18	7.7	19.5	3	0.15	1
190	212	0.18	7.9	20.0	3	0.51	7
212	234	0.18	7.8	19.8	3	0.52	7
169	191	0.18	7.7	19.5	3	0.16	8

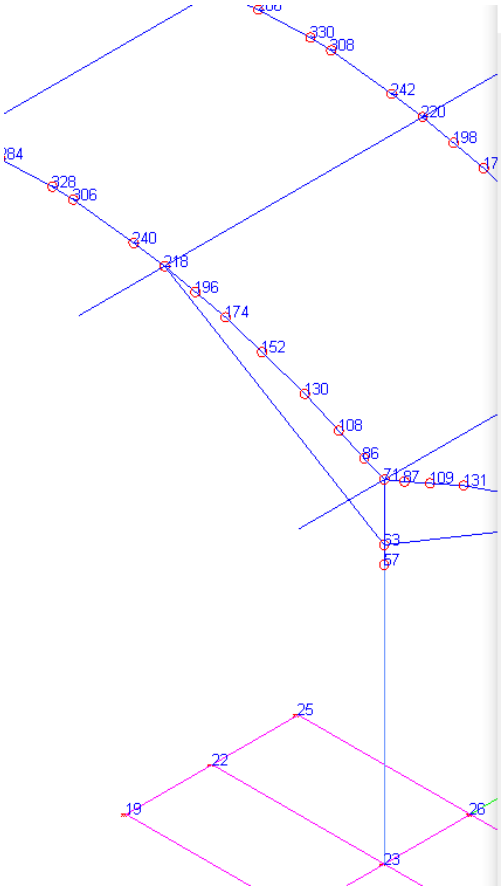
Copia informatica per consultazione

234	300	0.35	15.3	38.5	3	0.50	1
322	278	0.30	13.2	33.2	3	0.54	1
278	256	0.25	10.7	27.0	3	0.33	1
103	125	0.21	9.2	23.3	3	0.22	8
239	305	0.35	15.3	38.5	3	0.45	1
217	239	0.18	7.8	19.8	3	0.62	6
195	217	0.18	7.9	20.0	3	0.61	6
283	261	0.25	10.7	27.0	3	0.33	1
150	172	0.22	9.6	24.2	3	0.26	1
128	150	0.26	11.4	28.8	3	0.26	1
106	128	0.21	9.2	23.3	3	0.18	7
84	106	0.16	7.0	17.6	3	0.41	1
70	85	0.13	5.5	13.8	3	0.77	1
70	84	0.13	5.5	13.8	3	0.77	1
151	173	0.22	9.6	24.2	3	0.26	6
97	119	0.16	7.0	17.6	3	0.46	6
96	118	0.16	7.0	17.6	3	0.46	1
76	97	0.13	5.5	13.8	3	0.84	6
76	96	0.13	5.5	13.8	3	0.84	1
339	295	0.30	13.2	33.2	3	0.55	1
295	273	0.25	10.7	27.0	3	0.33	6
300	322	0.12	5.2	13.2	3	0.54	1
301	323	0.12	5.2	13.2	3	0.54	1
304	326	0.12	5.2	13.2	3	0.51	1
305	327	0.12	5.2	13.2	3	0.51	1
308	330	0.12	5.2	13.2	3	0.51	1
309	331	0.12	5.2	13.2	3	0.51	1
312	334	0.12	5.2	13.2	3	0.51	1
313	335	0.12	5.2	13.2	3	0.51	1
316	338	0.12	5.2	13.2	3	0.55	1
317	339	0.12	5.2	13.2	3	0.55	1

Copia informatica per consultazione



Verifica piatto di testa colonna



Trave 63 71 Sezione 2

	Comb.	Nodo	N [kg]	T 1-2 [kg]	T-13 [kg]	Mt [kgm]	M 1-3 [kgm]	M 1-2 [kgm]
1	1	63	-2303,8	-4,5	-3,3	0,0	1,9	-0,4
2		71	2313,9	4,5	3,3	-0,0	-0,8	-1,1
3	2	63	-1632,2	-3,0	-2,3	0,0	1,3	-0,3
4		71	1642,3	3,0	2,2	-0,0	-0,6	-0,7
5	3	63	627,7	0,5	0,3	-0,0	-0,3	0,0
6		71	-617,6	-0,5	-0,3	0,0	0,2	0,1
7	4	63	-1390,9	-2,6	-878,2	0,1	340,4	-0,2
8		71	1401,0	2,6	878,2	-0,1	-51,5	-0,6
9	5	63	-252,8	-0,9	3196,5	-0,2	-1237,5	-0,1
10		71	262,8	0,9	-3196,5	0,2	186,2	-0,2
11	6	63	-2159,0	-4,3	-528,9	0,0	205,3	-0,4
12		71	2169,1	4,3	528,9	-0,0	-31,4	-1,0
13	7	63	1579,9	2,4	1,7	-0,0	-1,1	0,2
14		71	-1572,9	-2,4	-1,7	0,0	0,5	0,6
15	8	63	699,4	1,0	3197,9	-0,2	-1238,3	0,1
16		71	-692,5	-1,0	-3197,9	0,2	186,5	0,3
17	9	63	-217,7	35,9	-499,9	0,1	181,8	4,1
18		71	225,4	-35,9	499,9	-0,1	-17,9	7,7
19	10	63	-215,2	-36,7	-499,9	0,1	181,7	-4,2
20		71	223,0	36,7	499,8	-0,1	-17,9	-7,9
21	11	63	-219,9	120,6	-150,3	0,0	54,7	13,9
22		71	227,6	-120,6	150,3	-0,0	-5,4	25,8
23	12	63	-219,3	120,6	149,4	-0,1	-54,3	13,9
24		71	227,0	-120,6	-149,5	0,1	5,3	25,8
25	13	63	-215,6	35,9	499,2	-0,1	-181,4	4,1
26		71	223,4	-35,9	-499,2	0,1	17,8	7,7
27	14	63	-213,1	-36,7	499,2	-0,1	-181,4	-4,2
28		71	220,9	36,7	-499,3	0,1	17,8	-7,9
29	15	63	-211,6	-121,3	-150,1	0,1	54,6	-13,9
30		71	219,3	121,3	150,1	-0,1	-5,4	-26,0
31	16	63	-210,9	-121,3	149,6	-0,0	-54,3	-13,9
32		71	218,7	121,3	-149,6	0,0	5,3	-26,0

Copia informatica per consultazione

N_{Ed} = 699 kg

V_{12Ed} = 3198 kg

M_{12Ed} = 1238 kgm

B = 10mm

H = 327 mm

A = 3270mm^2 = 32.7 cm^2

W = 10 x 327^2 / 6 = 178215 mm^3

$V_{Rd} = A_v \times f_{yk} / (Rad(3) \times \gamma_{M0})$ = 3270 x 360 / (1.73 x 1.05) = 648'059 N = 648,059 kN = 64059 kg >> V_{12Ed} verifica soddisfatta

- ⇨ Considero taglio e pressoflex disgiunte

$M_{Rd} = W \times f_{yk} / \gamma_{M0}$ = 178215 x 360 / 1.05 = 61102285 Nmm = 6110 kgm

MEd/MRd < 1

Verifica soddisfatta

Copia informatica per consultazione

3.11.2 Verifica dei collegamenti

3.11.2.1 Verifica collegamento bullonato al piede colonne

VERIFICA DELLE PIASTRE DI BASE CIRCOLARI PER COLONNE TUBOLARI			
Materiali utilizzati	© Dott. Simone Caffè		
Valore di snervamento dell'acciaio della colonna	$f_{yk,c}$	343	[N/mm^2]
Valore di rottura dell'acciaio della colonna	$f_{uk,c}$	450	[N/mm^2]
Valore di snervamento dell'acciaio dei tirafondi	$f_{yk,t}$	355	[N/mm^2]
Valore di rottura dell'acciaio dei tirafondi	$f_{uk,t}$	510	[N/mm^2]
Valore di snervamento dell'acciaio della piastra	$f_{yk,b}$	343	[N/mm^2]
Valore di rottura dell'acciaio della piastra	$f_{uk,b}$	450	[N/mm^2]
Coefficienti di sicurezza			
Coefficiente di sicurezza per le sezioni lorde	γ_{M0}	1,05	[-]
Coefficiente di sicurezza per sezioni nette e per i tirafondi	γ_{M2}	1,25	[-]
Caratteristiche geometriche			
Diametro esterno della colonna tubolare	$d_{c,ext}$	150,00	[mm]
Spessore della colonna tubolare	t_c	6,00	[mm]
Diametro interno della colonna tubolare	$d_{c,int}$	138	[mm^2]
Area della sezione trasversale	A_c	2714	[mm^2]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	I_c	7047774	[mm^4]
Modulo di resistenza elastico	$W_{el,c}$	93970	[mm^3]
Modulo di resistenza plastico	$W_{pl,c}$	124488	[mm^3]
Classificazione della sezione	$d_{c,ext}/t_c$	25	[-]
	ε	0,83	[-]
	CL	**Classe 2**	**[-]**
Momento resistente della colonna	$\mathbf{M_{Rd,c}}$	**40,67**	**[kNm]**
25% del momento resistente	$25\%M_{Rd,c}$	10,17	[kNm]
Sollecitazioni di progetto			
Forza assiale (positiva se di compressione)	$N_{Ed,c}$	32,00	[kN]
Forza assiale (negativa se di trazione)	$N_{Ed,t}$	-19,00	[kN]
Momento flettente di progetto	M_{Ed}	12,30	[kNm]
Tensione massima nei tirafondi (da Gelfi)	σ_t	34,00	[N/mm^2]
Tasso di lavoro della colonna per pura flessione	$\boldsymbol{\rho_c}$	**0,30**	**[-]**
Verifica di resistenza dei tirafondi			
Diametro dei tirafondi	ϕ_t	20,00	[mm]

Copia informatica per consultazione

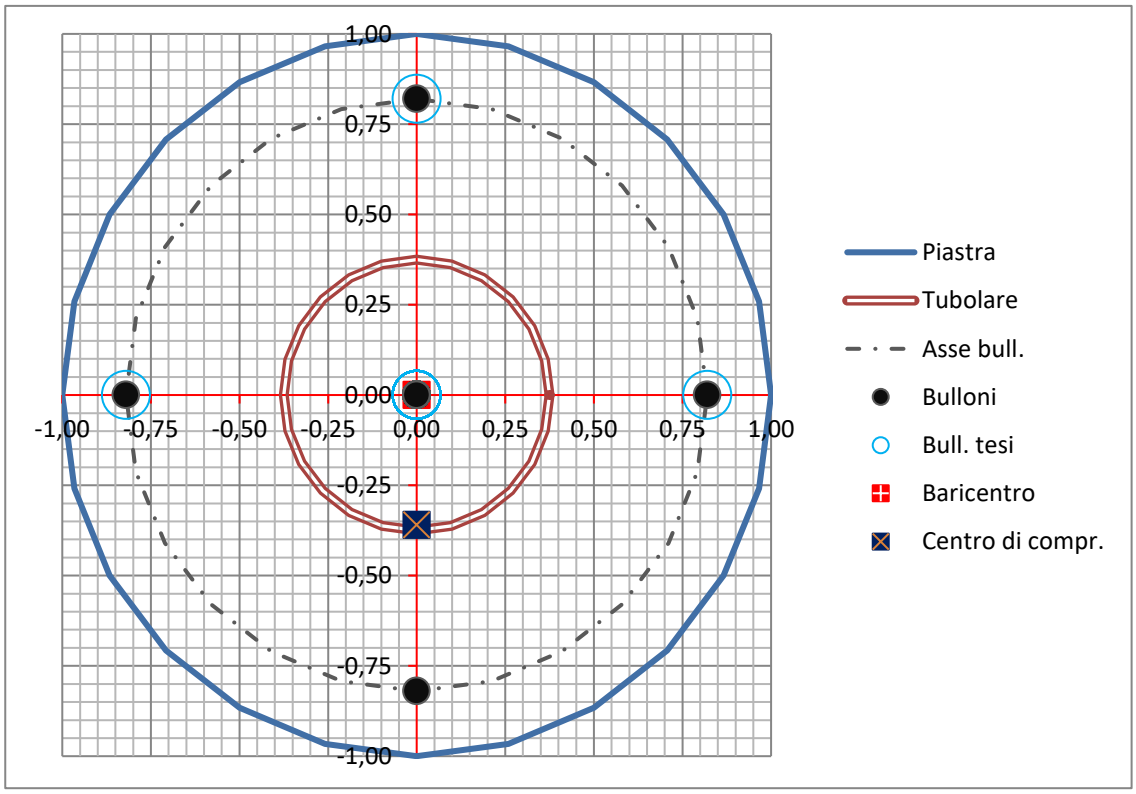
Area della sezione lorda del tirafondo	A_t	314	[mm²]
Area della sezione netta del tirafondo	$A_{t,netta}$	245	[mm²]
Resistenza della sezione lorda	$N_{pl,Rd}$	106,22	[kN]
Resistenza della sezione netta	$N_{u,Rd}$	89,98	[kN]
Resistenza minima del tirafondo	$\mathbf{N_{min,Rd}}$	**89,98**	**[kN]**
Sollecitazione nel tirafondo	$\mathbf{N_{t,Ed}}$	**10,68**	**[kN]**
Tasso di lavoro del tirafondo	ρ_t	**0,12**	**[-]**
Resistenza della piastra lato tirafondi			
Distanza tra la colonna ed il tirafondo	s	89,00	[mm]
Spessore della piastra di base	t_b	10,00	[mm]
Larghezza efficace della piastra di base	b_{eff}	198	[mm]
Modulo di resistenza plastico della piastra	$W_{pl,b}$	4950	[mm³]
VERIFICA DELLE PIASTRE DI BASE CIRCOLARI PER COLONNE TUBOLARI			
Momento resistente della piastra di base	$\mathbf{M_{pl,Rd}}$	**1,62**	**[kNm]**
Momento sollecitante della piastra di base	$\mathbf{M_{b,Ed}}$	**0,95**	**[kNm]**
Tasso di lavoro della piastra di base	$\rho_{b,t}$	**0,59**	**[-]**
Resistenza della piastra lato calcestruzzo			
Diametro della piastra di base	d_b	400,00	[mm]
Resistenza del grout sotto la piastra	f_{jd}	20,00	[N/mm²]
Coefficiente di ripartizione	c	23	[mm]
Diametro effettivo esterno	$d_{b,eff,ext}$	196,67	[mm]
Diametro effettivo interno	$d_{b,eff,int}$	91,33	[mm]
Considerare o meno la ripartizione interna		si	[-]
Area efficace della piastra di base	$A_{c,eff}$	23826	[mm²]
Resistenza efficace del grout al di sotto della piastra	$\mathbf{N_{j,Rd}}$	**477**	**[kN]**
Forza assiale (positiva se di compressione)	$\mathbf{N_{Ed}}$	**32**	**[kN]**
Tasso di lavoro del grout	ρ_j	**0,07**	**[-]**
Distanza tra bordo piastra e bordo colonna	s_b	125	[mm]
Ripartizione effettiva	c_{eff}	23	[mm]
Modulo di resistenza plastico della piastra	$W_{pl,b}$	25	[mm³/mm]
Momento resistente della piastra di base	$\mathbf{M_{pl,Rd}}$	**0,008**	**[kNm/m]**
Momento sollecitante della piastra di base	$\mathbf{M_{b,Ed}}$	**0,005**	**[kNm/m]**
Tasso di lavoro della piastra di base	$\rho_{b,c}$	**0,67**	**[-]**
APPROCCIO PLASTICO - EC.3 - 1 - 8			
Resistenza a pura compressione			
Area efficace della piastra di base	$A_{c,eff}$	23826	[mm²]
Resistenza a pura compressione	$\mathbf{N_{c,Rd}}$	**477**	**[kN]**

Copia informatica per consultazione

Resistenza a pura trazione			
Numero complessivo dei tirafondi	n_t	4,00	[mm]
Lunghezza del tirafondo	L_t	850,00	[mm]
Distanza dal bordo del getto	a_t	180,00	[mm]
Resistenza caratteristica cubica del cls della fondazione	R_{ck}	30,00	[N/mm^2]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	24,90	[N/mm^2]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1,79	[N/mm^2]
Fattore η	η	1	[-]
Resistenza di aderenza di calcolo	f_{bd}	2,69	[N/mm^2]
Resistenza minima a trazione del tirafondo	$F_{t,Rd}$	**89,98**	**[kN]**
Resistenza di aderenza del tirafondo	$F_{t,bond,Rd}$	**63,76**	**[kN]**
Presenza o meno della rosetta		no	[-]
Tensione di contatto per pura compressione (Ballio)	$f_{c,d}$	20	[N/mm^2]
Diametro della rosetta	$d_{rosetta}$	120,00	[mm]
Coefficiente di efficacia della rosetta (Ballio)	$\alpha_{rosetta}$	0,67	[-]
Area della rosetta	$A_{rosetta}$	11310	[mm^2]
Resistenza per contatto della rosetta	$N_{Rd,rosetta}$	**0,00**	**[kN]**
Resistenza complessiva di aderenza	$F_{Rd,bond,tot}$	**63,76**	**[kN]**
Considerare o meno la resistenza di aderenza		si	[-]
Resistenza effettiva dell'ancoraggio	$F_{t,anchor,Rd}$	**63,76**	**[kN]**
Altezza di gola della saldatura tra tubolare e piastra	a_g	4,24	[mm]
Distanza tra asse del bullone e saldatura	m	84,20	[mm]
Distanza dal bordo libero della piastra all'asse del bullone	e	36,00	[mm]
Passo dei tirafondi	w	257,61	[mm]
Lunghezze effettive per collasso circolare	$l_{eff,cp,1}$	529,04	[mm]
	$l_{eff,cp,2}$	336,52	[mm]
	$l_{eff,cp,3}$	522,13	[mm]
	$l_{eff,cp,min}$	336,52	[mm]
Lunghezze effettive per collasso non circolare	$l_{eff,nc,1}$	381,80	[mm]
	$l_{eff,nc,2}$	319,71	[mm]
	$l_{eff,nc,3}$	198,00	[mm]
	$l_{eff,nc,min}$	198,00	[mm]
Lunghezza efficace per il collasso di 1° Modo	$L_{eff,1}$	**198,00**	**[mm]**
Lunghezza efficace per il collasso di 2° Modo	$L_{eff,2}$	**198,00**	**[mm]**
Modulo di resistenza plastico relativo al 1°	$W_{pl,1}$	4950	[mm^3]

Copia informatica per consultazione

Modo			
Modulo di resistenza plastico relativo al 2° Modo	$W_{pl,2}$	4950	[mm^3]
Momento plastico della piastra relativo al 1° Modo	$M_{Rd,1}$	1,62	[kNm]
Momento plastico della piastra relativo al 2° Modo	$M_{Rd,2}$	1,62	[kNm]
Dimensione geometrica "n"	n	36,00	[mm]
Forza di trazione relativa al 1° Modo di collasso	$F_{t,1,Rd}$	38,41	[kN]
Forza di trazione relativa al 2° Modo di collasso	$F_{t,2,Rd}$	32,55	[kN]
Forza di trazione relativa al 3° Modo di collasso	$F_{t,3,Rd}$	63,76	[kN]
Forza di trazione relativa allo spessore del tubolare teso	$F_{t,4,Rd}$	388,08	[kN]
Resistenza a pura trazione	$\mathbf{N_{t,Rd}}$	**130**	**[kN]**



Resistenza a pura flessione

Numero tirafondi tesi	$n_{t,tesi}$	3,00	[-]
Somma complessiva dei bracci di leva	Σb_i	0,38	[m]
Forza di trazione minima per ciascun tirafondo	$F_{t,min,Rd}$	32,55	[kN]
Momento resistente della piastra di base	$\mathbf{M_{b,Rd}}$	**12,37**	**[kNm]**

Copia informatica per consultazione

Tasso di lavoro per pura flessione rispetto al momento M_{Ed}	$\rho_{b,MEd}$	**0,99**	**[-]**

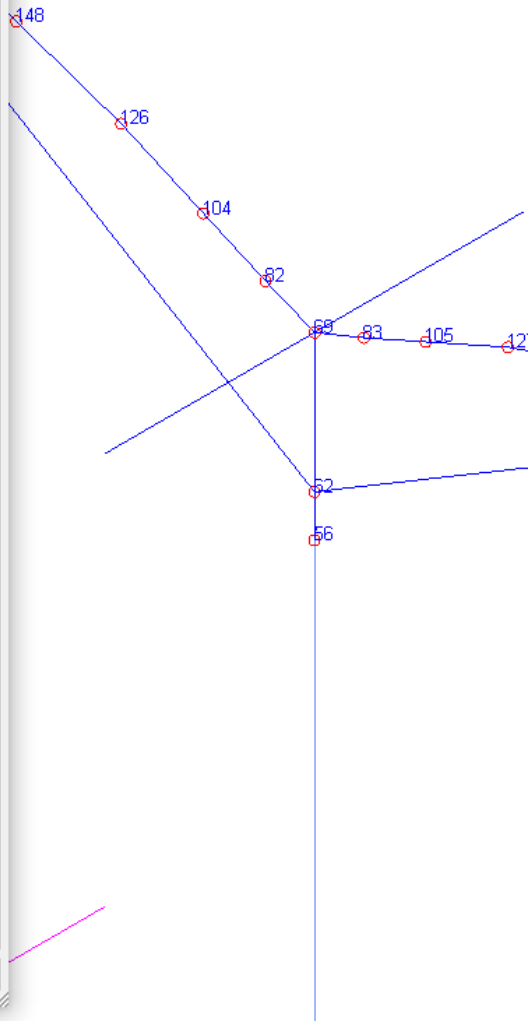
3.11.2.2 Verifica collegamento bullonato telaio-colonna

Si allega la tabella delle sollecitazioni sull'asta che modella il piatto solidale alla colonna (nodi 56-62).

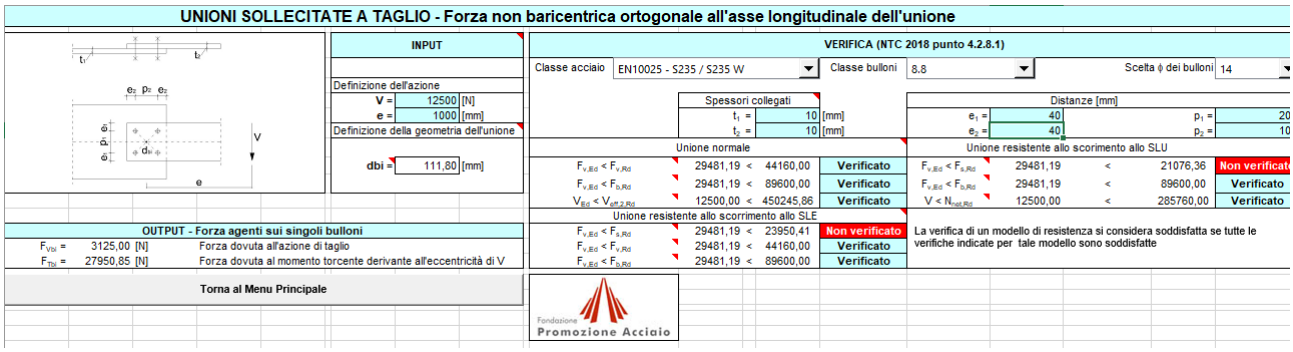
Le sollecitazioni al nodo 62 rappresentano le sollecitazioni che sollecitano il giunto bullonato.

Trave 56 62 Sezione 2

	Comb.	Nodo	N [kg]	T 1-2 [kg]	T-13 [kg]	Mt [kgm]	M 1-3 [kgm]	M 1-2 [kgm]
1	1	56	3438,7	2,3	-6,2	-0,0	2,7	-0,8
2		62	-3435,6	-2,3	6,2	0,0	-2,1	1,1
3	2	56	2365,2	1,5	-4,2	-0,0	1,9	-0,6
4		62	-2362,2	-1,5	4,2	0,0	-1,4	0,7
5	3	56	-450,3	-0,0	0,8	0,0	-0,4	0,1
6		62	453,4	0,0	-0,8	-0,0	0,3	-0,1
7	4	56	2062,4	1,4	14,5	0,2	341,1	-0,5
8		62	-2059,4	-1,4	-14,5	-0,2	-342,6	0,6
9	5	56	654,5	0,6	-67,5	-0,8	-1238,3	-0,2
10		62	-651,4	-0,6	67,5	0,8	1245,1	0,2
11	6	56	3257,0	2,2	5,1	0,1	206,3	-0,8
12		62	-3254,0	-2,2	-5,1	-0,1	-206,8	1,0
13	7	56	-1902,6	-1,0	3,4	0,0	-1,5	0,5
14		62	1904,7	1,0	-3,4	-0,0	1,2	-0,6
15	8	56	-797,8	-0,4	-64,9	-0,8	-1239,5	0,2
16		62	799,9	0,4	64,9	0,8	1246,0	-0,2
17	9	56	346,2	39,4	-77,1	0,6	168,2	5,6
18		62	-343,8	-39,4	77,0	-0,6	-162,3	-1,6
19	10	56	336,4	-38,9	-77,0	0,6	168,2	-5,7
20		62	-334,0	38,9	77,0	-0,6	-162,2	1,8
21	11	56	357,7	130,8	-23,6	0,2	50,7	18,8
22		62	-355,3	-130,8	23,6	-0,2	-48,9	-5,7
23	12	56	357,8	130,8	22,3	-0,2	-50,1	18,8
24		62	-355,4	-130,8	-22,3	0,2	48,4	-5,7
25	13	56	346,4	39,4	75,8	-0,6	-167,7	5,6
26		62	-344,1	-39,4	-75,8	0,6	161,8	-1,6
27	14	56	336,6	-38,9	75,8	-0,6	-167,7	-5,7
28		62	-334,3	38,9	-75,8	0,6	161,9	1,8
29	15	56	325,0	-130,3	-23,5	0,2	50,6	-18,9
30		62	-322,7	130,3	23,5	-0,2	-48,8	5,9
31	16	56	325,1	-130,3	22,4	-0,2	-50,2	-18,9
32		62	-322,7	130,3	-22,4	0,2	48,5	5,9
33	17	56	2338,0	1,5	-4,2	-0,0	1,8	-0,6



Copia informatica per consultazione



UNIONI SOLLECITATE A TAGLIO - Forza non baricentrica ortogonale all'asse longitudinale dell'unione

INPUT

Definizione dell'azione
V = 12500 [N]
e = 1000 [mm]
Definizione della geometria dell'unione
dbi = 111,80 [mm]

OUTPUT - Forza agenti sui singoli bulloni
F_{Vbi} = 3125,00 [N] Forza dovuta all'azione di taglio
F_{Tbi} = 27950,85 [N] Forza dovuta al momento torcente derivante all'eccentricità di V

Torna al Menu Principale

VERIFICA (NTC 2018 punto 4.2.8.1)
Classe acciaio EN10025 - S235 / S235 W — Classe bulloni 8.8 — Scelta ϕ dei bulloni 14

Spessori collegati
t_1 = 10 [mm]
t_2 = 10 [mm]

Distanze [mm]
e_1 = 40 — p_1 = 20
e_2 = 40 — p_2 = 10

Unione normale
$F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$ 29481,19 < 44160,00 Verificato
$F_{v,Ed} < F_{b,Rd}$ 29481,19 < 89600,00 Verificato
$V_{Ed} < V_{eff,2,Rd}$ 12500,00 < 450245,86 Verificato

Unione resistente allo scorrimento allo SLE
$F_{v,Ed} < F_{s,Rd}$ 29481,19 < 23950,41 Non verificato
$F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$ 29481,19 < 44160,00 Verificato
$F_{v,Ed} < F_{b,Rd}$ 29481,19 < 89600,00 Verificato

Unione resistente allo scorimento allo SLU
$F_{v,Ed} < F_{s,Rd}$ 29481,19 < 21076,36 Non verificato
$F_{v,Ed} < F_{b,Rd}$ 29481,19 < 89600,00 Verificato
$V < N_{net,Rd}$ 12500,00 < 285760,00 Verificato

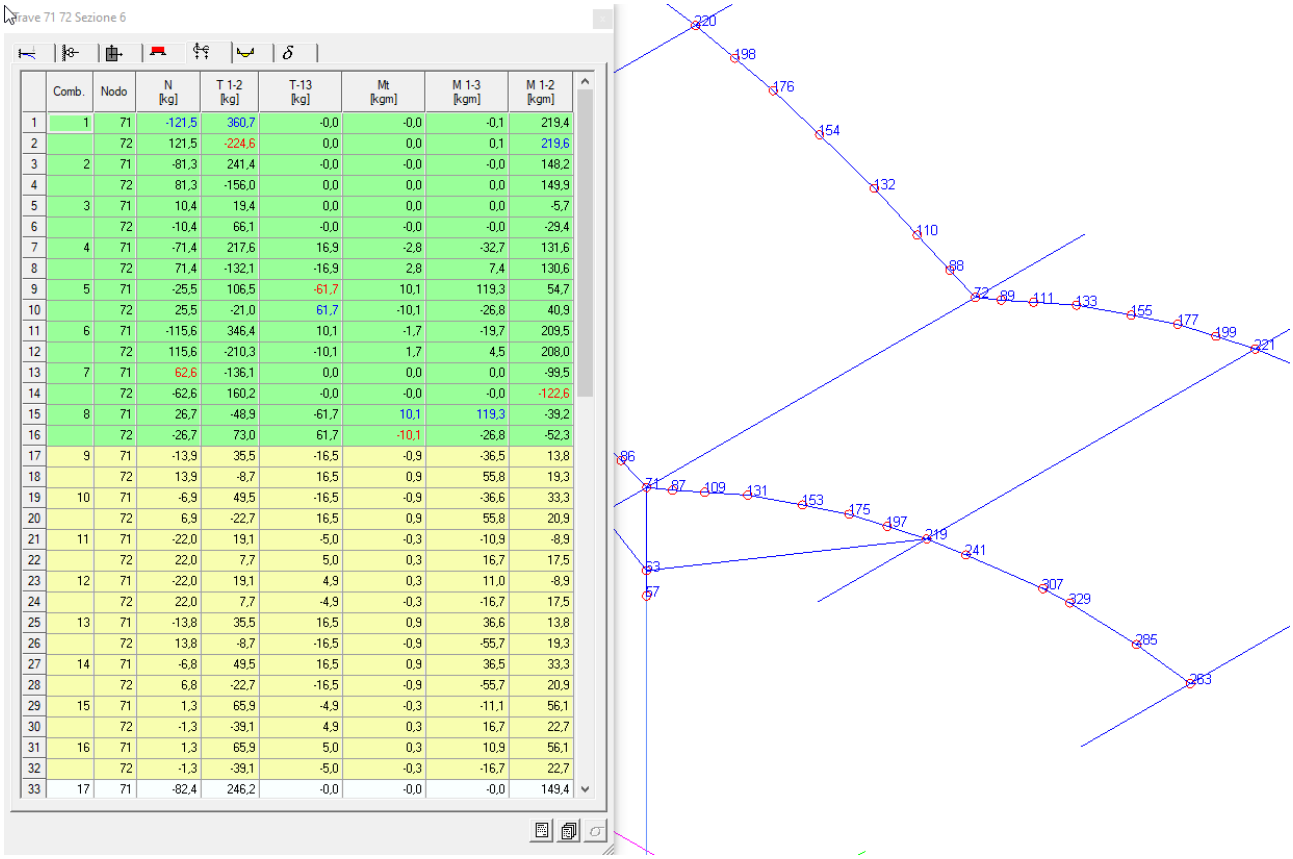
La verifica di un modello di resistenza si considera soddisfatta se tutte le verifiche indicate per tale modello sono soddisfatte

Unione normale – verifica soddisfatta

3.11.2.3 Verifica collegamento bullonato telaio-trave trapezia

Si allega la tabella delle sollecitazioni sull'asta che modella la trave trapezia (nodi 71-72).

Le sollecitazioni al nodo rappresentano le sollecitazioni che sollecitano il giunto bullonato.



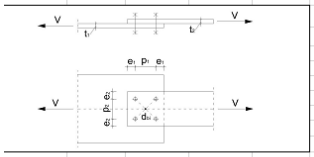
Trave 71 72 Sezione 6

	Comb.	Nodo	N [kg]	T 1-2 [kg]	T-13 [kg]	Mt [kgm]	M 1-3 [kgm]	M 1-2 [kgm]
1	1	71	-121,5	360,7	-0,0	-0,0	-0,1	219,4
2		72	121,5	-224,6	0,0	0,0	0,1	219,6
3	2	71	-81,3	241,4	-0,0	-0,0	-0,0	148,2
4		72	81,3	-156,0	0,0	0,0	0,0	149,9
5	3	71	10,4	19,4	0,0	0,0	0,0	-5,7
6		72	-10,4	66,1	-0,0	-0,0	-0,0	-29,4
7	4	71	-71,4	217,6	16,9	-2,8	-32,7	131,6
8		72	71,4	-132,1	-16,9	2,8	7,4	130,6
9	5	71	-25,5	106,5	-61,7	10,1	119,3	54,7
10		72	25,5	-21,0	61,7	-10,1	-26,8	40,9
11	6	71	-115,6	346,4	10,1	-1,7	-19,7	209,5
12		72	115,6	-210,3	-10,1	1,7	4,5	208,0
13	7	71	62,6	-136,1	0,0	0,0	0,0	-99,5
14		72	-62,6	160,2	-0,0	-0,0	-0,0	-122,6
15	8	71	26,7	-48,9	-61,7	10,1	119,3	-39,2
16		72	-26,7	73,0	61,7	-10,1	-26,8	-52,3
17	9	71	-13,9	35,5	-16,5	-0,9	-36,5	13,8
18		72	13,9	-8,7	16,5	0,9	55,8	19,3
19	10	71	-6,9	49,5	-16,5	-0,9	-36,6	33,3
20		72	6,9	-22,7	16,5	0,9	55,8	20,9
21	11	71	-22,0	19,1	-5,0	-0,3	-10,9	-8,9
22		72	22,0	7,7	5,0	0,3	16,7	17,5
23	12	71	-22,0	19,1	4,9	0,3	11,0	-8,9
24		72	22,0	7,7	-4,9	-0,3	-16,7	17,5
25	13	71	-13,8	35,5	16,5	0,9	36,6	13,8
26		72	13,8	-8,7	-16,5	-0,9	-55,7	19,3
27	14	71	-6,8	49,5	16,5	0,9	36,5	33,3
28		72	6,8	-22,7	-16,5	-0,9	-55,7	20,9
29	15	71	1,3	65,9	-4,9	-0,3	-11,1	56,1
30		72	-1,3	-39,1	4,9	0,3	16,7	22,7
31	16	71	1,3	65,9	5,0	0,3	10,9	56,1
32		72	-1,3	-39,1	-5,0	-0,3	-16,7	22,7
33	17	71	-82,4	246,2	-0,0	-0,0	-0,0	149,4

Verifica giunto a taglio

Copia informatica per consultazione

UNIONI SOLLECITATE A TAGLIO - Forza baricentrica



INPUT

Definizione dell'azione: V = 3600 [N]

Definizione della geometria dell'unione: db_i = 85,33 [mm]

OUTPUT - Forza agente sui singoli bulloni

Fb_i = 900 [N] Forza agente su ogni singolo bullone dell'unione

Torna al Menu Principale

VERIFICA (NTC 2018 punto 4.2.8.1)

Classe acciaio: EN10025 - S420 N/NL/M/ML | Classe bulloni: 8.8 | Scelta ϕ dei bulloni: 10

Spessori collegati: t_1 = 10 [mm], t_2 = 3,3 [mm]

Distanze [mm]: e_1 = 30, e_2 = 30, p_1 = 90, p_2 = 145

Unione normale					Unione resistente allo scorimento allo SLU				
$F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$	900,00	<	22272,00	Verificato	$F_{v,Ed} < F_{s,Rd}$	900,00	<	10629,82	Verificato
$F_{v,Ed} < F_{b,Rd}$	900,00	<	31200,00	Verificato	$F_{v,Ed} < F_{b,Rd}$	900,00	<	31200,00	Verificato
$V_{Ed} < V_{eff,1,Rd}$	3600,00	<	296466,39	Verificato	$V < N_{net,Rd}$	3600,00	<	205128,00	Verificato
Unione resistente allo scorrimento allo SLE									
$F_{v,Ed} < F_{s,Rd}$	900,00	<	12079,34	Verificato					
$F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$	900,00	<	22272,00	Verificato					
$F_{v,Ed} < F_{b,Rd}$	900,00	<	31200,00	Verificato					

La verifica di un modello di resistenza si considera soddisfatta se tutte le verifiche indicate per tale modello sono soddisfatte

Fondazione Promozione Acciaio

Verifica soddisfatta

Verifica bulloni a trazione e taglio:

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	1800
$F_{t,Ed}$ (N)	11000*

*220kgm / 0.1m / 2 bulloni = 1100 kg = 11000N

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	12
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm²)	640
f_{tb} (N/mm²)	800
A_n (mm²)	113
A_{res} (mm²)	84

Piastra di collegamento	
Acciaio	S355
t (mm)	3,3
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	13
f_{tk} (N/mm²)	510

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm²)	f_{tb} (N/mm²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm²)	A_{res} (mm²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.71

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \qquad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$$ 0,218

$F_{v,Rd}$ (N)	32256

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$$ 0,227

Copia informatica per consultazione

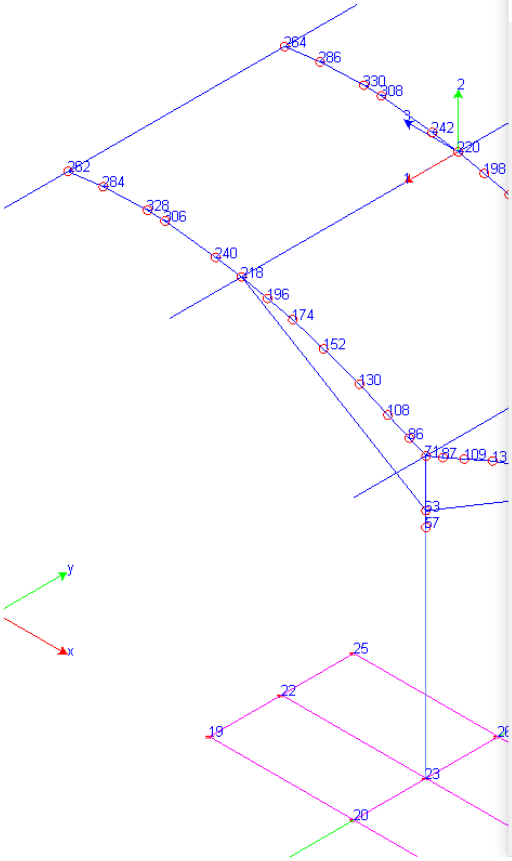
$F_{t,Rd}$ (N)	48384		

Verifica soddisfatta

3.11.2.4 Verifica collegamento bullonato telaio-profilo tubolare di rinforzo (progetto)

Si allega la tabella delle sollecitazioni sull'asta che modella il tubolare di progetto (nodi 71-72).

Le sollecitazioni al nodo 218 rappresentano le sollecitazioni che sollecitano il giunto saldato.



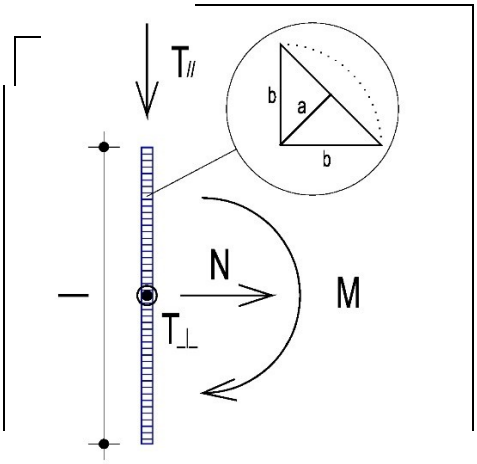
Trave 220 218 Sezione 4

	Comb.	Nodo	N [kg]	T 1-2 [kg]	T-13 [kg]	Mt [kgm]	M 1-3 [kgm]	M 1-2 [kgm]
1	1	220	167,2	-129,5	60,1	0,3	-45,1	-124,5
2		218	-167,2	238,9	-60,1	-0,3	-45,0	-151,7
3	2	220	112,3	-95,5	40,7	0,2	-30,6	-86,4
4		218	-112,3	154,4	-40,7	-0,2	-30,5	-101,0
5	3	220	-18,3	60,5	-10,9	-0,1	8,2	30,7
6		218	18,3	-1,7	10,9	0,1	8,1	15,9
7	4	220	98,2	-61,8	29,1	0,2	-21,9	-61,1
8		218	-98,2	120,6	-29,1	-0,2	-21,8	-75,8
9	5	220	33,3	-62,6	31,3	0,2	-23,5	-61,8
10		218	-33,3	121,4	-31,3	-0,2	-23,4	-76,2
11	6	220	158,7	-109,2	53,2	0,3	-39,9	-109,3
12		218	-158,7	218,7	-53,2	-0,3	-39,8	-136,6
13	7	220	-90,1	112,3	-36,5	-0,2	27,4	82,9
14		218	90,1	-106,6	36,5	0,2	27,3	81,4
15	8	220	-38,4	-10,7	5,6	0,0	-4,3	-9,6
16		218	38,4	16,4	-5,6	-0,0	-4,2	-10,7
17	9	220	23,7	-3,2	5,1	0,0	-3,6	-4,1
18		218	-23,7	9,5	-5,1	-0,0	-4,1	-5,3
19	10	220	33,3	-5,2	-1,8	0,0	1,2	-5,0
20		218	-33,3	11,5	1,8	-0,0	1,5	-7,5
21	11	220	2,3	-5,8	15,1	0,0	-10,7	-7,0
22		218	-2,3	12,1	-15,1	-0,0	-12,0	-6,5
23	12	220	-6,5	-10,1	16,7	0,0	-11,9	-10,3
24		218	6,5	16,4	-16,7	-0,0	-13,2	-9,6
25	13	220	-5,5	-17,4	10,6	0,1	-7,8	-15,1
26		218	5,5	23,7	-10,6	-0,1	-8,1	-15,7
27	14	220	4,1	-19,4	3,7	0,1	-3,0	-15,9
28		218	-4,1	25,7	-3,7	-0,1	-2,6	-17,9
29	15	220	34,2	-12,5	-7,9	0,0	5,3	-9,8
30		218	-34,2	18,8	7,9	-0,0	6,6	-13,6
31	16	220	25,5	-16,7	-6,3	0,0	4,0	-13,1
32		218	-25,5	23,0	6,3	-0,0	5,3	-16,7

Verifica cordoni laterali

Sollecitazioni	
N (N)	0
$T_{//}$ (N)	2400
$T_{\perp}$ (N)	600
M (Nmm)	0

Dati saldatura	
Acciaio	S275



Copia informatica per consultazione

b (mm)	8
l (mm)	70
n° cordoni	2
γ_{M2}	1,25
a (mm)	5,66

f_{yk} (N/mm^2)	275
f_{tk} (N/mm^2)	430

Verifica con formula 4.2.82

$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1$ con $F_{w,Rd} = a \cdot f_{tk}/(\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$

β_w	0,85
$f_{vw,d}$ (N/mm^2)	233,657
$F_{T//}$ (N/mm)	17,143
$F_{T\perp}$ (N/mm)	4,286

$F_{T\ TOT}$ (N/mm)	17,670
$F_{\perp N}$ (N/mm)	0,000
$F_{\perp M}$ (N/mm)	0,000
$F_{\perp TOT}$ (N/mm)	0,000

$F_{w,Ed}$ (N/mm)	17,670
$F_{w,Rd}$ (N/mm)	1321,764

S/R	OK
0,013	

Verifica con formula 4.2.84 e 4.2.85

$\sqrt{(n_\perp^2 + t_\perp^2 + t_{//}^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$

$|n_\perp| + |t_\perp| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$

β_1	0,7
β_2	0,85
$t_{//}$ (N/mm^2)	3,0305
$t_\perp$ (N/mm^2)	0,7576

$n_{\perp N}$ (N/mm^2)	0,0000
$n_{\perp M}$ (N/mm^2)	0,0000
$n_\perp$ (N/mm^2)	0,0000

$\sqrt{(n_\perp^2 + t_\perp^2 + t_{//}^2)}$	3,1237
$\beta_1 \cdot f_{yk}$	192,5000

S/R	OK
0,02	

$\lvert n_\perp \rvert + \lvert t_\perp \rvert$	0,7576
$\beta_2 \cdot f_{yk}$	233,7500

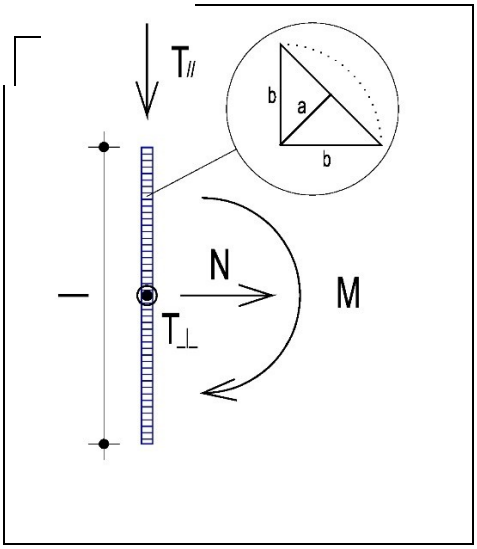
S/R	OK
0,00	

Copia informatica per consultazione

Verifica cordoni superiore e inferiore

Sollecitazioni	
N (N)	21670*
$T_{//}$ (N)	0
$T_{\perp\perp}$ (N)	0
M (Nmm)	0

*151.7kgm/0.07m = 2167kg = 21670N



Dati saldatura	
Acciaio	S275
b (mm)	8
l (mm)	130
n° cordoni	2
γ_{M2}	1,25
a (mm)	5,66

f_{yk} (N/mm^2)	275
f_{tk} (N/mm^2)	430

Verifica con formula 4.2.82

$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1$ con $F_{w,Rd} = a \cdot f_{tk}/(\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$

β_w	0,85
$f_{vw,d}$ (N/mm^2)	233,657
$F_{T//}$ (N/mm)	0,000
$F_{T\perp\perp}$ (N/mm)	0,000

$F_{T\ TOT}$ (N/mm)	0,000
$F_{\perp\perp\ N}$ (N/mm)	82,423
$F_{\perp\perp\ M}$ (N/mm)	0,000
$F_{\perp\perp\ TOT}$ (N/mm)	82,423

$F_{w,Ed}$ (N/mm)	82,423
$F_{w,Rd}$ (N/mm)	1321,764

S/R	OK
0,062	

Verifica con formula 4.2.84 e 4.2.85

$\sqrt{(n_{\perp\perp}^2 + t_{\perp\perp}^2 + t_{//}^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$

$|n_{\perp\perp}|+|t_{\perp\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$

β_1	0,7
β_2	0,85
$t_{//}$ (N/mm^2)	0,0000
$t_{\perp\perp}$ (N/mm^2)	0,0000

$n_{\perp\perp\ N}$ (N/mm^2)	14,5705
$n_{\perp\perp\ M}$ (N/mm^2)	0,0000
$n_{\perp\perp}$ (N/mm^2)	14,5705

$\sqrt{(n_{\perp\perp}^2 + t_{\perp\perp}^2 + t_{//}^2)}$	14,5705
$\beta_1 \cdot f_{yk}$	192,5000
$|n_{\perp\perp}|+|t_{\perp\perp}|$	14,5705
$\beta_2 \cdot f_{yk}$	233,7500

S/R	OK
0,08	
S/R	OK
0,06	

Copia informatica per consultazione

3.11.3 Dimensionamento Policarbonato

Le lastre di policarbonato avranno luce di calcolo pari a L=1,5m e larghezza pari a 1,25m circa.

Secondo quanto individuato nella tabella a seguire, si ottiene:

Spessore

Considerando la lastra fissata su 4 lati e un valore massimo di flessione (freccia) pari a 50 mm, è importante scegliere lo spessore del policarbonato a seconda delle tabelle sottoriportate.

DIMENSIONE DELLA LASTRA

LUNGHEZZA LASTRA (m) \ LARGHEZZA LASTRA (m)	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
0.25	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
0.50	A1	A2	A3	A4	A4	A4	A4	A4
0.75	A1	A3	A5	A6	A7	A7	A7	A7
1.00	A1	A4	A6	A8	A9	A9	A10	A10
1.25	A1	A4	A7	A9	A10	A11	A12	A13
1.50	A1	A4	A7	A9	A11	A13	A14	A15
1.75	A1	A4	A7	A10	A12	A14	A16	A17
2.00	A1	A4	A7	A10	A13	A15	A17	A18
2.25	A1	A4	A7	A10	A13	A16	A18	A19
2.50	A1	A4	A7	A10	A14	A16	A19	
2.75	A1	A4	A7	A11	A14	A16	A19	
3.00	A1	A4	A7	A11	A14	A17	A19	
3.25	A1	A4	A7	A11	A14	A17		
3.50	A1	A4	A7	A11	A14	A17		
3.75	A1	A4	A7	A11	A14	A17		
4.00	A1	A4	A7	A11	A14	A17		
4.25	A1	A4	A7	A11	A14	A17		
4.50	A1	A4	A7	A11	A14	A17		
4.75	A1	A4	A7	A11	A14	A17		
5.00	A1	A4	A7	A11	A14	A17		

SELEZIONE DELLO SPESSORE

AREA \ CARICO (daN/m²)	60	80	100	120	140
A1	3	3	3	3	3
A2	3	3	4	4	4
A3	4	4	4	4	5
A4	4	4	5	5	6
A5	5	5	5	5	6
A6	5	6	6	6	8
A7	6	6	8	8	8
A8	6	6	8	8	8
A9	8	8	8	8	10
A10	8	8	10	10	10
A11	10	10	10	10	12
A12	10	10	10	12	12
A13	10	10	10	12	
A14	10	12	12		
A15	10	12	12		
A16	10	12	12		
A17	12	12			
A18	12	12			
A19	12				

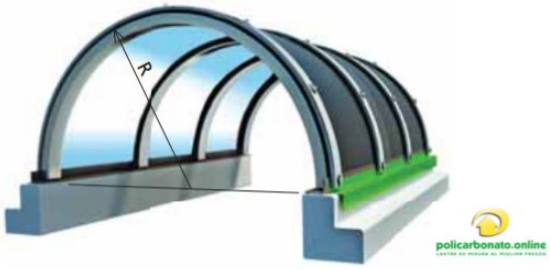
policarbonato.online
LASTRE SU MISURA AL MIGLIOR PREZZO

Si prevede l'utilizzo di lastre di spessore 10mm.

Curvatura a freddo

- **REQUISITI**, il raggio minimo di curvatura della lastra di policarbonato sarà pari a 150 volte lo spessore della lastra. Se ad esempio la lastra è spessa 3 mm il Raggio minimo sarà di 450 mm (spessore * 150, ovvero 3 * 150)
- **SCELTA DELLO SPESSORE**, in questo caso la scelta va fatta tenendo conto del raggio di curvatura, della larghezza della lastra e della lunghezza la quale dovrà sempre essere maggiore della larghezza.
- **RESISTENZA AL CARICO**, tenendo conto di una lastra fissata sui 3 lati, la resistenza al carico viene calcolata facendo un rapporto tra larghezza e raggio di curvatura

SPESSORE (mm)	2	3	4	5	6	8	10	12
RAGGIO (mm)	300	450	600	750	900	1.200	1.500	1.700



R = 400cm > 150 x 1cm = 150cm

Verifica soddisfatta

Copia informatica per consultazione

Dimensionamenti viti di collegamento.

qp (depressione) = 0.64 x (-1.4) = -0.90 kN/mq

Apannello = 1.5x1.25 = 1.875 mq

Fvento = 1.5x0.90x1.875 = 2.53 kN

2Ppannello = 1.5x2+1.25x2 = 5.5m

n°viti = 550/40 = 13.75 viti

Ntraz,vite = 2.53/13 = 0.2 kN

Copia informatica per consultazione

friulsider
SCHEDA TECNICA - *TECHNICAL SHEET*

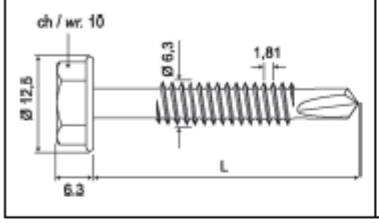
Via Trieste 1, 33048 San Giovanni al Natisone, Udine, Italia
Tel. +39 0432 747911 - Fax +39 0432 758444
www.friulsider.com - info@friulsider.com
Assistenza tec. per Italia: Tel. 0432 747906

AP6 Vite autoperforante foratura max. 6mm - EN ISO 15480 / *Selfdrilling screw max drilling capacity 6mm - EN ISO 15480*

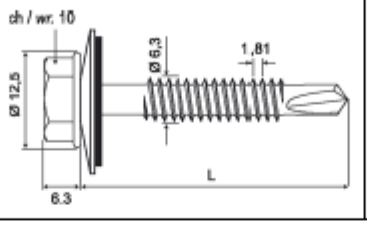
Rev: 03
Pag. 1/2

DATI TECNICI - *TECHNICAL DATA*

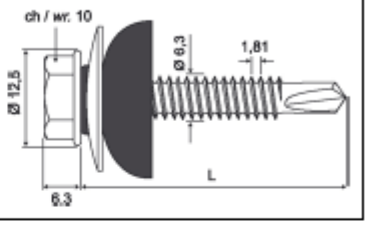
cod. 19600b / 196000
Vite TE con collare piatto
Hex head with flat collar



cod. 19601b / 196010
Vite TE con collare piatto + rondella Ø16
Hex head with flat collar + washer Ø16



cod. 29697b / 296970
Vite TE con collare piatto + baz Ø25
Hex head with flat collar + cone washer Ø25



vite *screw* Ø x L	sp. min fissabile *min fix. thickness*	pacchetto max fissabile *max fix. thickness*	Cod. Solo vite Zincato bianco *Screw White zinc ptd.*	Cod. Solo vite Laccata** *Screw Lacquered***	Cod. Vite + rondella Zincato bianco *Screw + washer White zinc ptd*	Cod. Vite + rondella Laccata** *Screw + washer Lacquered***	Cod. Vite + baz Zincato bianco *Screw + cone shaped washer White zinc ptd*	Cod. Vite + baz Laccata** *Screw + cone shaped washer Lacquered***
6,3x19		7	19600b06019		19601b06019			
6,3x22		10	19600b06022		19601b06022			
6,3x25		13	19600b06025	196000**025	19601b06025	196010**025		
6,3x32		20	19600b06032		19601b06032		29697b06032	
6,3x38		26	19600b06038	196000**038	19601b06038	196010**038	29697b06038	296970**038
6,3x45		33	19600b06045		19601b06045			
6,3x50		38	19600b06050	196000**050	19601b06050	196010**050	29697b06050	296970**050
6,3x60		48	19600b06060	196000**060	19601b06060	196010**060	29697b06060	296970**060
6,3x70	14	58	19600b06070		19601b06070		29697b06070	
6,3x80	24	68	19600b06080	196000**080	19601b06080	196010**080	29697b06080	296970**080
6,3x90	34	78	19600b06090		19601b06090		29697b06090	
6,3x100	44	88	19600b06100	196000**100	19601b06100	196010**100	29697b06100	296970**100
6,3x110	54	98	19600b06110		19601b06110		29697b06110	
6,3x120	64	108	19600b06120	196000**120	19601b06120	196010**120	29697b06120	296970**120
6,3x130	74	118	19600b06130		19601b06130		29697b06130	
6,3x140	84	128	19600b06140	196000**140	19601b06140	196010**140	29697b06140	296970**140
6,3x150	94	138	19600b06150		19601b06150		29697b06150	
6,3x160	104	148	19600b06160		19601b06160		29697b06160	
6,3x180	124	168	19600b06180				29697b06180	
6,3x200	144	188	19600b06200				29697b06200	
6,3x220	164	208	19600b06220					

**colorazioni laccatura (testa vite+rondella) / *lacquering colours (screw head + washer)*:
"aq" = bianco grigio - *light grey* "au" = rosso siena - *red* "av" = testa di moro - *dark brown*
"bk" = rosso coppo - *tile brown* "bw" = verde felce - *fern green*

CARATTERISTICHE PRODOTTO - *PRODUCT FEATURES*

	Tipo / *Type*	Materiale / *Material*	Rivestimento / *Coating*
VERSIONE ZINCATA / *ZINC PLATED VERSION*	Vite *Screw*	acciaio cementato *cemented steel*	zincatura bianca ≥ 5µm ISO4042 *white zinc plated ≥ 5µm ISO4042*
	Rondella di tenuta Ø16 *Sealing washer Ø16*	lamiera prezincata + EPDM *pre-zinc plated steel + EPDM*	
	Rondella di tenuta Ø25 *Cone shaped washer Ø25*	Inox A2 + EPDM *stainless steel A2 + EPDM*	
VERSIONE LACCATA** / *LACQUERED VERSION***	Testa vite *Screw head*	acciaio cementato *cemented steel*	zincatura bianca ≥ 5µm ISO4042 + laccatura testa *white zinc plated ≥ 5µm ISO4042 + lacquered head*
	Rondella di tenuta Ø16 *Sealing washer Ø16*	lamiera prezincata + EPDM + laccatura *pre-zinc plated steel + EPDM + lacquering*	
	Rondella di tenuta Ø25 *Cone shaped washer Ø25*	alluminio preverniciato + EPDM colorato *lacquered aluminium + coloured EPDM*	

Friulsider S.p.A si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso / *Friulsider reserves the right to make modifications without prior notice.*

Copia informatica per consultazione

friulsider
SCHEDA TECNICA - *TECHNICAL SHEET*

Via Trieste 1, 33048 San Giovanni al Natisone, Udine, Italia
Tel. +39 0432 747911 - Fax +39 0432 758444
www.friulsider.com - info@friulsider.com
Assistenza tec. per Italia: Tel. 0432 747906

AP6 Vite autoperforante foratura max. 6mm - EN ISO 15480 / *Selfdrilling screw max drilling capacity 6mm - EN ISO 15480*

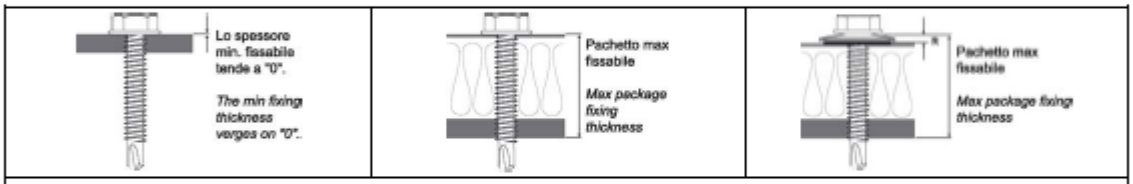
Rev: 03
Pag. 2/2

Caratteristiche meccaniche vite a rottura - *Mechanical screw failure characteristics*

TRAZIONE / *TENSILE* (kN)	TAGLIO PURO / *SHEAR LOAD* (kN)	TORSIONE / *TORQUE* (Nm)	FLESSIONE/ *BENDING MOMENT* (Nm)
18,5	11,0	16,9	10,0

INSTALLAZIONE - *INSTALLATION*

Supporti / *Base materials* profili metallici / *metal profiles* max S275 EN 10025
Avvitatore / *Max drilling speed:* 1500 giri-min / *r.p.m*
Coppia max. serraggio / *Max screwing torque:* 12 Nm (regolazione in funzione del tipo di installazione / *regulate according to type of installation)*
Bussola / *Socket:* Ch. / *Wrench* 10



ATTENZIONE: I valori indicati di "pacchetto max. fissabile" e "spessore min. fissabile" sono riferiti alla vite senza accessori. Nel caso di utilizzo di rondelle di tenuta ermetica si deve sottrarre il valore "R" sotto riportato.
NOTE: *the "max package fixing thicknesses" and "min fixing thicknesses" values refer to screws without accesories. When using screws with preassembled washers or gaskets, subtract the "R" value from the "max package fixing thickness" and the "min fixing thickness".*

A titolo indicativo, i valori "R" sono i seguenti: / *As an indication, the "R" values are the following:*
Rondella / *Washer* Ø16: 2,0÷2,5 mm
Rondella / *Washer* Ø 19÷29: 2,5÷3,0 mm
Baz / *Cone shaped washer with gasket:* 8÷9 mm

CARICHI DI ESTRAZIONE AMMISSIBILI N_{cons} - *PULL OUT RECOMMENDED LOADS* N_{cons} (1)

Su supporti in acciaio S235 EN 10025 - *On steel S235 EN 10025 structures*

Spessore acciaio *Steel thickness*	mm	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
Carico ammissibile *Recommended load*	kN	0,80	1,25	2,00	2,60	4,00	6,00	8,50

1kN = 100 kgf
(1) I carichi ammissibili derivano dai carichi caratteristici di rottura e sono comprensivi del coefficiente di sicurezza totale $\gamma = 2$.
The recommended loads derive from the characteristic failure loads and are inclusive of the total safety factor $\gamma = 2$.

I carichi consigliati derivano da prove eseguite presso il laboratorio Friulsider nel rispetto delle norme di riferimento. I valori di carico riportati hanno valore solo se l'installazione è stata eseguita correttamente. Il progettista è responsabile del dimensionamento e del numero dei fissaggi.
The recommended loads derive from tests carried out in the Friulsider laboratory in accordance with the appropriate standards. The load values are only valid if the installation has been carried out correctly. The design engineer is responsible for the designing and calculation of the fixing.

Verifica soddisfatta

3.12 VERIFICHE DELLE FONDAZIONI

3.12.1 Verifica delle fondazioni

Verifica Plinti

En.Ex.Sys. WinStrand

Structural Analisys & Design

Ditta produttrice:

Copia informatica per consultazione

En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla:

WinStrand

Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso:

Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Elementi finiti implementati

Truss.

Beam (Modellazione di Travi e Pilastri).

Travi su suolo elastico alla Winckler.

Plinti su suolo elastico alla Winckler.

Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.

Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.

Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Schemi di Carico

Carichi nodali concentrati.

Carichi applicati direttamente agli elementi.

Carichi Superficiali.

Tipo di Risoluzione

Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.

Fattorizzazione LDL^T.

Analisi Statica:

modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.

ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).

Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):

Via statica equivalente.

Modale con il metodo dello spettro di risposta.

Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 "*Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008*"

D.M. del 14 Gennaio 2008 "*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*"

Copia informatica per consultazione

Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*"

Ordinanza n. 3316. "*Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003*"

D.M. del 16 Gennaio 1996. "*Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»*".

D.M del 16 Gennaio 1996. "*Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*"

D.M. del 9 Gennaio 1996. "*Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche*".

D.M. del 14 Febbraio 1992. "*Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche*".

D.M. del 3 Ottobre 1978. "*Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi*".

D.M. del 3 Marzo 1975. "*Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*".

D.M. del 3 Marzo 1975. "*Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*".

Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*".

Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "*Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica*".

Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)

Verifiche lastre/piastre

Modalità di verifica

Gli elementi lastra/piastra possono essere distinti in due categorie in funzione dello stato di sollecitazione:

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione semplice (flessione o tensionale a membrana);

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto (flessionale e tensionale a membrana).

Le verifiche per stato di sollecitazione semplice sono svolte proiettando le armature lungo le direzioni principali e effettuando la verifica a flessione retta/membrana lungo tali direzioni.

Per gli elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto, le direzioni principali variano, lungo lo sviluppo z dell'elemento, in modo continuo. Il codice di verifica procede a:

suddivisione dell'elemento in strati di 1 cm di spessore;

valutazione, per ogni strato, del corrispondente stato di deformazione e tensione membranale;

ricostruzione, per sovrapposizione dei vari strati membranali, del comportamento globale dell'elemento soggetto allo stato misto di presso-flessione.

Copia informatica per consultazione

L'Utente può definire delle sezioni trasversali, per le quali le sollecitazioni sono valutate mediando integrazione sulla lunghezza della sezione

Nella determinazione della matrice di rigidezza degli strati di cls, si assume:

Metodo T.A.: il calcestruzzo in compressione è assunto indefinitamente elastico lineare mentre, in trazione, si può assumere (opzionalmente) che sia in grado di assumere una trazione compresa fra 0 e f_{ct}, essendo f_{ct} la resstenza a trazione del calcestruzzo definita dall'EC2;

Metodo S.L.U.: il metodo impiegato è quello noto come MCFT acronimo di "Modified Compression Field Method", sviluppato presso l'Università di Toronto da Collins e Del Vecchio a partire dagli anni '80. Il metodo, nella forma implementata, assume per la curva monoassiale tensione-deformazioni del cls quanto previsto dall'EC2;

La verifica a punzonamento può essere condotta considerando o non considerando autoequilibrate le tensioni nel terreno sotto il cono di punzonamento. L'angolo di diffusione è fissato dall'utente.

I copriferri indicati sono da intendersi riferiti al centro delle barre resistenti.

Simbologia utilizzata T.A.:

σ_{amm}

Tensione ammissibile

$\sigma_{amm,Trazione}$

Tensione ammissibile di trazione cls

$\sigma_{cls,1}$

Tensione cls direzione 1

$\sigma_{cls,2}$

Tensione cls direzione 2

$\sigma_{acciaio,1}$

Tensione acciaio direzione 1

$\sigma_{acciaio,2}$

Tensione acciaio direzione 2

$cf_{x,Eq}$

Copriferro in direzione x

Af_x

Armatura in direzione x

$cf_{y,Eq}$

Copriferro in direzione y

Af_y

Armatura in direzione y

N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}

Copia informatica per consultazione

Componenti di sollecitazione esterna

N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}

Componenti di sollecitazione principali

α

Angolo direzioni principali

d

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$\tau_{b,0}$

Tensione ammissibile a taglio elementi privi di armatura a taglio

$\tau_{b,1}$

Tensione ammissibile a taglio elementi con armatura a taglio

N, Mx, My

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

τ

Tensione tangenziale massima

Simbologia utilizzata S.L.:

f_{yd}

Tensione di snervamento di progetto barre armatura

ε_{ud}

Deformazione uniforme ultima

ε_{yd}

Deformazione al limite di snervamento

f_{ck}

Resistenza cilindrica caratteristica

f_{cd}

Tensione di calcolo a compressione di base

ε_{c2}

Deformazione limite elastico

ε_{y}

Deformazione limite ultimo

f_{ctd}

Tensione di calcolo a trazione di progetto

ε_{ctd}

Copia informatica per consultazione

Deformazione al limite di trazione

E_{cm}

Modulo elastico

$cf_{x,Eq}$

Copriferro in direzione x

Af_x

Armatura in direzione x

$cf_{y,Eq}$

Copriferro in direzione y

Af_y

Armatura in direzione y

N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}

Componenti di sollecitazione esterna

N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}

Componenti di sollecitazione principali

α

Angolo direzioni principali

Cr

Coefficiente rottura S_D/S_R

ε_x

Deformazione acciaio direzione x

ε_y

Deformazione acciaio direzione y

ε_{min}

Deformazione minima cls

ε_{max}

Deformazione massima cls

θ_{max}

Angolo direzioni principali di deformazione

σ_{amm}

Tensione ammissibile S.L.E. di riferimento

σ_x

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione x

Copia informatica per consultazione

σ_y

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione y

$\sigma_{c,Max}$

Tensione massima nel cls nello S.L.E. di riferimento

d

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$C_{Rd,c}$

Coefficiente taglio resistente elementi privi di armatura a taglio

V_{Ed}, Mx_{Ed}, My_{Ed}

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

B_x,B_y

Dimensioni perimetro critico

β

Angolo diffusione tensioni

v_{Ed}

Tensione tangenziale sull'area critica

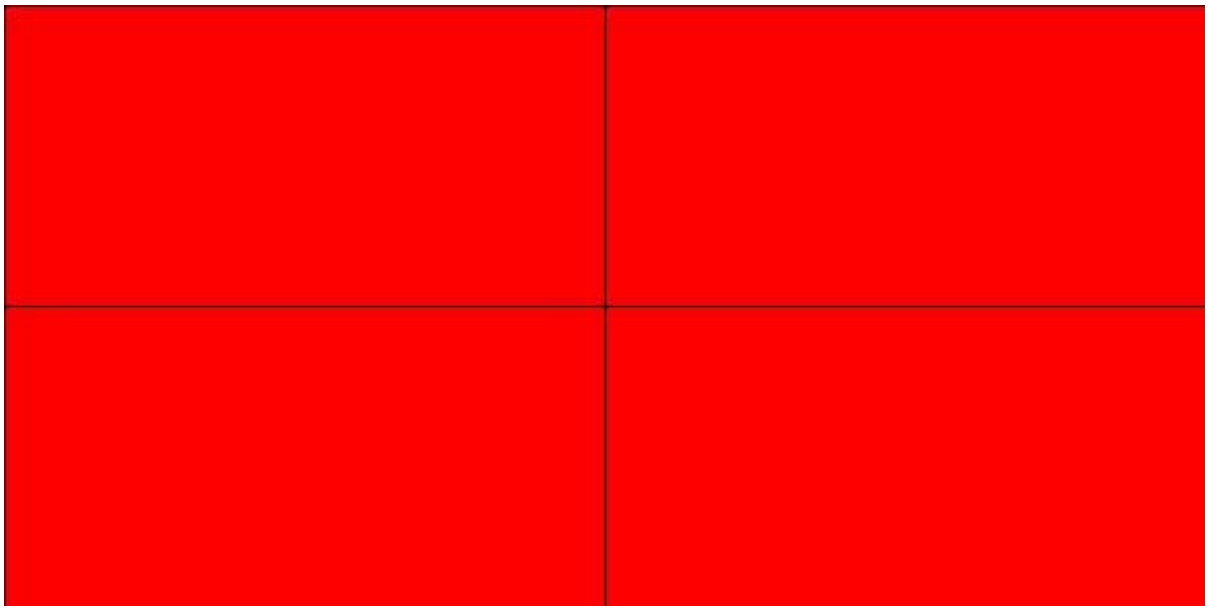
ρ

Rapporto meccanico di armatura

$V_{Rd,c}$

Taglio resistente elementi privi di armatura

Mappa armature di Estradosso

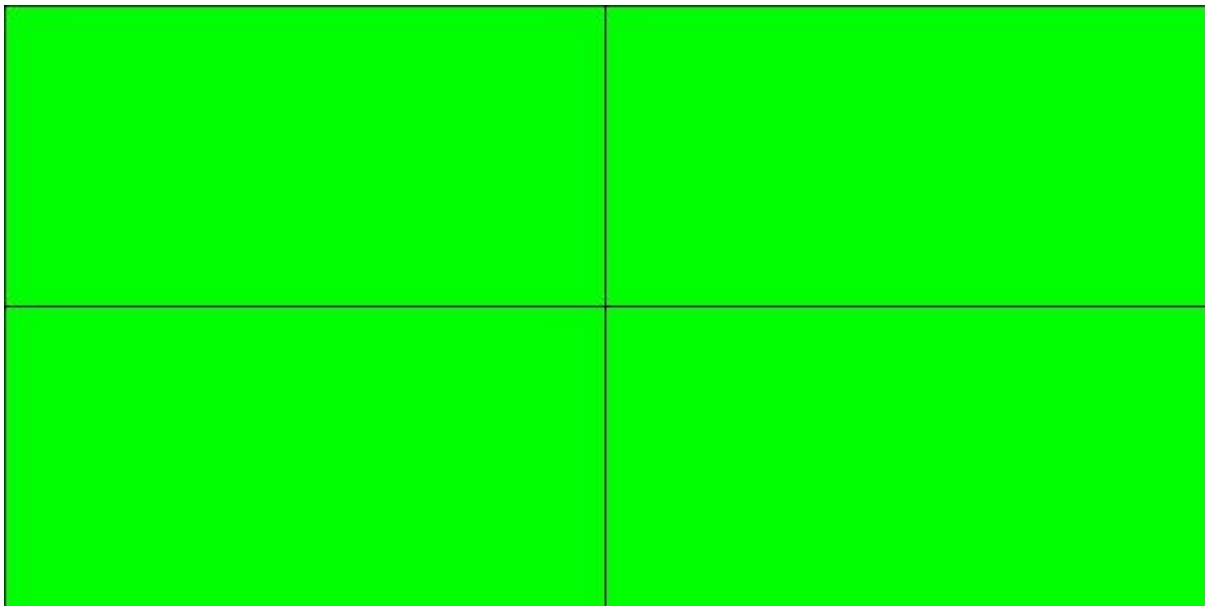


Copia informatica per consultazione

Colore Armature

	top ø 12/25' X + ø 12/25' Y c=3.00 [cm]

Mappa armature di Intradosso



Colore Armature

	bottom ø 12/25' X + ø 12/25' Y c=3.00 [cm]

Impostazioni di verifica

Curva σ/ε Calcestruzzo secondo:

Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

$fc_{d,soft}$= fc_d 0.9/sqrt(1+400 εt) (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

$fc_{d,biaxial}$= fc_d (1 + 3.8 α) / $(1.0+\alpha)^2$ / α=εc1/εc2 (EC2 Ponti 6.110)

Curva σ/ε Acciaio secondo:

Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU *Flessione* elemento nodi 23 27

Propietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm²]	ε_{yd}‰	ε_{ud}‰
3913.0	1.86	67.00

Calcestruzzo C25/30

f_{cd}	ε_{c2}‰	ε_{cu}‰	f_{ctd}	ε_{ctd}‰	E_{cm}

Copia informatica per consultazione

[kg/cm²]			[kg/cm²]		[kg/cm²]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7

Sezione

sezione 1 H=40.00 [cm]

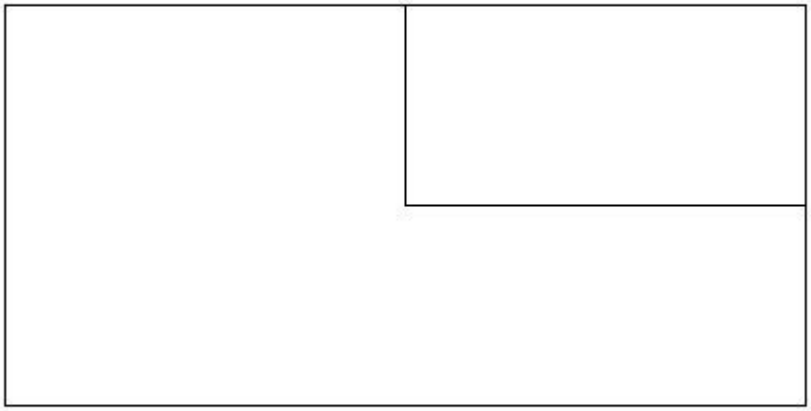
Estradosso				Intradosso			
Af_x	$cf_{x,Eq}$	Af_y	$cf_{y,Eq}$	Af_x	$cf_{x,Eq}$	Af_y	$cf_{y,Eq}$
[cm²] / m	[cm]	[cm²] / m	[cm]	[cm²] / m	[cm]	[cm²] / m	[cm]
4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00

Azioni di verifica combinazione 8 (1.50 0.75 [m])

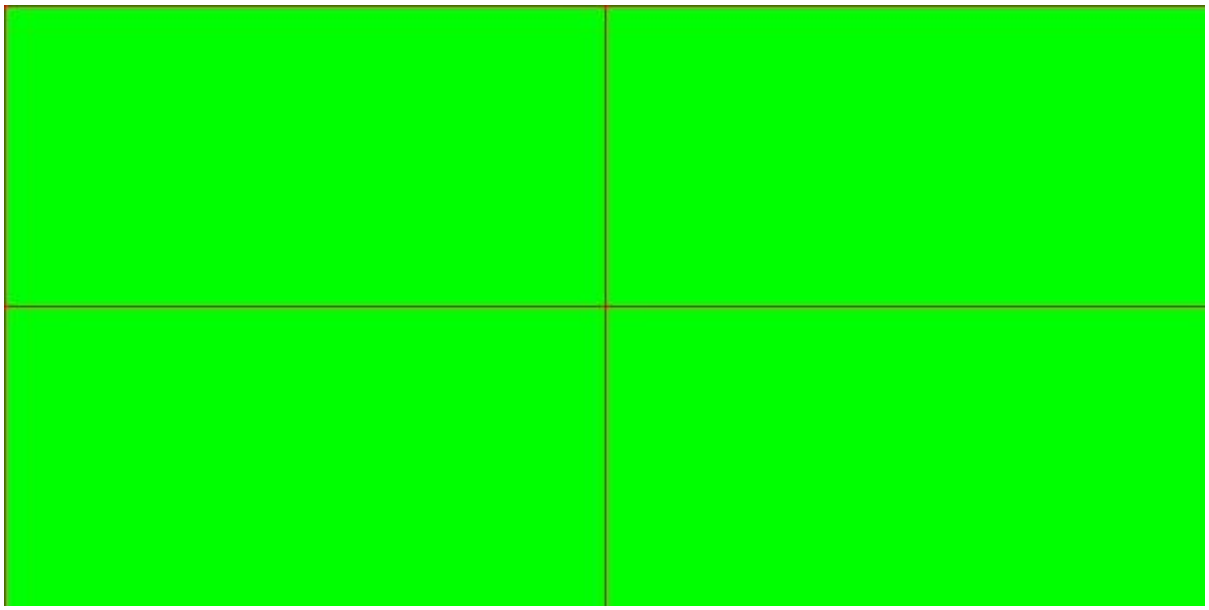
M_{xx}	377.60	[kgm/m]	M_{11}	-46.30	[kgm/m]
M_y	52.97	[kgm/m]	M_{22}	-384.27	[kgm/m]
M_{xy}	46.98	[kgm/m]	α	-8.07	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		ε_x‰	ε_y‰	ε_{min}‰	ε_{max}‰	θ [°]
0.06	Estradosso	45.521	1.407	51.345	-0.063	10.15
	Intradosso	0.806	0.060	0.013	-3.500	-81.32



Copia informatica per consultazione



33 %	66 %	100 %	120 %	140 %	160 %	1000 %

Verifiche SLE Rare *Flessione* elemento nodi 22 26

Propietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm²]	ε_{yd}‰	ε_{ud}‰	σ [kg/cm²]
3913.0	1.86	67.00	3600.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} [kg/cm²]	ε_{c2}‰	ε_{cu}‰	f_{ctd} [kg/cm²]	ε_{ctd}‰	E_{cm} [kg/cm²]	σ [kg/cm²]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	150.0

Sezione

sezione 1 H=40.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00

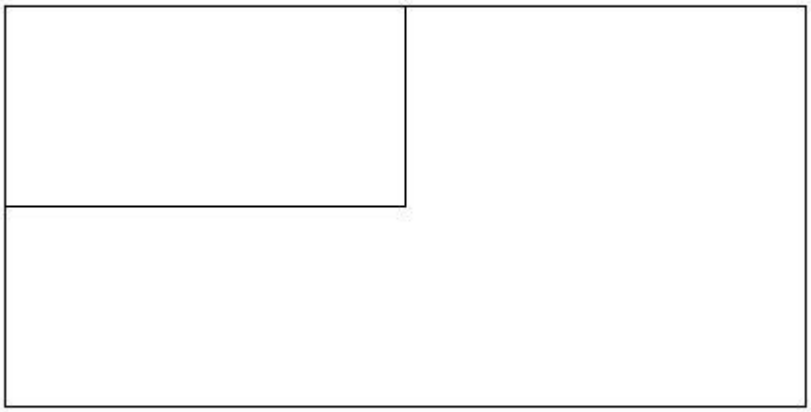
Azioni di verifica combinazione 21 (0.50 0.75 [m])

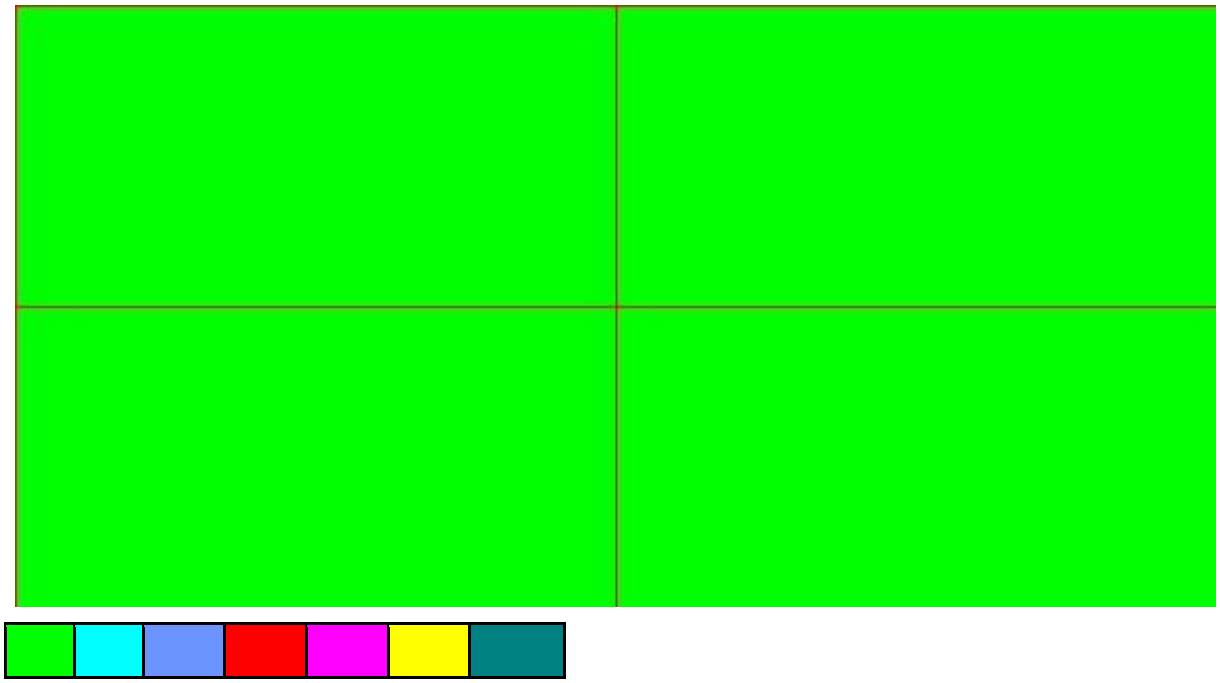
M_{xx}	-250.80	[kgm/m]	M_{11}	30.51	[kgm/m]
M_y	-34.99	[kgm/m]	M_{22}	255.27	[kgm/m]
M_{xy}	31.40	[kgm/m]	α	8.11	[°]

Verifiche

Copia informatica per consultazione

Cr=S/R	Posizione	Acciaio σ_x [kg/cm²]	Acciaio σ_y [kg/cm²]	Calcestruzzo $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm²]	Calcestruzzo θ [°]	Stato	Ampiezza Fessure mm
0.04	Estradosso	-10.7	-1.5	-1.0	81.37		
	Intradosso	10.7	1.5	0.0	-8.63		





Copia informatica per consultazione

33 %	66 %	100 %	120 %	140 %	160 %	1000 %

Verifiche SLE Frequenti *Flessione* elemento nodi 19 23

Propietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm²]	ε_{yd}‰	ε_{ud}‰	σ [kg/cm²]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} [kg/cm²]	ε_{c2}‰	ε_{cu}‰	f_{ctd} [kg/cm²]	ε_{ctd}‰	E_{cm} [kg/cm²]	σ [kg/cm²]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	250.0

Sezione

sezione 1 H=40.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00

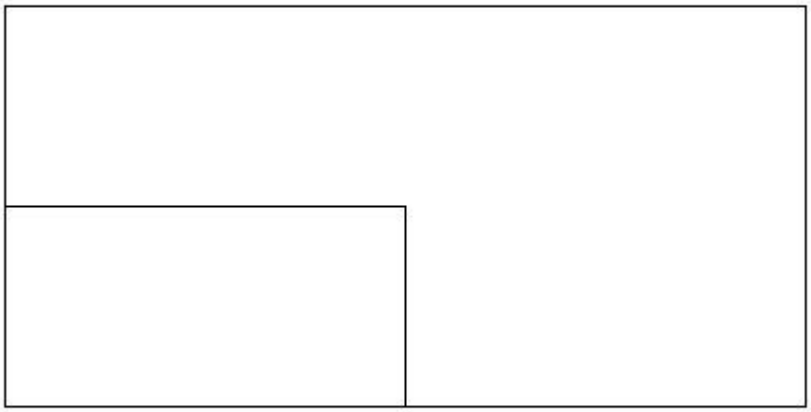
Azioni di verifica combinazione 23 (0.50 0.25 [m])

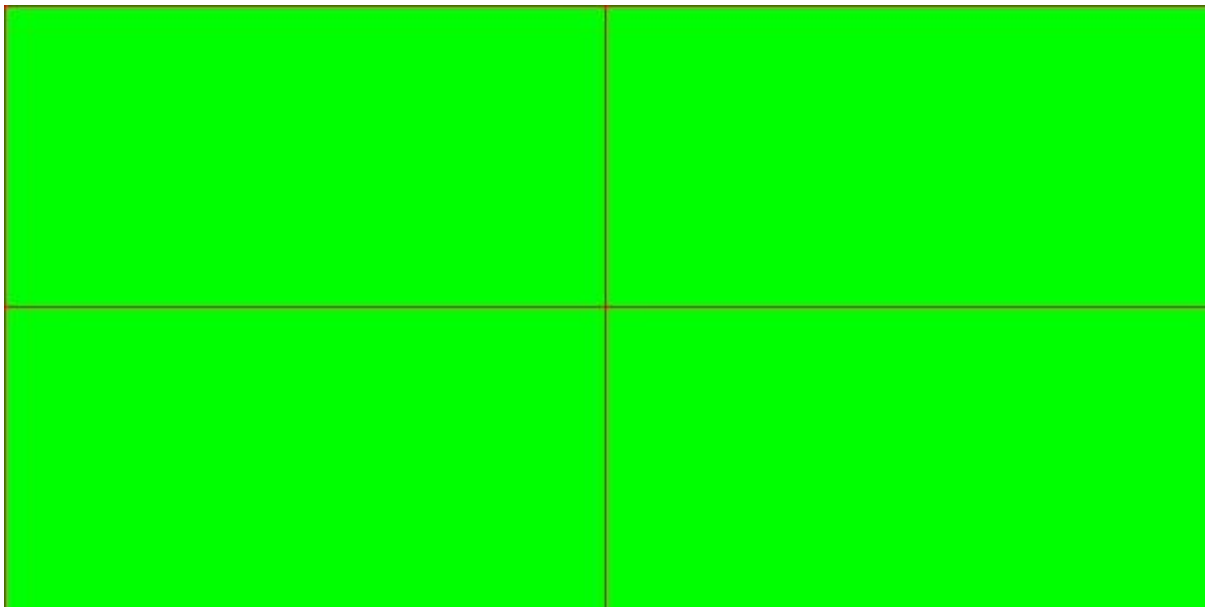
M_{xx}	-65.90	[kgm/m]	M_{11}	28.96	[kgm/m]
M_y	-34.78	[kgm/m]	M_{22}	71.73	[kgm/m]
M_{xy}	14.67	[kgm/m]	α	21.66	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio σ_x [kg/cm²]	Acciaio σ_y [kg/cm²]	Calcestruzzo $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm²]	Calcestruzzo θ [°]	Stato	Ampiezza Fessure mm
0.01	Estradosso	-2.8	-1.5	-0.3	67.40		
	Intradosso	2.8	1.5	0.0	-22.60		

Copia informatica per consultazione





33 %	66 %	100 %	120 %	140 %	160 %	1000 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti *Flessione* elemento nodi 19 23

Propietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm²]	ε_{yd}‰	ε_{ud}‰	σ [kg/cm²]

Copia informatica per consultazione

3913.0	1.86	67.00	4500.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} [kg/cm²]	ε_{c2}‰	ε_{cu}‰	f_{ctd} [kg/cm²]	ε_{ctd}‰	E_{cm} [kg/cm²]	σ [kg/cm²]	w_{Max} mm
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	112.5	0.30

Sezione

sezione 1 H=40.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00

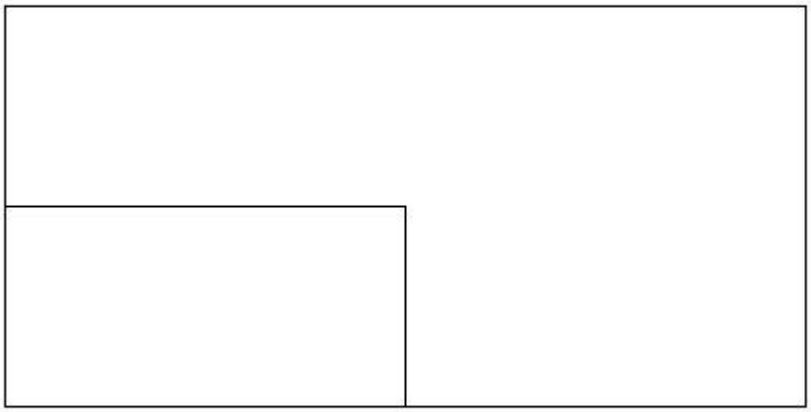
Azioni di verifica combinazione 28 (0.50 0.25 [m])

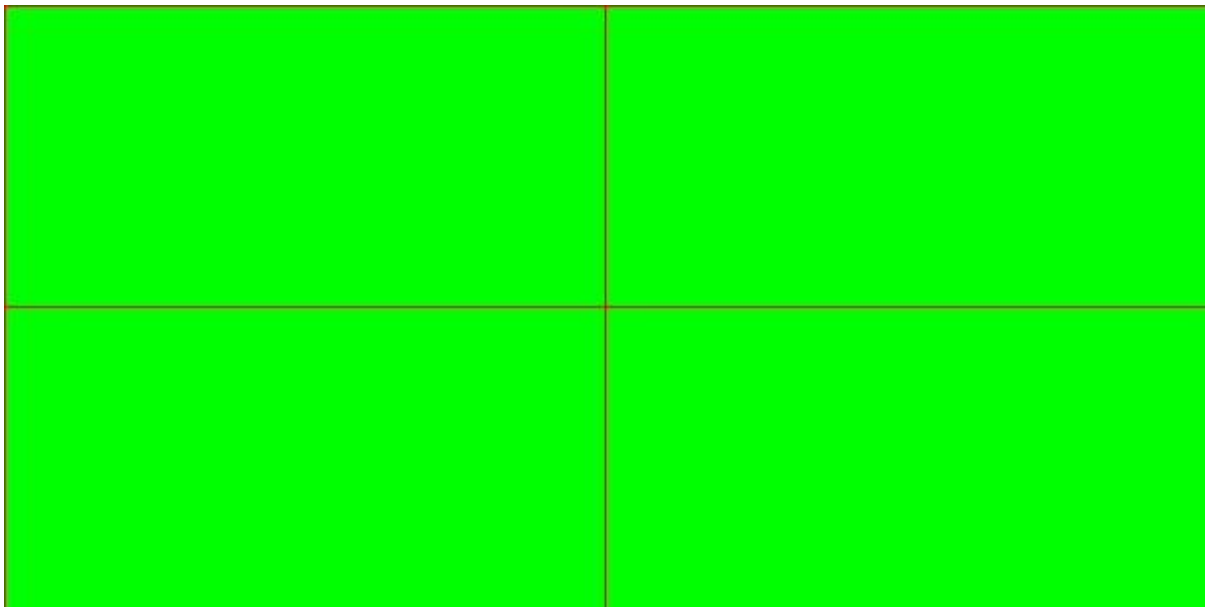
M_{xx}	-33.76	[kgm/m]	M_{11}	14.83	[kgm/m]
M_y	-17.84	[kgm/m]	M_{22}	36.77	[kgm/m]
M_{xy}	7.55	[kgm/m]	α	21.76	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio σ_x [kg/cm²]	Acciaio σ_y [kg/cm²]	Calcestruzzo $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm²]	Calcestruzzo θ [°]	Stato	Ampiezza Fessure mm
0.01	Estradosso	-1.4	-0.8	-0.2	67.30	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	1.4	0.8	0.0	-22.70	NON Fessurato	0.000

Copia informatica per consultazione





33 %	66 %	100 %	120 %	140 %	160 %	1000 %

Copia informatica per consultazione

Verifiche a PUNZONAMENTO Stati Limite

Dati di verifica

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico d=H * 1.00

Le tensioni nel terreno vanno ad equilibrare V_{Ed}

Materiali

Calcestruzzo				Acciaio
f_{ck} [kg/cm²]	f_{cd} [kg/cm²]	$v_{Rd,max}$ [kg/cm²]	$C_{Rd,c}$	f_{yd} [kg/cm²]
250.0	141.7	38.3	0.12	3913.0

Verifiche

▲Verifiche

Elemento	Perimetro Critico [cm]	H [cm]	Tipo	A_{soll} [m²]	Comb. Crit.	σ_{soll} [kg/cm²]	N_{Ed} [kg]	N_{soll} [kg]	V_{Ed} [kg]	Mx_{Ed} [kgm]	My_{Ed} [kgm]	B_x [cm]	B_y [cm]
Pilastro Nodo 23 Sezione 1	279.77	40.00	Interno	0.6	1	-0.3	-3204.1	0.0	-3204.1	7.7	-0.0	15.24	15.24

Estradosso		Intradosso		d [cm]	W_1 [cm²]	k	β	k_v	ρ	v_{Ed} [kg/cm²]	$v_{Rd,c}$ [kg/cm²]	Armature Punz.				v_{Ed}/v_{Rd}	u_0[cm]	$v_{Ed,max}$ [kg/cm²]	$v_{Ed,max}/v_{Rd,max}$
Af [cm²]/m	cf [cm]	Af [cm²]/m	cf [cm]									n. ø	sr [cm]	α [°]	$v_{Rd,cs}$ [kg/cm²]				
4.52	3.00	4.52	3.00	37.00	792683.96	0.600	1.15	1.735	0.0012	0.4	8.0					0.04	60.96	1.6	0.04

Verifiche travi di collegamento

G:\Il mio Drive\LAVORO\PROGETTI\125-Pensilina Castelfranco\02-lavoro\01-calcoli\01-Enexsys\Pensilina_17_fondazioni.dt - 12 May 2021 - WinStrand (Service Pack 059)

En.Ex.Sys. WinStrand

Structural Analisys & Design

Ditta produttrice:

En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla:

WinStrand

Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso:

Copia informatica per consultazione

Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Elementi finiti implementati

Truss.

Beam (Modellazione di Travi e Pilastri).

Travi su suolo elastico alla Winckler.

Plinti su suolo elastico alla Winckler.

Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.

Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.

Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Schemi di Carico

Carichi nodali concentrati.

Carichi applicati direttamente agli elementi.

Carichi Superficiali.

Tipo di Risoluzione

Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.

Fattorizzazione LDL^T.

Analisi Statica:

modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.

ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).

Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):

Via statica equivalente.

Modale con il metodo dello spettro di risposta.

Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 "*Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008*"

D.M. del 14 Gennaio 2008 "*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*"

Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*"

Ordinanza n. 3316. "*Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003*"

D.M. del 16 Gennaio 1996. "*Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»*".

Copia informatica per consultazione

D.M del 16 Gennaio 1996. "*Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*"

D.M. del 9 Gennaio 1996. "*Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche*".

D.M. del 14 Febbraio 1992. "*Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche*".

D.M. del 3 Ottobre 1978. "*Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi*".

D.M. del 3 Marzo 1975. "*Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*".

D.M. del 3 Marzo 1975. "*Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*".

Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*".

Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "*Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica*".

Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)

Verifiche travi

Modalità di verifica

Le travi vengono progettate-verificate a flessione retta e taglio nel piano longitudinale della trave sulla base dell'inviluppo delle sollecitazioni.

Viene comunque sempre predisposta l'armatura minima mentre gli sforzi di taglio vengono integralmente assorbiti dalle staffe.

Le operazioni di progetto-verifica vengono condotte, per ogni asta, in tre diverse sezioni e precisamente in corrispondenza dei fili esterni dei pilastri e della sezione in campata nella quale viene riscontrato il massimo momento positivo (negativo).

I momenti si intendono postivi se tendono le fibre di intradosso (inferiori).

Per quanto concerne il progetto e la verifica delle travi a taglio esse vengono condotte nel modo seguente:

Si controlla se la trave necessita o meno di armatura aggiuntiva a taglio:

Se non occorre armatura aggiuntiva a taglio si procede a disporre la staffatura minima di regolamento e la progettazione ha termine.

Se occorre armatura aggiuntiva a taglio la staffatuta viene progettata andando a suddividere la trave, a seconda del caso, in uno, tre o cinque conci:

due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione;

due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento

un restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

Copia informatica per consultazione

In ogni caso l'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Per quanto concerne le verifiche a taglio esse vengono condotte suddividendo la trave in cinque conci:

due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione; due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento; il restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

L'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Simbologia utilizzata:

Af Es.

Area di ferro all'estradosso

Af In.

Area di ferro all'intradosso

Sigb.Es.

Tensione del calcestruzzo estradosso

Sigb. In.

Tensione del calcestruzzo intradosso

Sigf. Es.

Tensione dell'acciaio estradosso

Sigf. In.

Tensione dell'acciaio intradosso

Sezioni Impiegate: Trave di fondazione

Sezioni Nuove

Sez. Num.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [kg/cm²]	f_{cd} [kg/cm²]	σ_{RARE} [kg/cm²]	σ_{FREQ} [kg/cm²]	σ_{QP} [kg/cm²]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [kg/cm²]	f_{yd} [kg/cm²]	σ_{yRARE} [kg/cm²]	σ_{yFREQ} [kg/cm²]	σ_{yQP} [kg/cm²]	Cop. Es [cm]	Cop. In [cm]	cot g θ_i	cot g θ
1	Rett. 30x40h	B 30 H 40 [cm] Terreno numero 1	Verfond	C25/30	1.50	1.00	250.0	141.7	150.0	250.0	112.5	B450C	1.15	1.00	4500.0	3913.0	3600.0	4500.0	4500.0	3.00	3.00	1.00	1.00

Impostazioni di verifica delle sezioni Trave di fondazione

Copia informatica per consultazione

Sezione Info		Ausiliaria	Esistente	Secondaria	Campo Elastico	Minimi Cap. 7
1	Rett. 30x40h B 30 H 40 [cm] Terreno numero 1					

Verifica a fessurazione indiretta

Fattore di sovraresistenza Travi $\gamma_{R,d\ (Nuovo)}$=0.00 $\gamma_{R,d\ (Esistente)}$=0.00

Fattore di sovraresistenza delle azioni sulle Fondazioni $\gamma_{R,d\ (Nuovo)}$=0.00 $\gamma_{R,d\ (Esistente)}$=0.00

Verifiche Travate :

Travata: *Travata 198 Nodi 44 47*

N.B. Nella travata che segue sono incluse le verifiche delle travate:

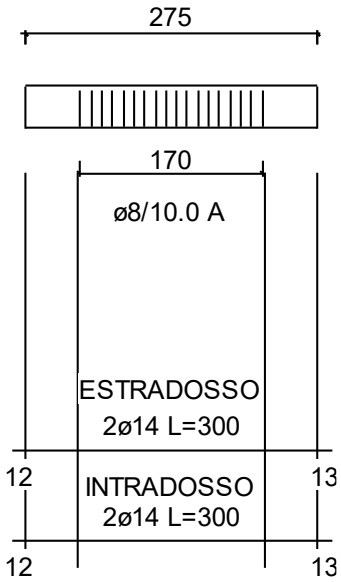
Travata 198 Nodi 8 11

Travata 198 Nodi 17 20

Travata 198 Nodi 26 29

Travata 198 Nodi 35 38

35	38
26	29
17	20
8	11
44	47



Schema armature

Copia informatica per consultazione

Diagramma dei momenti flettenti

Nodo	x [m]	A_{fe} [cm²]	A_{fi} [cm²]	q_T [kg/m]	M_{rif} [kgm]	M_{de} [kgm]	M_{re} [kgm]	x/d	M_{di} [kgm]	M_{ri} [kgm]	x/d	σ_{be} [kg/cm²]	σ_{bi} [kg/cm²]	σ_{fe} [kg/cm²]	σ_{fi} [kg/cm²]	w mm
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 30x40 [cm] 30x40h																
44	0.05	1.76	2.51			181.3	2500.7	0.10	-276.9	-3424.1	0.10					
				SLE Rare		116.5			-188.2			4.4	3.1	114.6	187.0	
				SLE Freq.		34.5			-55.8			1.3	0.9	33.9	55.4	OK
				SLE Q.P.		17.0			-26.8			0.6	0.5	16.8	26.6	OK
Camp.	1.13	3.08	3.08			158.0	4129.4	0.12	-103.4	-4129.4	0.12					
				SLE Rare		90.5			-22.8			0.5	1.9	90.7	22.8	
				SLE Freq.		27.2			-1.5			0.0	0.6	27.3	4.0	OK
				SLE Q.P.		13.9			-0.0			0.0	0.3	14.0	2.0	OK
47	2.20	1.84	2.63			197.0	2606.5	0.10	-272.5	-3574.7	0.11					
				SLE Rare		127.1			-185.2			4.2	3.3	125.3	184.3	

Copia informatica per consultazione

	SLE Freq.	37.3			-55.0			1.3	1.0	36.8	54.7	OK
	SLE Q.P.	18.2			-26.4			0.6	0.5	17.9	26.3	OK

Diagramma del taglio

Da [m]	A [m]	Dx [m]	cotg(θ)	V_{Ed} [kg]	$V_{Rd,c}$ [kg]	V_{Rcd} [kg]	V_{Rd} [kg]	T_{Ed} [kgm]	T_{Rcd} [kgm]	T_{Rsd} [kgm]	Staffe
Trave di fondazione 44 47 Sez. 1 Rett. 30x40 [cm] 30x40h											
0.06	2.48	2.42	1.00	543.6	4325.1	34042.6	12603.9	43.2	3872.5	2129.6	ø 8 2br. 10.0'

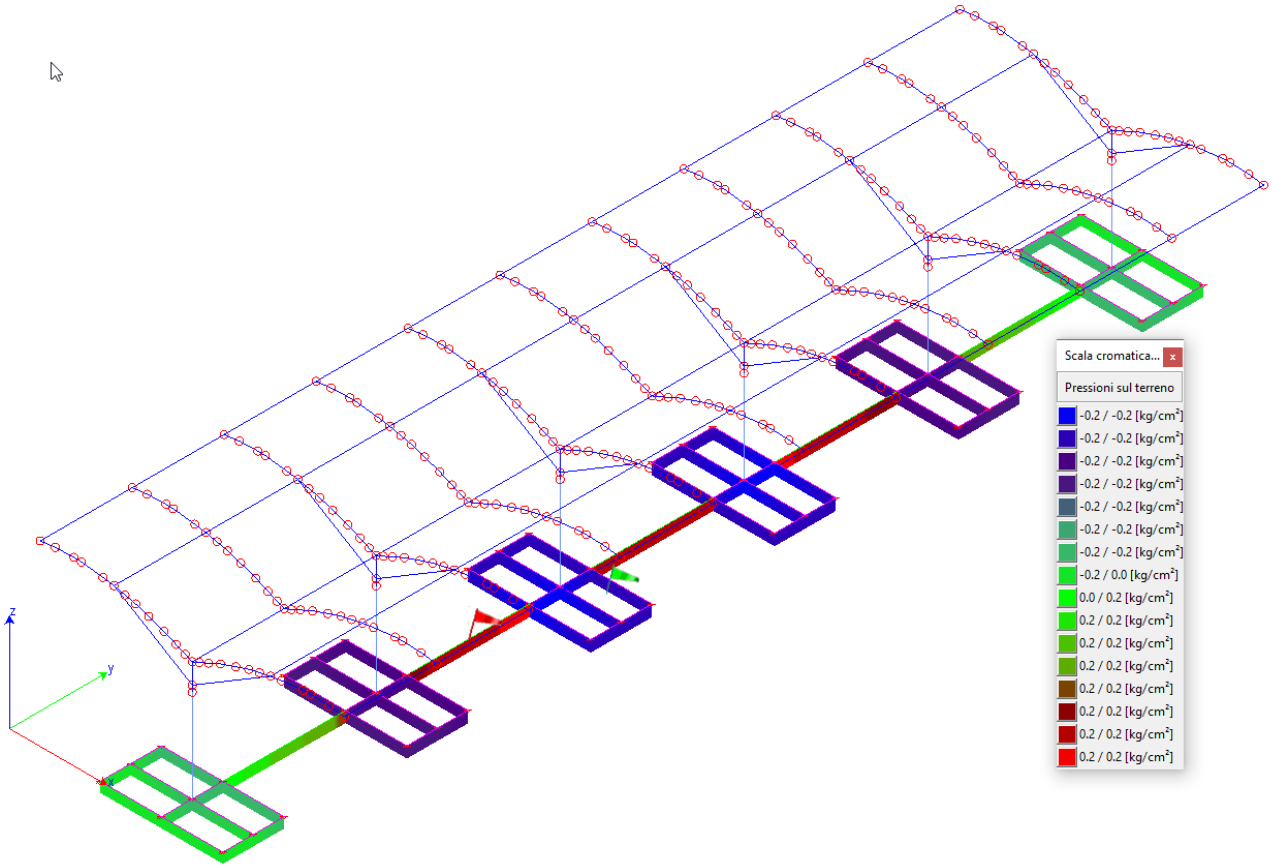
Copia informatica per consultazione

3.12.2 Verifiche geotecniche

Si fornisce a seguire il **calcolo dei cedimenti.**

Si esegue il calcolo in Combinazione SLE Rara, per ***fondazioni superficiali di tipo flessibili*** di dimensioni quadrate e/o rettangolari, come meglio descritto nei capitoli di pertinenza.

Si considera la massima pressione ottenuta da calcolo.



$\sigma v_{SLERare}$ = 0.20 kg/cmq

Si considera un limite di influenza, denominata profondità H_c, all'interno della quale il terreno risente dell'incremento di tensione. Superata tale profondità pari a $\sigma_z = 0.10\ \sigma'_{vo}$ con σ'_{vo} = tensione verticale efficace litostatica, la pressione agente in sommità non ha più nessun effetto.

Il foglio di calcolo evidenzia tale profondità facendo comparire dal momento in cui $\sigma_z \leq 0.10\ \sigma'_{v0}$ la scritta "LIM" (LIM.).

DATI DI INGRESSO

Coefficiente di Frolich	=	**4**	
σ'_z a quota piano di posa	=	**9,5**	kPa
Prof. falda da intradosso fondazione [Dw]	=	**0,0**	m

Copia informatica per consultazione

Coefficiente di Poisson = **0,3**

STAMPA DATI RELATIVI AL TERRENO A PARTIRE DA QUOTA INTRADOSSO FONDAZIONE

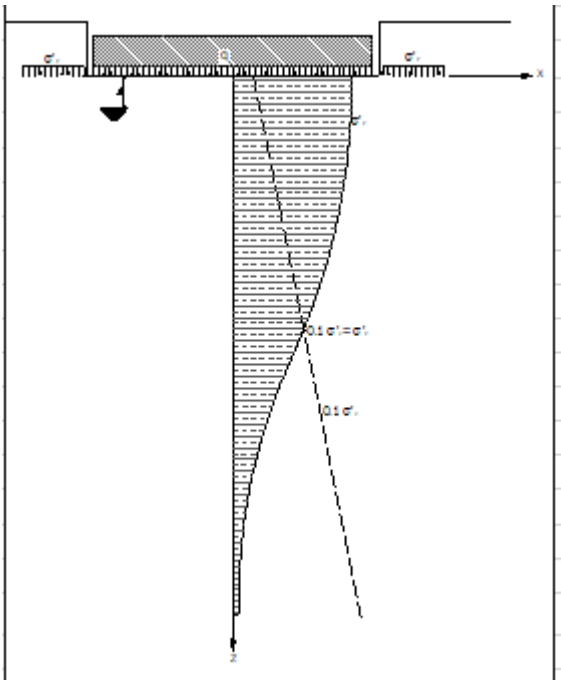
Strato **n°**	***Z iniziale*** (m)	***Z finale*** (m)	***E iniziale*** kPa	***E finale*** kPa	$\gamma_{nat.}$ kN/mc	γ'_{eff} kN/mc
1	0,0	**1,5**	**4500**	**4500**	**17,0**	**7,0**
2	1,5	**4,3**	**4000**	**4000**	**17,0**	**7,0**
3	4,3	**6,3**	**3500**	**3500**	**17,0**	**7,0**
4	6,3	**15,0**	**30000**	**30000**	**20,0**	**10,0**
5	15,0	**16,1**	**2000**	**2000**	**13,0**	**3,0**
6	16,1	**20,0**	**7000**	**7000**	**17,0**	**7,0**
7	20,0	**20,0**	**1**	**1**	**0,0**	**0,0**
8	20,0	**20,0**	**1**	**1**	**0,0**	**0,0**
9	20,0	**20,0**	**1**	**1**	**0,0**	**0,0**
				Valore medio	**16,8**	**6,8**

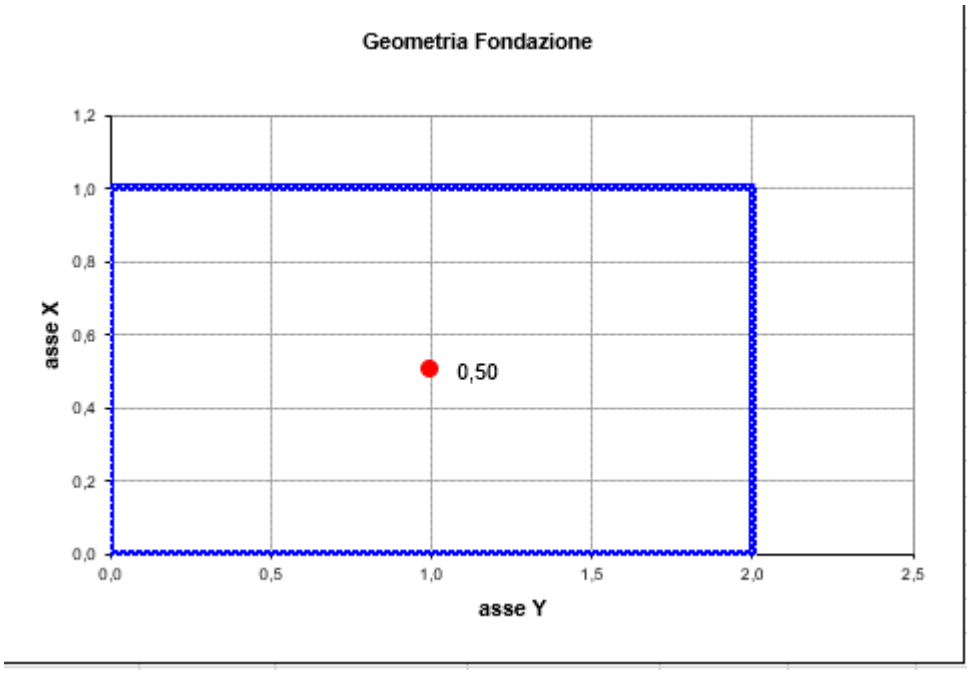
		Coord. (X)	Coord. (Y)
σ'_Z =	pressione verticale efficace litostatica		
Z iniz. =	profondità inizio strato	0,00	0,00
Z fin =	profondità fine strato	1,00	0,00
E iniz. =	modulo elastico inizio strato	1,00	2,00
E fin. =	modulo elastico fine strato	0,0	2,0
$\gamma_{nat.}$ =	peso di volume naturale		
γ'_{eff} =	peso di volume efficace	0,50	1,00

Caratteristiche dell'area di carico

Fondazione n°	**Pressione [q]** kPa	**X lato** m	**Y lato** m	**X_{c1}** m	**Y_{c1}** m	**Carico** kN
1	**20**	**1,0**	**2,0**	**0,5**	**1**	**40**
					Carico totale =	40

Copia informatica per consultazione





RISULTATI relativi alla direttrice 1

Ascissa X =	**0,5**	m
Ordinata Y =	**1,0**	m

Copia informatica per consultazione

Incrementi di tensione dovuti ai carichi

Prof. m	σ_Z kPa	σ_X kPa	σ_Y kPa	**0,1 * σ'v** kPa	**$E_{terreno}$** kPa	
0,25	19,7	7,1	8,5	1,1	4500	
0,75	14,4	1,6	3,6	1,5	4500	
1,25	9,1	0,4	1,3	1,8	4500	
1,75	5,9	0,2	0,5	2,1	4000	
2,25	4,0	0,1	0,2	2,5	4000	
2,75	2,9	0,0	0,1	2,8	4000	
3,25	2,2	0,0	0,1	3,2	4000	LIM
3,75	1,7	0,0	0,0	3,5	4000	LIM
4,25	1,3	0,0	0,0	3,8	4000	LIM
4,75	1,1	0,0	0,0	4,2	3500	LIM
5,25	0,9	0,0	0,0	4,5	3500	LIM
5,75	0,7	0,0	0,0	4,9	3500	LIM
6,25	0,6	0,0	0,0	5,2	3500	LIM
6,75	0,5	0,0	0,0	5,5	30000	LIM
7,25	0,5	0,0	0,0	5,9	30000	LIM
7,75	0,4	0,0	0,0	6,2	30000	LIM
8,25	0,4	0,0	0,0	6,6	30000	LIM
8,75	0,3	0,0	0,0	6,9	30000	LIM
9,25	0,3	0,0	0,0	7,2	30000	LIM
9,75	0,3	0,0	0,0	7,6	30000	LIM
10,25	0,2	0,0	0,0	7,9	30000	LIM
10,75	0,2	0,0	0,0	8,3	30000	LIM
11,25	0,2	0,0	0,0	8,6	30000	LIM
11,75	0,2	0,0	0,0	8,9	30000	LIM
12,25	0,2	0,0	0,0	9,3	30000	LIM
12,75	0,2	0,0	0,0	9,6	30000	LIM
13,25	0,1	0,0	0,0	10,0	30000	LIM
13,75	0,1	0,0	0,0	10,3	30000	LIM
14,25	0,1	0,0	0,0	10,6	30000	LIM
14,75	0,1	0,0	0,0	11,0	30000	LIM
15,25	0,1	0,0	0,0	11,3	2000	LIM
15,75	0,1	0,0	0,0	11,7	2000	LIM
16,25	0,1	0,0	0,0	12,0	7000	LIM
16,75	0,1	0,0	0,0	12,3	7000	LIM
17,25	0,1	0,0	0,0	12,7	7000	LIM
17,75	0,1	0,0	0,0	13,0	7000	LIM
18,25	0,1	0,0	0,0	13,4	7000	LIM
18,75	0,1	0,0	0,0	13,7	7000	LIM
19,25	0,1	0,0	0,0	14,0	7000	LIM
19,75	0,1	0,0	0,0	14,4	7000	LIM

Cedimenti parziali

Prof. m	**D. cedim.** cm
0,25	0,00166
0,75	0,00142
1,25	0,00096
1,75	0,00072
2,25	0,00049
2,75	0,00036
3,25	0,00027
3,75	0,00021
4,25	0,00016
4,75	0,00015
5,25	0,00013
5,75	0,00011
6,25	0,00009
6,75	0,00001
7,25	0,00001
7,75	0,00001
8,25	0,00001
8,75	0,00001
9,25	0,00000
9,75	0,00000
10,25	0,00000
10,75	0,00000
11,25	0,00000
11,75	0,00000
12,25	0,00000
12,75	0,00000
13,25	0,00000
13,75	0,00000
14,25	0,00000
14,75	0,00000
15,25	0,00003
15,75	0,00003
16,25	0,00001
16,75	0,00001
17,25	0,00001
17,75	0,00001
18,25	0,00001
18,75	0,00001
19,25	0,00000
19,75	0,00000

CEDIMENTI TOTALI = 5,6mm

Copia informatica per consultazione

Il valore di **cedimento massimo a lungo termine** risulta ampiamente compatibile con la tipologia di struttura in oggetto.

Si deve infine tenere conto del fatto che in realtà il terreno di imposta delle fondazioni, situato a quota -1,00m da piano campagna, era precedentemente soggetto ad una pressione litostatica pari a :

σ_{Lit} = 19 x 1.00 = 19 kPa

mentre la pressione media in Combinazioni SLE Rare risulta essere pari a 20 kPa

Si tratta, quindi, di **fondazione sostanzialmente compensata** per la quale i cedimenti teorici attesi sono sicuramente molto inferiori a quelli calcolati.

Alla luce delle considerazioni sopra esposte **si conferma la compatibilità della soluzione adottata.**

Per quanto concerne il **calcolo del Carico Limite** si riporta a seguire i calcoli in condizioni non drenate e drenate secondo la teoria proposta da Brinch-Hansen (1970) :

VERIFICA AL COLLASSO PER CARICO LIMITE PER IL SISTEMA TERRENO-FONDAZIONE

CONDIZIONI NON DRENATE

1 COMBINAZIONE DI CALCOLO E PARAMETRI SISMICI

Condizione di verifica: APPROCCIO 2 --- Combinazione (A1+M1+R3)

Secondo la combinazione: STATICA

AZIONI	A
γG1	1,30
γG2	1,50
γQk	1,50

GEOTECNICA	M
Tan(φ').k	1,00
c'.k	1,00
cu.k	1,00
γ.k	1,00

RESISTENZE	R
capacità portante	2,30
scorri-mento	1,10

Accelerazione massima su suolo rigido	a_g	2,600 m/s²
Coefficiente di amplificazione spettrale	F_o	2,4
Periodo di inizio tratto a velocità costante	T_c^*	0,301 s
Categoria di sottosuolo		C
Categoria topografica		T1
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione	βm	0,380
Coefficiente sismico orizzontale	Kh	0,133
Coefficiente sismico verticale	Kv	0,066

Copia informatica per consultazione

2 DATI DI PROGETTO

angolo di attrito	$\varphi_{,d}$	0,00 °
Resistenza a taglio non drenata	$c_{u,d}$	60,00 kPa
P.S. terreno sopra il piano di posa.	$\gamma_{f,sopra,d}$	20,0 kN/m³
P.S. terreno sotto il piano di posa.	$\gamma_{f,sotto,d}$	17,0 kN/m³
P.S. medio del terreno	$\gamma_{f,medio}$	18,8 kN/m³
inclinazione piano posa	α	0,00 °
inclinazione piano campagna	ω	0,00 °
Profondità della curva di scorrimento	$H_{scor.}$	0,55 m

Base	B	1,00
Lunghezza	L	2,00
Base ridotta	B*	0,68
Lung. Ridotta	L*	1,68
Altezza zattera	H	0,40
Affondamento	D	1,00
Altezza magrone	Hm	0,10

3 FATTORI DI CAPACITA' PORTANTE

$N_{\gamma,0}$	0,00	Secondo Vesic (1973)
$N_{c,0}$	5,14	Secondo Vesic (1970)
$N_{q,0}$	1,00	Secondo Prandtl (1921)

4 COEFFICIENTI CORRETTIVI

Coefficienti di forma	
$s_{c,0}$	1,081

Coefficienti di profondità	
$d_{c,0}$	1,390

Coefficienti di Inclinazione del carico	
$i_{c,0}$	0,422
m_b	1,712
m_l	1,288
m	1,500
ϑ	45,00 °

5 REGOLA DI MEYERHOF

e_b	0,16 m
B*	0,68 m

e_L	0,16 m
L*	1,68 m

6 CARICO LIMITE

q_{lim}	215,6	[kN/m²]

Q_{lim}	245,9	[kN]

Copia informatica per consultazione

VERIFICA AL COLLASSO PER CARICO LIMITE PER IL SISTEMA TERRENO-FONDAZIONE

CONDIZIONI DRENATE

1 COMBINAZIONE DI CALCOLO E PARAMETRI SISMICI

Condizione di verifica: APPROCCIO 2 --- Combinazione (A1+M1+R3)

Secondo la combinazione: STATICA

AZIONI	A
γ_{G1}	1,30
γ_{G2}	1,50
γ_{Qk}	1,50

GEOTECNICA	M
Tan(φ'),k	1,00
c',k	1,00
cu,k	1,00
Υ,k	1,00

RESISTENZE	R
capacità portante	2,30
scorri-mento	1,10

Accelerazione massima su suolo rigido	a_g	2,600 m/s²
Coefficiente di amplificazione spettrale	F_O	2,4
Periodo di inizio tratto a velocità costante	T_c^*	0,301 s
Categoria di sottosuolo		C
Categoria topografica		T1
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione	βm	0,380
Coefficiente sismico orizzontale	Kh	0,133
Coefficiente sismico verticale	Kv	0,066

Copia informatica per consultazione

2 DATI DI PROGETTO

angolo di attrito	φ'.d	18,00°
coesione	c'.d	2,00 kPa
P.S. terreno sopra il piano di posa.	γ'f,sopra,d	########
P.S. terreno sotto il piano di posa.	γ'f,sotto,d	17,0 kN/m³
P.S. terreno sopra il piano di posa.	γ'f,medio	18,8 kN/m³
P.S. terreno sotto il piano di posa.	α	0,00°
inclinazione piano campagna	ω	0,00°
Profondità della curva di scorrimento	Hscor.	0,81 m

Base	B	1,00 m
Lunghezza	L	2,00 m
Base ridotta	B*	0,68 m
Lung. Ridotta	L*	1,68 m
Altezza zattera	H	0,40 m
Affondamento	D	1,00 m
Altezza magrone	Hm	0,10 m

3 FATTORI DI CAPACITA' PORTANTE

N_γ	4,07	Secondo Vesic, 1973
N_c	13,10	Secondo Vesic (1970)
N_q	5,26	Secondo Prandtl (1921)

4 COEFFICIENTI CORRETTIVI

Coefficienti di forma	
s_γ	0,838
s_c	1,162
s_q	1,131

Coefficienti di profondità	
d_γ	1,000
d_c	1,373
d_q	1,302

Coefficienti di Inclinazione del carico	
i_γ	0,757
i_c	0,810
i_q	0,846
m_b	1,712
ml	1,288
m	1,500
ϑ	45,00°

5 REGOLA DI MEYERHOF

e_b	0,16 m
B*	0,68 m

e_L	0,16 m
L*	1,68 m

6 CARICO LIMITE

qlim	179,9	[kN/m²]

Qlim	205,2	[kN]

Carico di progetto [Ed] 0,20 Kg/cm²

Fattore sicurezza [Fs=Ed/Rd] = 0.2 / 1.79 = 0.11 <1 VERIFICATO

Bologna, lì 11 maggio 2021.

Il Progettista

Ing. GABRIELE LUCCHINI
via Cencetti, 12 – 40138 Bologna
Iscrizione all'albo Ingegneri BO 6615/A

Copia informatica per consultazione

Committente:

Provincia di Modena
41124 Modena
Viale Barozzi, 340

Oggetto:

LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA (CIG ZE030F018F)

Ubicazione:
Via Solimei, 21 – Castelfranco Emilia (MO)

Elaborato:

RELAZIONE FOTOGRAFICA

Il Progettista:
Ing. Gabriele Lucchini
Via Cencetti, 12 – 40138 Bologna (BO)
c.f. LCCGRL77E05A944M

ORDINE INGEGNERI PROV. BOLOGNA
INGEGNERE
GABRIELE LUCCHINI
LAUREA SPECIALISTICA
Sezione A
N° 6615 / A
Settori civile, ambientale, industriale, dell'informazione

LT Studio – Architettura e Ingegneria

elaborato R05

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato
3				
2				
1				
0	10/05/2021	Emissione	GL	GL

Codice elaborato	Commessa	File: G:\Il mio Drive\LAVORO\PROGETTI\125-Pensilina Castelfranco\05-relazioni\Messieri_Pensilina_REL_FOTO.docx	
MSS-R05	S-125		1/9

Copia informatica per consultazione

Copia informatica per consultazione

SOMMARIO

1 RELAZIONE FOTOGRAFICA 5

Copia informatica per consultazione

Copia informatica per consultazione

1 RELAZIONE FOTOGRAFICA

La struttura portante esistente è a telaio, costituita da travi e pilastri in acciaio.

Si allegano alcune foto delle strutture.

Telai, colonne, travi trapezie

Colonne

Copia informatica per consultazione

Telai

Piastra di sommità colonna

Copia informatica per consultazione

Piastra di sommità colonna

Piastra di base

Copia informatica per consultazione

Piastra di base

Colonna

Copia informatica per consultazione

Area di inserimento strutture in progetto

Bologna, lì 11 maggio 2021.

Il Progettista

Ing. GABRIELE LUCCHINI
via Cencetti, 12 – 40138 Bologna
Iscrizione all'albo Ingegneri BO 6615/A

Copia informatica per consultazione

Committente:

Provincia di Modena
41124 Modena
Viale Barozzi, 340

Oggetto:

LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA (CIG ZE030F018F)

Ubicazione:
Via Solimei, 21 – Castelfranco Emilia (MO)

Elaborato:

RELAZIONE SUI MATERIALI

Il Progettista:
Ing. Gabriele Lucchini
Via Cencetti, 12 – 40138 Bologna (BO)
c.f. LCCGRL77E05A944M

ORDINE INGEGNERI PROV. BOLOGNA
INGEGNERE
GABRIELE LUCCHINI
LAUREA SPECIALISTICA
Sezione A
N° 6615 / A
Settori civile, ambientale, industriale, dell'informazione

LT Studio – Architettura e Ingegneria

elaborato R02

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato
3				
2				
1				
0	10/05/2021	Emissione	GL	GL

Codice elaborato	Commessa	File: G:\Il mio Drive\LAVORO\PROGETTI\125-Pensilina Castelfranco\05-relazioni\Messieri_Pensilina_REL_MAT.docx	
MSS-R02	S-125		1/8

Copia informatica per consultazione

Copia informatica per consultazione

SOMMARIO

1 RELAZIONE SUI MATERIALI 5

1.1 Acciaio da carpenteria esistente 5

1.2 Calcestruzzo in opera di progetto 7

1.3 Acciaio in barre per c.a. di progetto 7

1.4 Acciaio in reti per c.a. di progetto 7

1.5 Carpenteria metallica di progetto 8

1.6 Bulloni per collegamenti in carpenteria metallica di progetto 8

Copia informatica per consultazione

Copia informatica per consultazione

1 RELAZIONE SUI MATERIALI

1.1 Acciaio da carpenteria esistente

La caratterizzazione è stata definita tramite **una campagna di indagini**, che ha consentito di porsi all'interno delle regole previste per un Livello di Conoscenza LC3.

Al fine del raggiungimento di un Livello di Conoscenza LC3 è stata eseguita a marzo 2020 una campagna di saggi sui materiali, al fine di fornire una caratterizzazione quantitativa delle caratteristiche meccaniche dei singoli elementi strutturali ritenuti rilevanti.

La campagna di indagine, svolta dalla ditta specializzata Socotech Italia srl, è stata estesa a tutti gli elementi di particolare interesse strutturale, eseguendo una campagna completa ed esaustiva di indagini.

Si riporta di seguito l'elenco delle prove individuate:

NUMERO DI PIANI DELL'EDIFICIO:

TOT. 1

LIVELLO DI CONOSCENZA LC3 / PROVE SUI MATERIALI - VERIFICHE ESAUSTIVE:

- **Prove sulle armature:** n°3 campioni per piano dell'edificio

  necessari n°3 prelievi di campioni di ACCIAIO (i bulloni e i tirafondi sono interamente sostituiti)

LIVELLO DI CONOSCENZA LC3 / RILIEVO DEI COLLEGAMENTI - VERIFICHE LIMITATE :

- **Indagini sui particolari:** caratteristiche dei collegamenti verificate per almeno il 50% degli elementi

Rilievo geometrico di tutti i collegamenti bullonati, integrale sostituzione di bulloni e tirafondi

Per i risultati della campagna di saggi ai allega il certificato del laboratorio.

Si assume, per le verifiche che ne richiedano l'impiego, un livello di conoscenza minimo **"LC3 - *Conoscenza Accurata*"** per tutti gli elementi strutturali ed un relativo fattore di confidenza **FC = 1.00.**

Sulla base dei risultati di laboratorio, si avranno i seguenti valori di resistenza di calcolo:

$f_{yk} = f_{ymedio}$ = (402.66 + 343.27 + 335.16) / 3 = 360.36 N/mm^2

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m \cdot FC} = \frac{360.36}{1.05 \cdot 1.00} = 343 N/mm^2$ per i meccanismi fragili

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{FC} = \frac{360.36}{1.00} = 360 N/mm^2$ per i meccanismi duttili

Copia informatica per consultazione

INFRASTRUCTURE
FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648 - Capitale sociale 7.144.000,00 euro
Sede Legale: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

SOCOTEC

M/LAB04F/01.37 Rev. 03 Del 01/02/19	**PROVA DI TRAZIONE** su acciai da profilati o laminati **UNI EN ISO 6892-1; UNI EN ISO 377; UNI EN 10025-1**

Richiedente:	PROVINCIA DI MODENA - VIALER MARTIRI DELLA LIBERTA' , 34 MODENA MO		
N° Verbale:	M008	**del:**	19/03/2021
Ns. Rif. Commessa:	19419/19		
Cantiere	-		
Opera:	PROVE DI LABORATORIO		
Proprietà:	-		
Impresa:	-		
Direzione Lavori:	-		
Verb. Acc. N°:	FE/424	**del:**	19/03/2021

N° R.d.p.:	LF23548
Data:	19/04/2021
Pagina:	1 di 1

*Caratteristiche dell'acciaio**

Prelievo	Tipologia	Acciaio (tipo)	Acciaio Fornitore	Profilati o Laminati: Verbale di Prelievo / Id Colata	Profilati o Laminati: WBS / Parte d'opera	Profilati o Laminati: Sigla Campioni
1	PALETTO Ø 150	-	-	-	-	1
				-	-	
2	PALETTO Ø 40	-	-	-	-	2
				-	-	
3	ALA PALETTO Ø 40	-	-	-	-	3
				-	-	

*Prelievi in opera eseguiti a cura del Nostro laboratorio

Risultati di prova

N°	Sigla/Sigla Interna	Dimensioni (1) L [mm]	a [mm]	b [mm]	Pos. (2) prelievo	M (3) [si-no]	Area (4) So [mm²]	Tensioni (5) fy [N/mm²]	ft [N/mm²]	Amin (6) [%]	Piegamento (7) D [mm]	presenza di cricche	D. (8) defor [si-no]	Data di prova
1	1	-	3,5	13,5	1	no	47,29	402,66	487,68	26,21	-	-	no	15/04/2021
2	2	-	2,8	13,1	2	no	36,76	343,27	423,78	22,85	-	-	no	15/04/2021
3	3	-	4,1	11,7	3	no	47,89	335,16	441,24	32,67	-	-	no	15/04/2021

(Eseguita con macchine: METROCOM tipo MIGP40/60 40000/60000 daN matr. 7478/83 per TRAZIONE)
(Eseguita con macchina OLEODINAMICA POLESANA cod. interno.610 per PIEGAMENTO e RADDRIZZAMENTO)

(1) **L** = Lunghezza provetta; **b** = larghezza provetta ; **a** = spessore provetta
(2) **P**osizione di prelievo della provetta dal provino originario indicata nella figura riportata con indicazione del punto di prelievo
(3) **M** = marchio di identificazione da rilevare sul provino: SI = presente ; NO = assente
(4) **So** = Area della sezione iniziale (o reagente)
(5) **fy** = tensione di snervamento ; **ft** = tensione di rottura
(6) **Amin** = allungamento minimo percentuale
(7) **Piegamento(α) ai sensi della UNI EN ISO 7438:**
α = angolo di piegamento = 180°
D = diametro del madrino per la prova di piegamento
ai fini della validità della prova di piegamento la provetta non deve presentare cricche
(8) **Diagramma di deformazione a pag. 2 del certificato (qualora richiesto)**

Marchio non rilevato

-

Tipologia elemento e posizione di prelievo della provetta

Lo Sperimentatore
Ing. Paolo Giambattista Russo

Il Direttore del Laboratorio

SOCOTEC ITALIA S.r.l.
P.IVA 01872430648
Via Annibale Zucchini, 69
44122 Ferrara
Il Direttore del Laboratorio 7617 / STC
Dott. Ing. Stefano Franceschini

Copia informatica per consultazione

1.2 Calcestruzzo in opera di progetto

Per nuovi elementi strutturali di fondazione e pareti contro terra in opera si impiega calcestruzzo avente le caratteristiche di seguito descritte (con riferimento al D.M. 17.01.2018 ed alle norme UNI EN 206 e UNI EN 1992-1-1/Eurocodice2):

	FONDAZIONI E PARETI
Classe di resistenza	C25/30
Classe di esposizione	XC2
Classe lavorabilità	S4

1.3 Acciaio in barre per c.a. di progetto

Per nuovi elementi strutturali in cemento armato si impiega acciaio avente le caratteristiche di seguito descritte (con riferimento al D.M. 17.01.2018 ed alle norme UNI EN 206 e UNI EN 1992-1-1/Eurocodice2):

Tipo acciaio	B 450 C
Tensione di snervamento caratteristica fyk	≥ 450 MPa
Tensione di rottura caratteristica ftk	≥ 540 MPa
Allungamento Agt,k	≥ 7,45 %

1.4 Acciaio in reti per c.a. di progetto

Per nuovi elementi strutturali in cemento armato si impiega acciaio avente le caratteristiche di seguito descritte (con riferimento al D.M. 17.01.2018 ed alle norme UNI EN 206 e UNI EN 1992-1-1/Eurocodice2):

Tipo acciaio	B 450 A
Tensione di snervamento caratteristica fyk	≥ 450 MPa
Tensione di rottura	≥ 540 MPa

Copia informatica per consultazione

caratteristica ftk	
Allungamento Agt,k	≥ 3,00 %

1.5 Carpenteria metallica di progetto

Per elementi strutturali metallici si impiega acciaio conforme alle prescrizioni contenute nel D.M. 17.01.2018 e nelle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1.

	fyk [MPa]	ftk [MPa]	E [MPa]	W [KN/m^3]
S275JR	275	430	210000	78,50

Classe di Esecuzione EXC2

1.6 Bulloni per collegamenti in carpenteria metallica di progetto

Le unioni bullonate saranno realizzate con bulloni rispondenti alle indicazioni contenute nel D.M. 17.01.2018 e nelle norme europee UNI EN ISO 4016:2002, UNI 5592:1968 e UNI EN ISO 898-1:2001.

Classe	8.8
Tensione di snervamento caratteristica f_{yb}	649 MPa
Tensione di rottura f_{tb}	800 MPa

Per tutti gli elementi metallici che fanno parte di particolari di collegamento (metallici e non metallici, quali spinotti, chiodi, viti, piastre, ecc...) le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza.

Bologna, lì 11 maggio 2021.

Il Progettista

Ing. GABRIELE LUCCHINI
via Cencetti, 12 – 40138 Bologna
Iscrizione all'albo Ingegneri BO 6615/A

Copia informatica per consultazione

Committente:

Provincia di Modena
41124 Modena
Viale Barozzi, 340

Oggetto:

LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA (CIG ZE030F018F)

Ubicazione:
Via Solimei, 21 – Castelfranco Emilia (MO)

Elaborato:

RELAZIONI SPECIALISTICHE

Il Progettista:
Ing. Gabriele Lucchini
Via Cencetti, 12 – 40138 Bologna (BO)
c.f. LCCGRL77E05A944M

ORDINE INGEGNERI PROV. BOLOGNA
INGEGNERE
GABRIELE LUCCHINI
LAUREA SPECIALISTICA
Sezione A
N° 6615 / A
Settori civile, ambientale, industriale, dell'informazione

LT Studio – Architettura e Ingegneria

elaborato R03

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato
3				
2				
1				
0	10/05/2021	Emissione	GL	GL

Codice elaborato	Commessa	File: G:\Il mio Drive\LAVORO\PROGETTI\125-Pensilina Castelfranco\05-relazioni\Messieri_Pensilina_REL_SPEC.docx	
MSS-R03	S-125		1/43

Copia informatica per consultazione

Copia informatica per consultazione

SOMMARIO

1 RELAZIONE GEOLOGICA 5

2 RELAZIONE GEOTECNICA 7

2.1 Verifica delle fondazioni 10

2.2 Verifiche geotecniche 32

3 RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA 39

Copia informatica per consultazione

Copia informatica per consultazione

1 RELAZIONE GEOLOGICA

Si riporta stralcio delle informazioni contenute nella Relazione Geologica di riferimento allegato.

Ai fini della caratterizzazione del sito, nel mese di febbraio 2020 si sono svolti studi ed indagini geognostiche specifiche nell'ambito dell'intervento di DEMOLIZIONE PALAZZINA "C" - AMPLIAMENTO PALAZZINA "D" DELL'ISTITUTO D'ISTRUZIONE SUPERIORE "L. SPALLANZANI", prevedendo:

- Accurata ricerca bibliografica, volta alla caratterizzazione ed individuazione delle modalità di messa in posto dei tipi litologici presenti nell'area oggetto dello studio, integrata da indagini in sito e di laboratorio;
- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S01 e S02) spinti rispettivamente alla profondità
- di 10.00 m e 20.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche elettriche con piezocono (CPTu01 e CPTu02) spinte alla
- profondità massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPTm01 e CPTm02) spinte alla profondità
- massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 indagine sismiche passive di microtremori (HV01 e HV02);
- • n. 1 indagine sismica a riflessione in array in onde Sh (Vb - Sh).

I dati ricavati da tali indagini sono stati elaborati dal Dott. Geol. Lorenzo Del Maschio (Albo dei Geologi della Regione Lazio n.1725).

Risultati in termini di parametri di resistenza:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	c'k(kPa)	ϕ'k(°)	Cuk(kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	3	18	70
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	2	17	60

Copia informatica per consultazione

3.60/4.30 - 6.30	Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)	17	19	1	20	70
6.30 - 15.00	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)	20	21	0	32	/
15.00 - 16.10	Livello di Torba (E)	13	15	0	14	30
16.20 - 20.00	Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)	17	19	5	19	100

Risultati in termini di parametri di deformabilità:

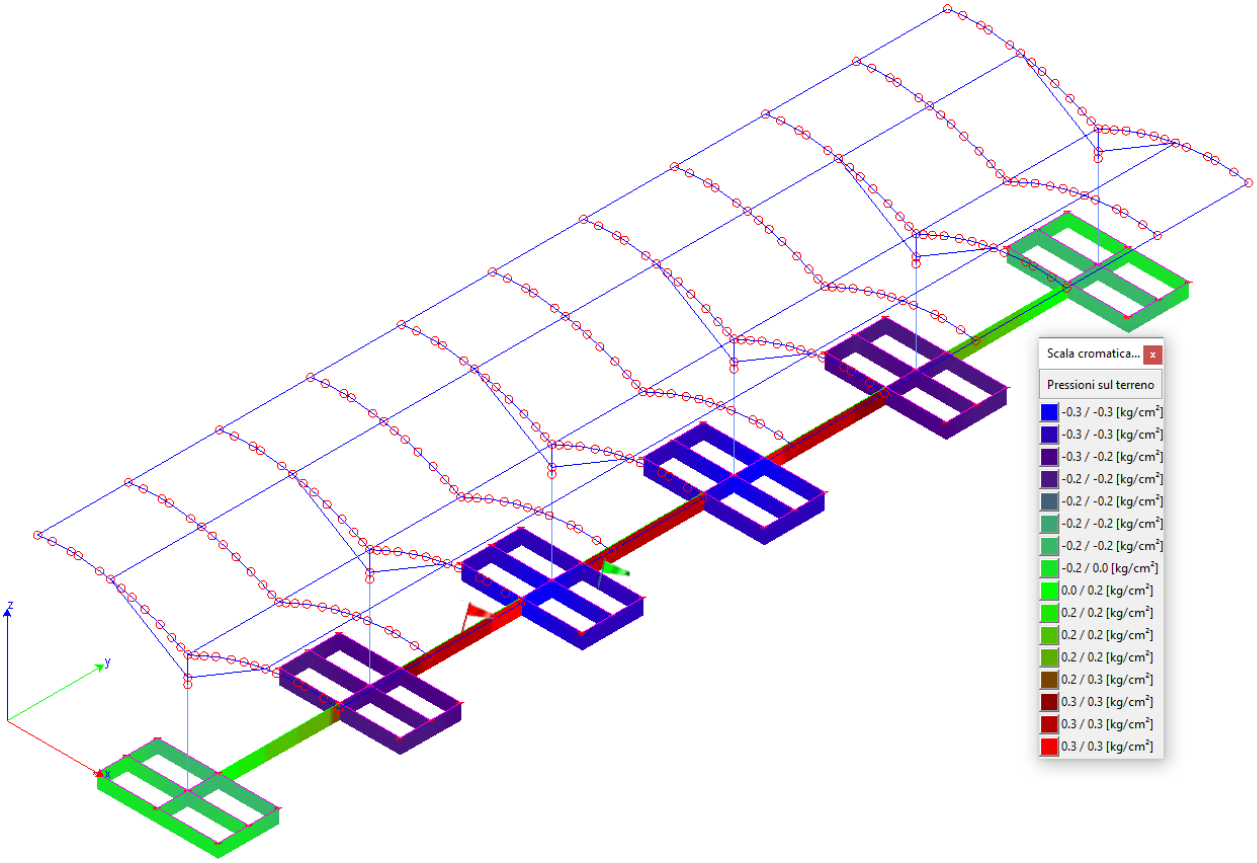
Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	Coeff. di Poisson (v)	Modulo Elastico E' (kPa)	Modulo Edometrico E_d (kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	0.45		4500
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	0.45		4000
3.60/4.30 - 6.30	Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)	17	19	0.45		3500
6.30 - 15.00	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)	20	21	0.35	30000	
15.00 - 16.10	Livello di Torba (E)	13	15	0.48		2000
16.20 - 20.00	Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)	17	19	0.42		7000

Copia informatica per consultazione

2 RELAZIONE GEOTECNICA

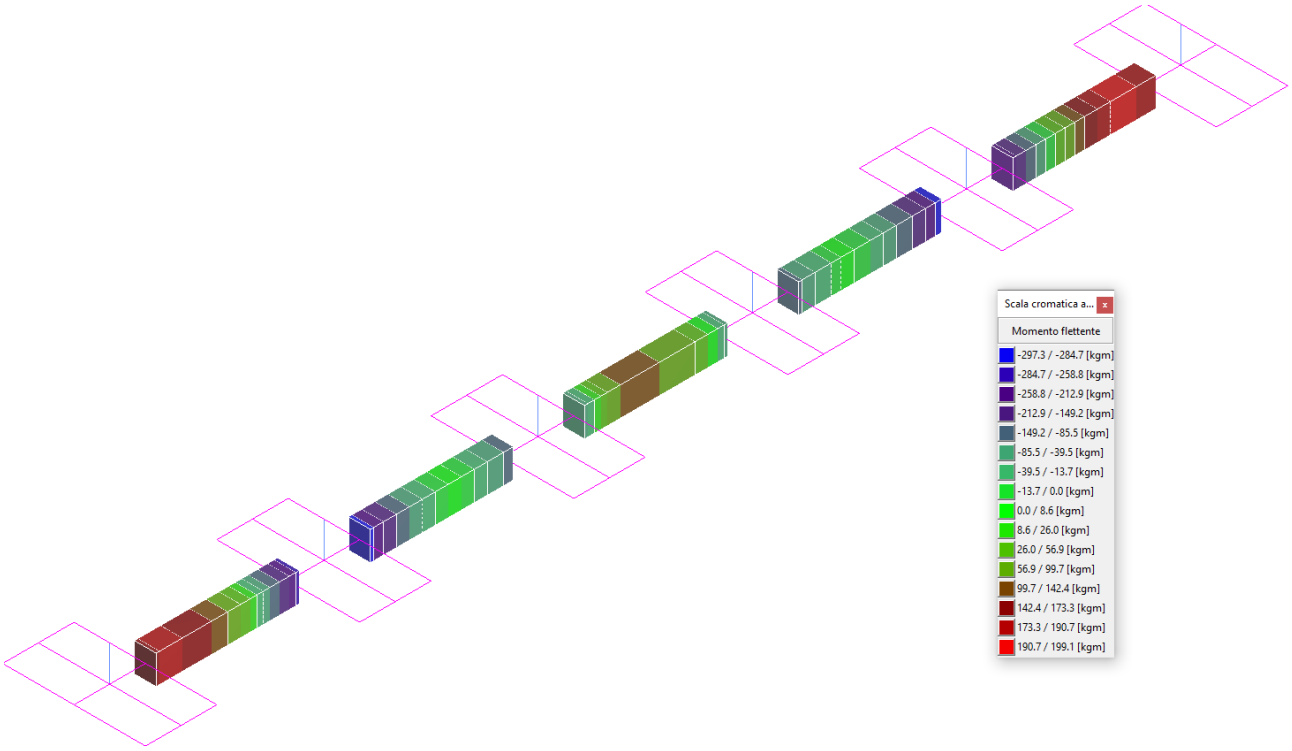
Le fondazioni sono realizzate mediante plinti in c.a. di dimensioni 2,0 x 1,0m, collegati da cordolo di dimensioni 30x40h cm, impostate alla quota -1,00m come da indicazioni della Relazione Geologica.

Si riportano, a seguire, i diagrammi significativi relativi alle fondazioni.

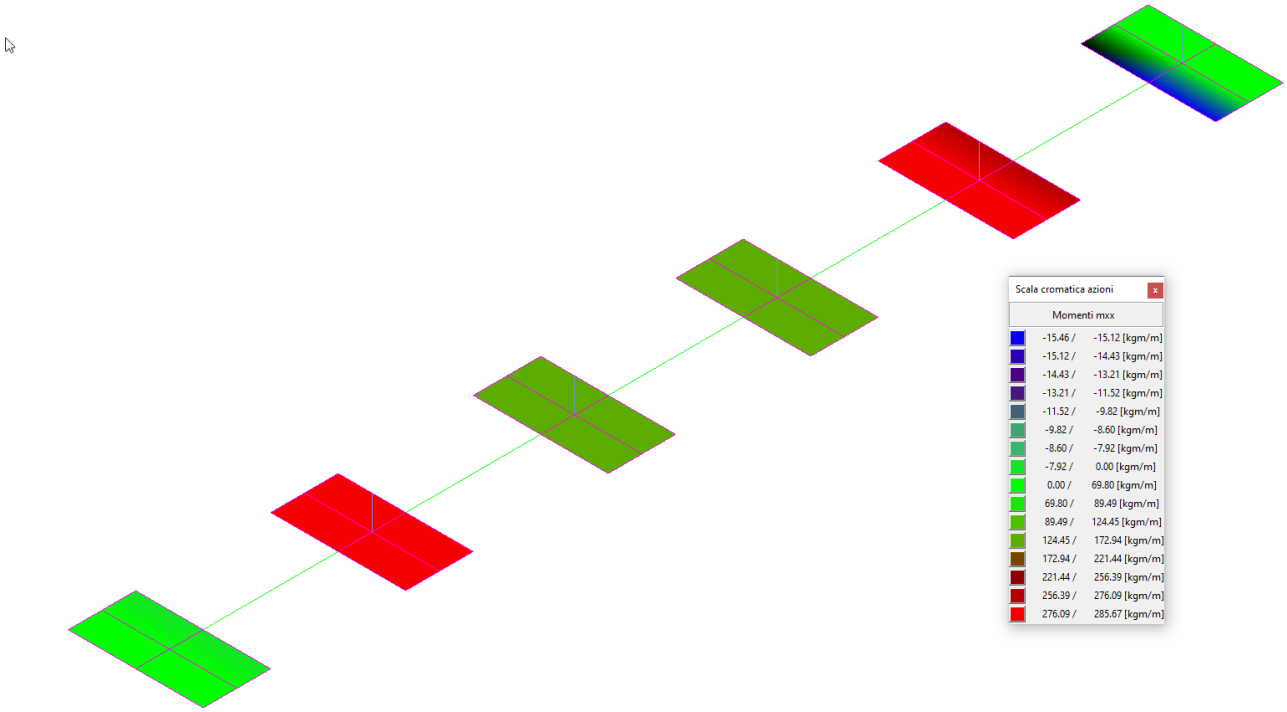


Inviluppo SLU – diagramma pressione in fondazione

Copia informatica per consultazione

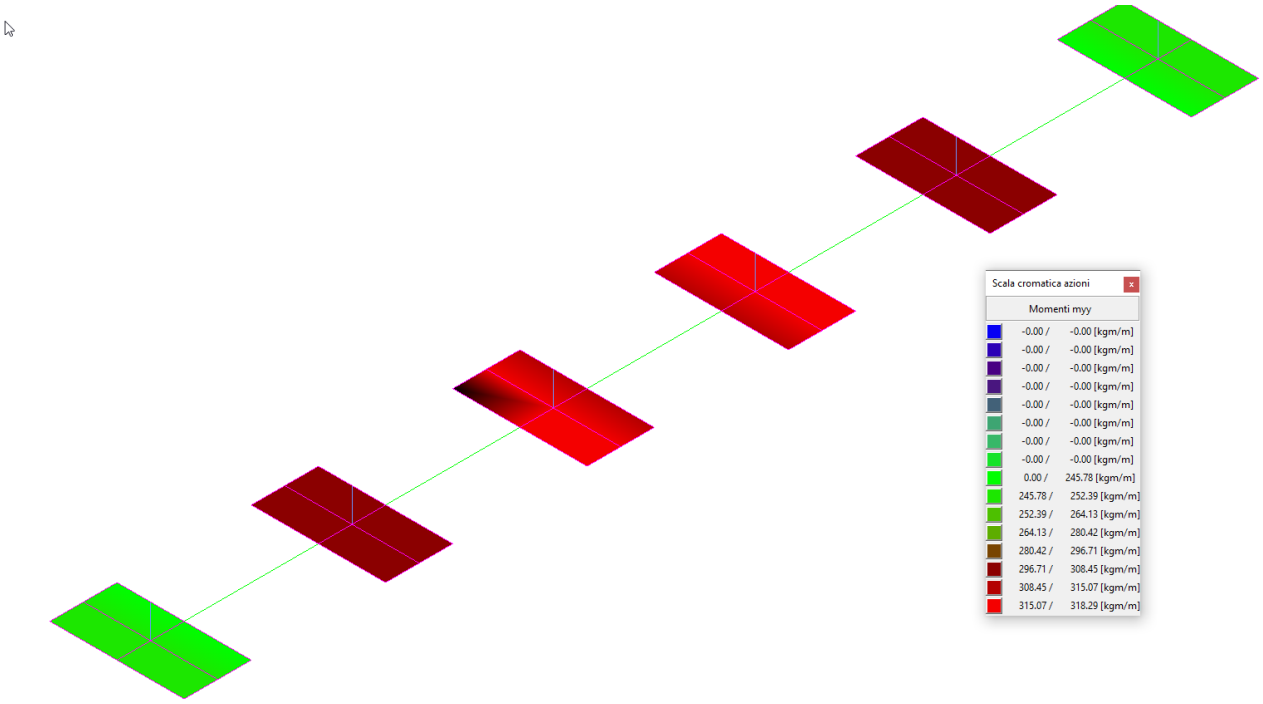


Inviluppo SLU – diagramma M

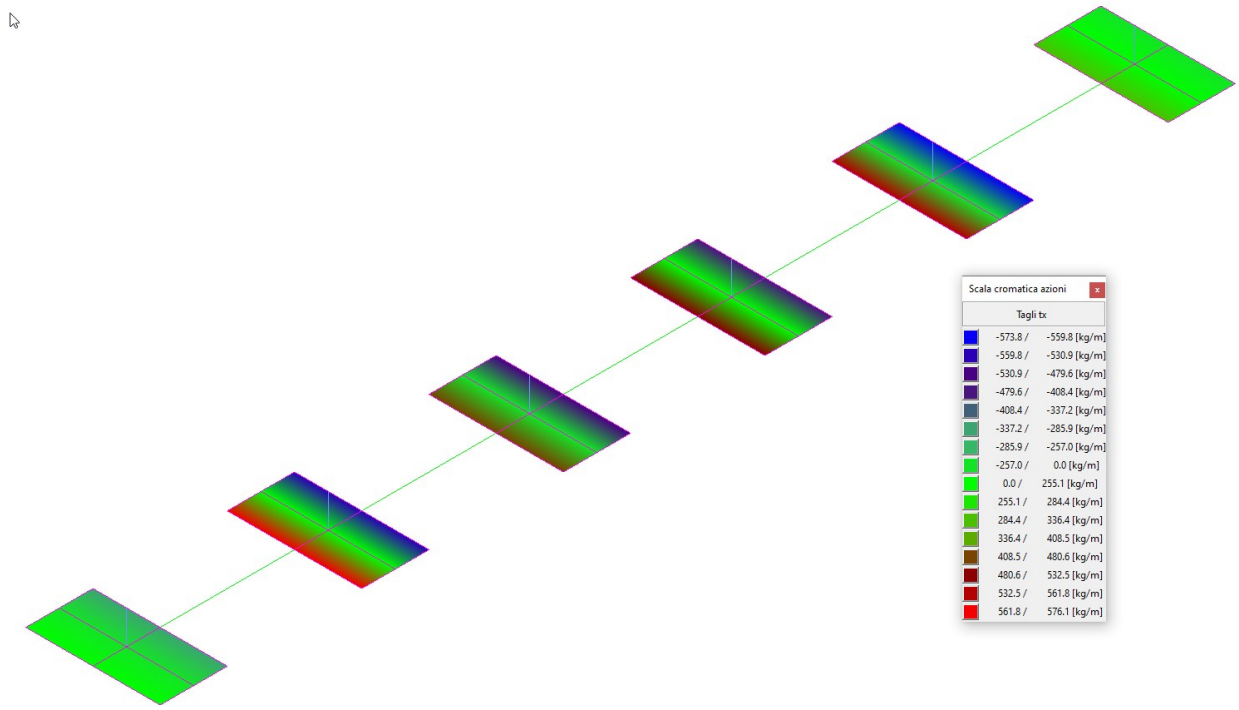


Inviluppo SLU – diagramma Mx

Copia informatica per consultazione

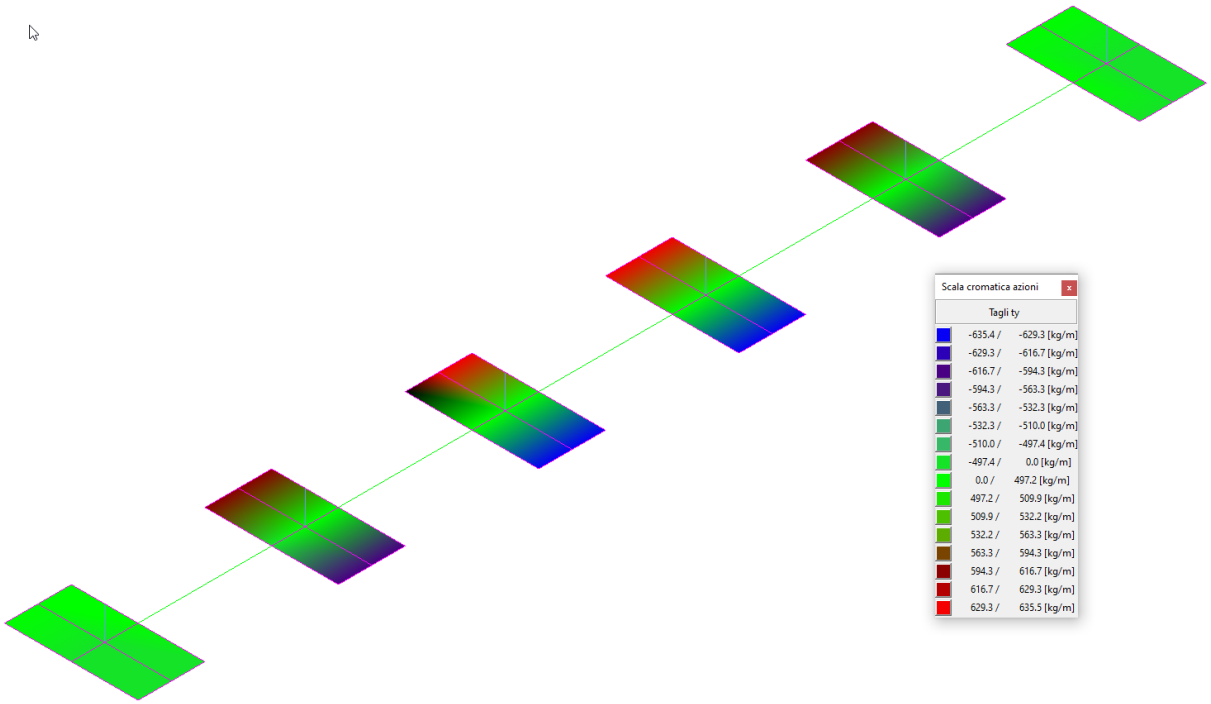


Inviluppo SLU – diagramma My



Inviluppo SLU – diagramma Vx

Copia informatica per consultazione



Inviluppo SLU – diagramma Vy

2.1 Verifica delle fondazioni

Verifica Plinti

En.Ex.Sys. WinStrand

Structural Analisys & Design

Ditta produttrice:

En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla:

WinStrand

Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso:

Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Elementi finiti implementati

Truss.

Beam (Modellazione di Travi e Pilastri).

Travi su suolo elastico alla Winckler.

Plinti su suolo elastico alla Winckler.

Copia informatica per consultazione

Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.

Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.

Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Schemi di Carico

Carichi nodali concentrati.

Carichi applicati direttamente agli elementi.

Carichi Superficiali.

Tipo di Risoluzione

Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.

Fattorizzazione LDL^T.

Analisi Statica:

modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.

ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).

Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):

Via statica equivalente.

Modale con il metodo dello spettro di risposta.

Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 "*Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008*"

D.M. del 14 Gennaio 2008 "*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*"

Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*"

Ordinanza n. 3316. "*Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003*"

D.M. del 16 Gennaio 1996. "*Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»*".

D.M del 16 Gennaio 1996. "*Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*"

D.M. del 9 Gennaio 1996. "*Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche*".

D.M. del 14 Febbraio 1992. "*Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche*".

D.M. del 3 Ottobre 1978. "*Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi*".

Copia informatica per consultazione

D.M. del 3 Marzo 1975. "*Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*".

D.M. del 3 Marzo 1975. "*Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*".

Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*".

Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "*Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica*".

Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)

Verifiche lastre/piastre

Modalità di verifica

Gli elementi lastra/piastra possono essere distinti in due categorie in funzione dello stato di sollecitazione:

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione semplice (flessione o tensionale a membrana);

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto (flessionale e tensionale a membrana).

Le verifiche per stato di sollecitazione semplice sono svolte proiettando le armature lungo le direzioni principali e effettuando la verifica a flessione retta/membrana lungo tali direzioni.

Per gli elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto, le direzioni principali variano, lungo lo sviluppo z dell'elemento, in modo continuo. Il codice di verifica procede a:

suddivisione dell'elemento in strati di 1 cm di spessore;

valutazione, per ogni strato, del corrispondente stato di deformazione e tensione membranale;

ricostruzione, per sovrapposizione dei vari strati membranali, del comportamento globale dell'elemento soggetto allo stato misto di presso-flessione.

L'Utente può definire delle sezioni trasversali, per le quali le sollecitazioni sono valutate mediando integrazione sulla lunghezza della sezione

Nella determinazione della matrice di rigidezza degli strati di cls, si assume:

Metodo T.A.: il calcestruzzo in compressione è assunto indefinitamente elastico lineare mentre, in trazione, si può assumere (opzionalmente) che sia in grado di assumere una trazione compresa fra 0 e f_{ct}, essendo f_{ct} la resstenza a trazione del calcestruzzo definita dall'EC2;

Metodo S.L.U.: il metodo impiegato è quello noto come MCFT acronimo di "Modified Compression Field Method", sviluppato presso l'Università di Toronto da Collins e Del Vecchio a partire dagli anni '80. Il metodo, nella forma implementata, assume per la curva monoassiale tensione-deformazioni del cls quanto previsto dall'EC2;

La verifica a punzonamento può essere condotta considerando o non considerando autoequilibrate le tensioni nel terreno sotto il cono di punzonamento. L'angolo di diffusione è fissato dall'utente.

I copriferri indicati sono da intendersi riferiti al centro delle barre resistenti.

Simbologia utilizzata T.A.:

σ_{amm}

Tensione ammissibile

Copia informatica per consultazione

$\sigma_{amm,Trazione}$

Tensione ammissibile di trazione cls

$\sigma_{cls,1}$

Tensione cls direzione 1

$\sigma_{cls,2}$

Tensione cls direzione 2

$\sigma_{acciaio,1}$

Tensione acciaio direzione 1

$\sigma_{acciaio,2}$

Tensione acciaio direzione 2

$cf_{x,Eq}$

Copriferro in direzione x

Af_x

Armatura in direzione x

$cf_{y,Eq}$

Copriferro in direzione y

Af_y

Armatura in direzione y

N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}

Componenti di sollecitazione esterna

N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}

Componenti di sollecitazione principali

α

Angolo direzioni principali

d

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$\tau_{b,0}$

Tensione ammissibile a taglio elementi privi di armatura a taglio

$\tau_{b,1}$

Tensione ammissibile a taglio elementi con armatura a taglio

N, Mx, My

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

τ

Copia informatica per consultazione

Tensione tangenziale massima

Simbologia utilizzata S.L.:

f_{yd}

Tensione di snervamento di progetto barre armatura

ε_{ud}

Deformazione uniforme ultima

ε_{yd}

Deformazione al limite di snervamento

f_{ck}

Resistenza cilindrica caratteristica

f_{cd}

Tensione di calcolo a compressione di base

ε_{c2}

Deformazione limite elastico

ε_{y}

Deformazione limite ultimo

f_{ctd}

Tensione di calcolo a trazione di progetto

ε_{ctd}

Deformazione al limite di trazione

E_{cm}

Modulo elastico

$cf_{x,Eq}$

Copriferro in direzione x

Af_{x}

Armatura in direzione x

$cf_{y,Eq}$

Copriferro in direzione y

Af_{y}

Armatura in direzione y

N_{x}, N_{y}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}

Componenti di sollecitazione esterna

N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}

Copia informatica per consultazione

Componenti di sollecitazione principali

α

Angolo direzioni principali

Cr

Coefficiente rottura S_D/S_R

ε_x

Deformazione acciaio direzione x

ε_y

Deformazione acciaio direzione y

ε_{min}

Deformazione minima cls

ε_{max}

Deformazione massima cls

θ_{max}

Angolo direzioni principali di deformazione

σ_{amm}

Tensione ammissibile S.L.E. di riferimento

σ_x

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione x

σ_y

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione y

$\sigma_{c,Max}$

Tensione massima nel cls nello S.L.E. di riferimento

d

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$C_{Rd,c}$

Coefficiente taglio resistente elementi privi di armatura a taglio

V_{Ed}, Mx_{Ed}, My_{Ed}

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

B_x,B_y

Dimensioni perimetro critico

β

Angolo diffusione tensioni

Copia informatica per consultazione

v_{Ed}

Tensione tangenziale sull'area critica

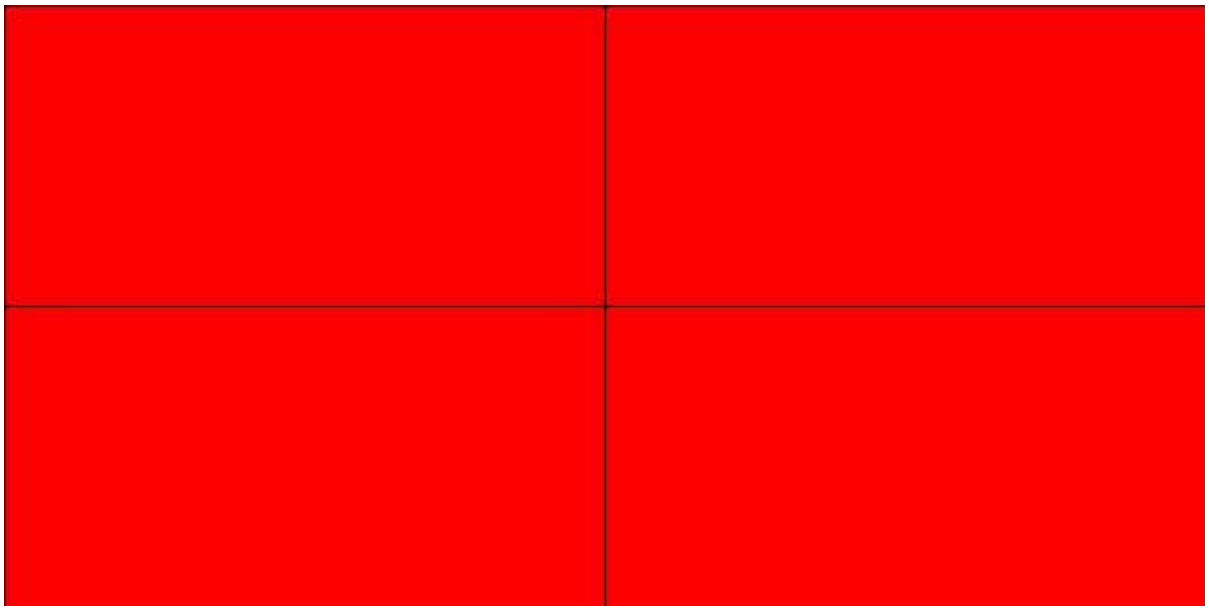
ρ

Rapporto meccanico di armatura

$V_{Rd,c}$

Taglio resistente elementi privi di armatura

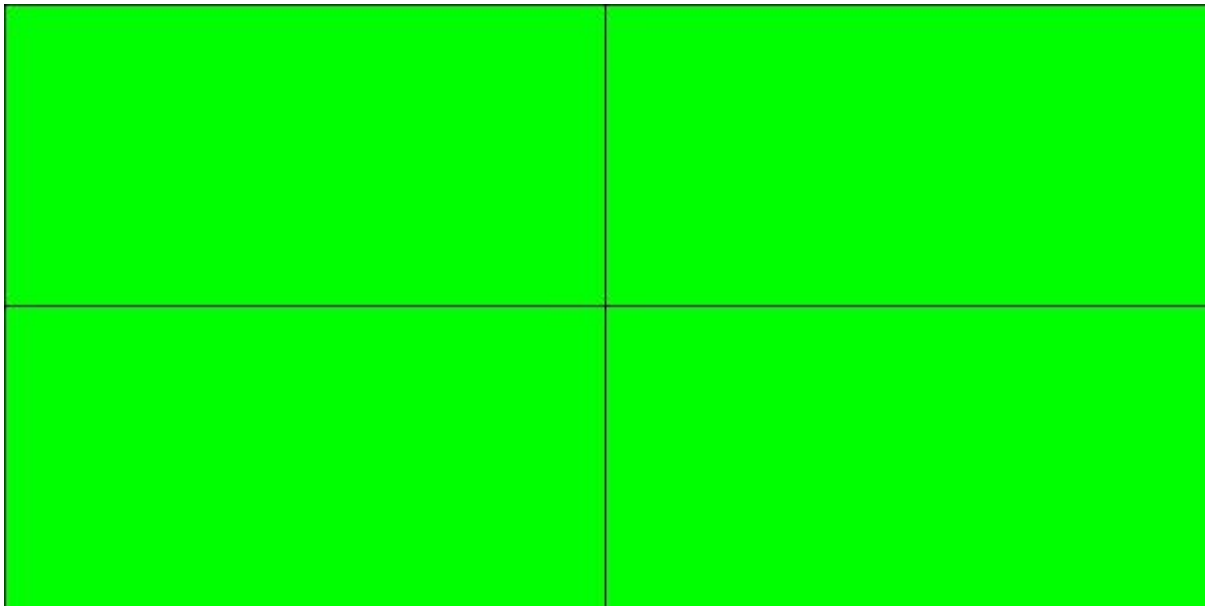
Mappa armature di Estradosso



Colore Armature

	top ø 12/25' X + ø 12/25' Y c=3.00 [cm]

Mappa armature di Intradosso



Copia informatica per consultazione

Colore Armature

	bottom ø 12/25' X + ø 12/25' Y c=3.00 [cm]

Impostazioni di verifica

Curva σ/ε Calcestruzzo secondo:

Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

$fc_{d,soft}$= fc_d 0.9/sqrt(1+400 εt) (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

$fc_{d,biaxial}$= fc_d (1 + 3.8 α) / $(1.0+\alpha)^2$ / α=εc1/εc2 (EC2 Ponti 6.110)

Curva σ/ε Acciaio secondo:

Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU *Flessione* elemento nodi 23 27

Propietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm²]	ε_{yd}‰	ε_{ud}‰
3913.0	1.86	67.00

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} [kg/cm²]	ε_{c2}‰	ε_{cu}‰	f_{ctd} [kg/cm²]	ε_{ctd}‰	E_{cm} [kg/cm²]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7

Sezione

sezione 1 H=40.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm²] / m [cm]	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m [cm]	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm²] / m [cm]	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m [cm]	$cf_{y,Eq}$ [cm]
4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00

Azioni di verifica combinazione 8 (1.50 0.75 [m])

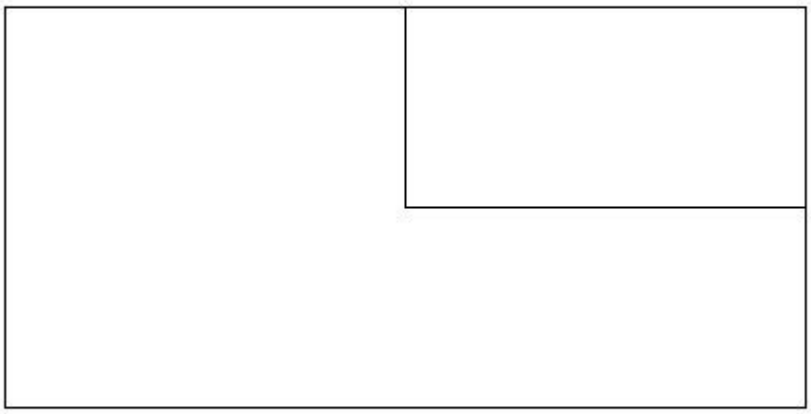
M_{xx}	377.60	[kgm/m]	M_{11}	-46.30	[kgm/m]
M_y	52.97	[kgm/m]	M_{22}	-384.27	[kgm/m]
M_{xy}	46.98	[kgm/m]	α	-8.07	[°]

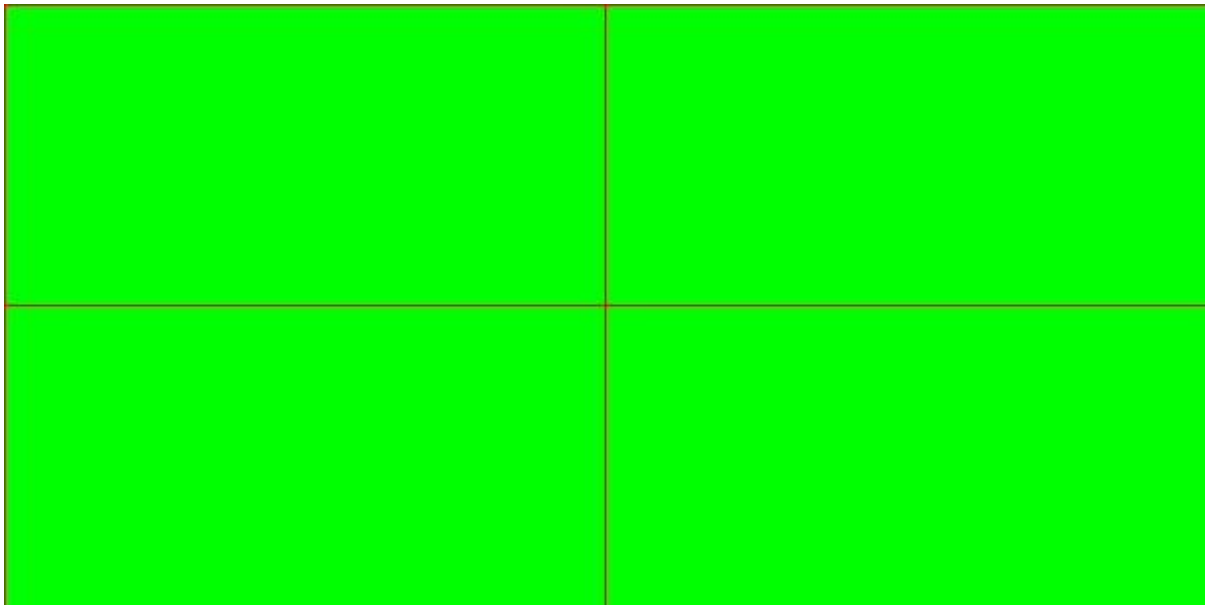
Verifiche

Cr=S/R Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
	ε_x‰	ε_y‰	ε_{min}‰	ε_{max}‰	θ [°]

Copia informatica per consultazione

0.06	Estradosso	45.521	1.407	51.345	-0.063	10.15
	Intradosso	0.806	0.060	0.013	-3.500	-81.32





33 %	66 %	100 %	120 %	140 %	160 %	1000 %

Verifiche SLE Rare *Flessione* elemento nodi 22 26

Propietà dei materiali

Acciaio B 450 C

Copia informatica per consultazione

f_{yd} [kg/cm²]	ε_{yd}‰	ε_{ud}‰	σ [kg/cm²]
3913.0	1.86	67.00	3600.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} [kg/cm²]	ε_{c2}‰	ε_{cu}‰	f_{ctd} [kg/cm²]	ε_{ctd}‰	E_{cm} [kg/cm²]	σ [kg/cm²]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	150.0

Sezione

sezione 1 H=40.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00

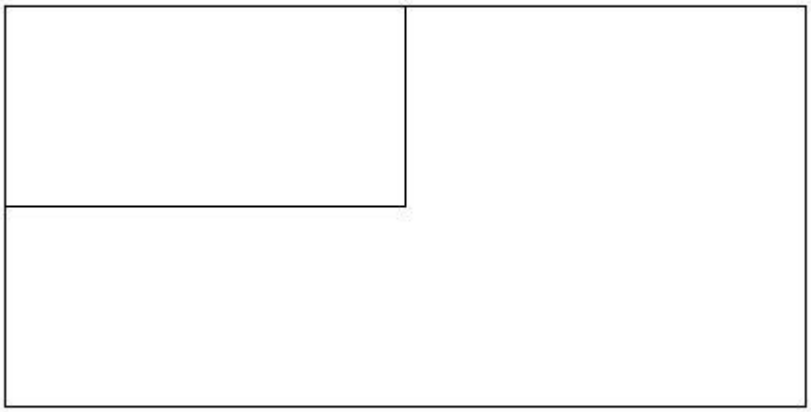
Azioni di verifica combinazione 21 (0.50 0.75 [m])

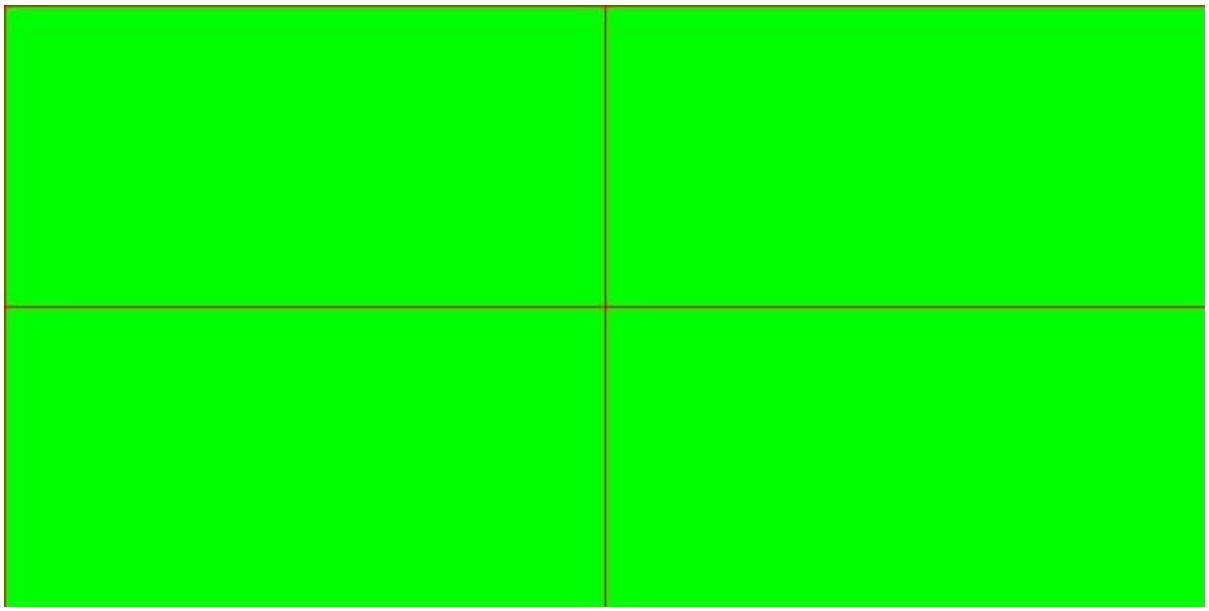
M_{xx}	-250.80	[kgm/m]	M_{11}	30.51	[kgm/m]
M_y	-34.99	[kgm/m]	M_{22}	255.27	[kgm/m]
M_{xy}	31.40	[kgm/m]	α	8.11	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio σ_x [kg/cm²]	Acciaio σ_y [kg/cm²]	Calcestruzzo $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm²]	Calcestruzzo θ [°]	Stato	Ampiezza Fessure mm
0.04	Estradosso	-10.7	-1.5	-1.0	81.37		
	Intradosso	10.7	1.5	0.0	-8.63		

Copia informatica per consultazione





33 %	66 %	100 %	120 %	140 %	160 %	1000 %

Verifiche SLE Frequenti *Flessione* elemento nodi 19 23

Propietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm²]	ε_{yd}‰	ε_{ud}‰	σ [kg/cm²]

Copia informatica per consultazione

3913.0	1.86	67.00	4500.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} [kg/cm²]	ε_{c2}‰	ε_{cu}‰	f_{ctd} [kg/cm²]	ε_{ctd}‰	E_{cm} [kg/cm²]	σ [kg/cm²]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	250.0

Sezione

sezione 1 H=40.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00

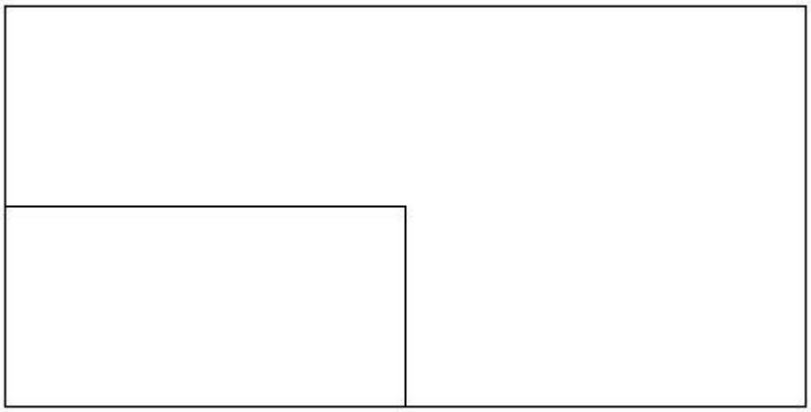
Azioni di verifica combinazione 23 (0.50 0.25 [m])

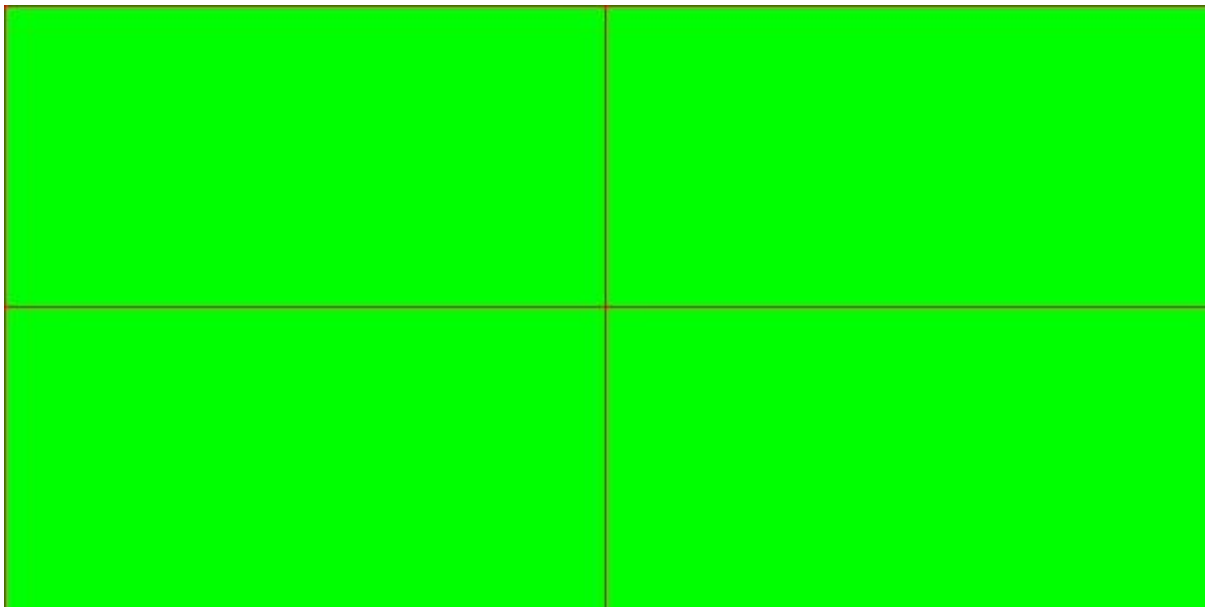
M_{xx}	-65.90	[kgm/m]	M_{11}	28.96	[kgm/m]
M_y	-34.78	[kgm/m]	M_{22}	71.73	[kgm/m]
M_{xy}	14.67	[kgm/m]	α	21.66	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio σ_x [kg/cm²]	Acciaio σ_y [kg/cm²]	Calcestruzzo $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm²]	Calcestruzzo θ [°]	Stato	Ampiezza Fessure mm
0.01	Estradosso	-2.8	-1.5	-0.3	67.40		
	Intradosso	2.8	1.5	0.0	-22.60		

Copia informatica per consultazione





33 %	66 %	100 %	120 %	140 %	160 %	1000 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti *Flessione* elemento nodi 19 23

Propietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm²]	ε_{yd}‰	ε_{ud}‰	σ [kg/cm²]

Copia informatica per consultazione

3913.0	1.86	67.00	4500.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} [kg/cm²]	ε_{c2}‰	ε_{cu}‰	f_{ctd} [kg/cm²]	ε_{ctd}‰	E_{cm} [kg/cm²]	σ [kg/cm²]	w_{Max} mm
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	112.5	0.30

Sezione

sezione 1 H=40.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00	4.52	3.00

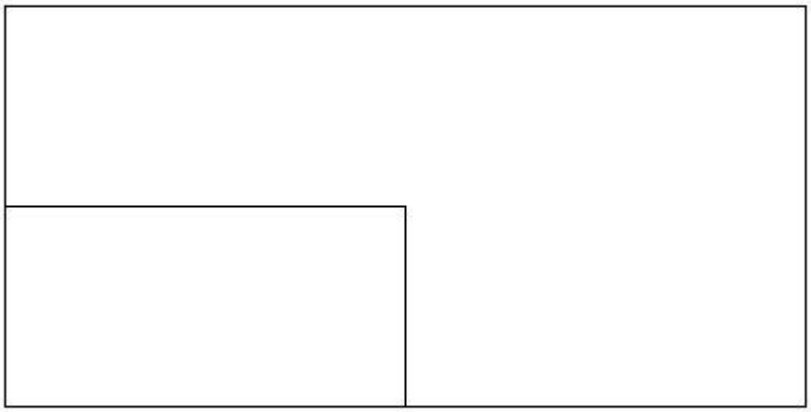
Azioni di verifica combinazione 28 (0.50 0.25 [m])

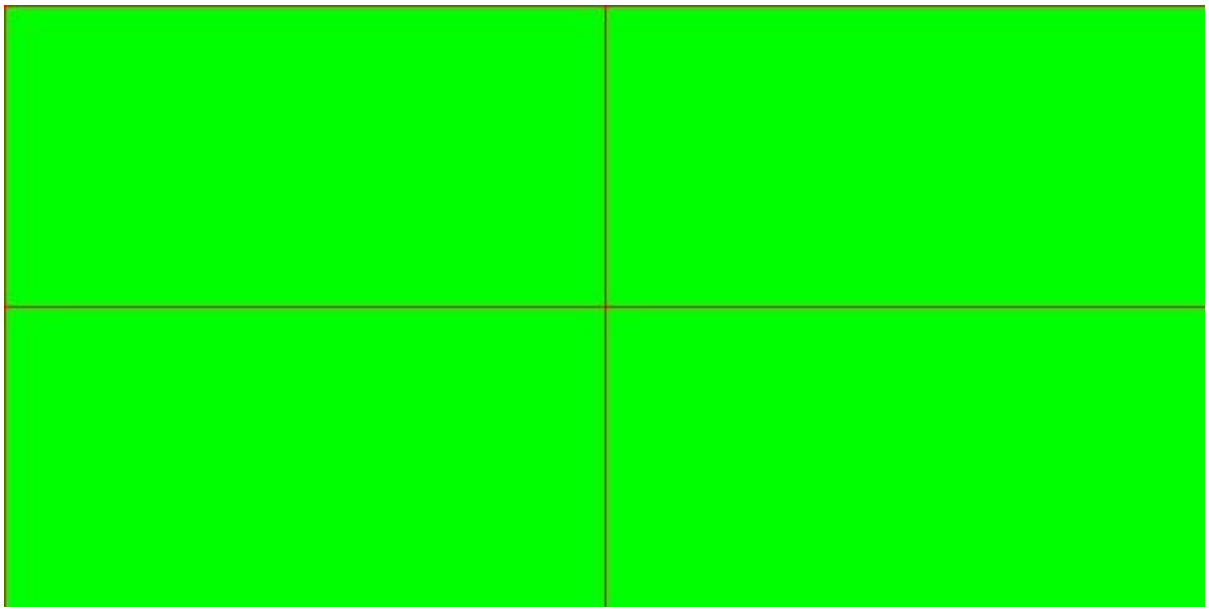
M_{xx}	-33.76	[kgm/m]	M_{11}	14.83	[kgm/m]
M_y	-17.84	[kgm/m]	M_{22}	36.77	[kgm/m]
M_{xy}	7.55	[kgm/m]	α	21.76	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio σ_x [kg/cm²]	Acciaio σ_y [kg/cm²]	Calcestruzzo $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm²]	Calcestruzzo θ [°]	Stato	Ampiezza Fessure mm
0.01	Estradosso	-1.4	-0.8	-0.2	67.30	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	1.4	0.8	0.0	-22.70	NON Fessurato	0.000

Copia informatica per consultazione





33 %	66 %	100 %	120 %	140 %	160 %	1000 %

Copia informatica per consultazione

Verifiche a PUNZONAMENTO Stati Limite

Dati di verifica

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico d=H * 1.00

Le tensioni nel terreno vanno ad equilibrare V_{Ed}

Materiali

Calcestruzzo				Acciaio
f_{ck} [kg/cm²]	f_{cd} [kg/cm²]	$v_{Rd,max}$ [kg/cm²]	$C_{Rd,c}$	f_{yd} [kg/cm²]
250.0	141.7	38.3	0.12	3913.0

Verifiche

▲Verifiche

Elemento	Perimetro Critico [cm]	H [cm]	Tipo	A_{soll} [m²]	Comb. Crit.	σ_{soll} [kg/cm²]	N_{Ed} [kg]	N_{soll} [kg]	V_{Ed} [kg]	Mx_{Ed} [kgm]	My_{Ed} [kgm]	B_x [cm]	B_y [cm]
Pilastro Nodo 23 Sezione 1	279.77	40.00	Interno	0.6	1	-0.3	-3204.1	0.0	-3204.1	7.7	-0.0	15.24	15.24

Estradosso		Intradosso		d [cm]	W_1 [cm²]	k	β	k_v	ρ	v_{Ed} [kg/cm²]	$v_{Rd,c}$ [kg/cm²]	Armature Punz.				v_{Ed}/v_{Rd}	u_0[cm]	$v_{Ed,max}$ [kg/cm²]	$v_{Ed,max}/v_{Rd,max}$
Af [cm²]/m	cf [cm]	Af [cm²]/m	cf [cm]									n. ø	sr [cm]	α [°]	$v_{Rd,cs}$ [kg/cm²]				
4.52	3.00	4.52	3.00	37.00	792683.96	0.600	1.15	1.735	0.0012	0.4	8.0					0.04	60.96	1.6	0.04

Verifiche travi di collegamento

G:\Il mio Drive\LAVORO\PROGETTI\125-Pensilina Castelfranco\02-lavoro\01-calcoli\01-Enexsys\Pensilina_17_fondazioni.dt - 12 May 2021 - WinStrand (Service Pack 059)

En.Ex.Sys. WinStrand

Structural Analisys & Design

Ditta produttrice:

En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla:

WinStrand

Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso:

Copia informatica per consultazione

Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Elementi finiti implementati

Truss.

Beam (Modellazione di Travi e Pilastri).

Travi su suolo elastico alla Winckler.

Plinti su suolo elastico alla Winckler.

Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.

Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.

Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Schemi di Carico

Carichi nodali concentrati.

Carichi applicati direttamente agli elementi.

Carichi Superficiali.

Tipo di Risoluzione

Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.

Fattorizzazione LDL^T.

Analisi Statica:

modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.

ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).

Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):

Via statica equivalente.

Modale con il metodo dello spettro di risposta.

Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 "*Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008*"

D.M. del 14 Gennaio 2008 "*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*"

Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*"

Ordinanza n. 3316. "*Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003*"

D.M. del 16 Gennaio 1996. "*Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»*".

Copia informatica per consultazione

D.M del 16 Gennaio 1996. "*Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*"

D.M. del 9 Gennaio 1996. "*Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche*".

D.M. del 14 Febbraio 1992. "*Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche*".

D.M. del 3 Ottobre 1978. "*Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi*".

D.M. del 3 Marzo 1975. "*Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*".

D.M. del 3 Marzo 1975. "*Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*".

Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*".

Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "*Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica*".

Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)

Verifiche travi

Modalità di verifica

Le travi vengono progettate-verificate a flessione retta e taglio nel piano longitudinale della trave sulla base dell'inviluppo delle sollecitazioni.

Viene comunque sempre predisposta l'armatura minima mentre gli sforzi di taglio vengono integralmente assorbiti dalle staffe.

Le operazioni di progetto-verifica vengono condotte, per ogni asta, in tre diverse sezioni e precisamente in corrispondenza dei fili esterni dei pilastri e della sezione in campata nella quale viene riscontrato il massimo momento positivo (negativo).

I momenti si intendono postivi se tendono le fibre di intradosso (inferiori).

Per quanto concerne il progetto e la verifica delle travi a taglio esse vengono condotte nel modo seguente:

Si controlla se la trave necessita o meno di armatura aggiuntiva a taglio:

Se non occorre armatura aggiuntiva a taglio si procede a disporre la staffatura minima di regolamento e la progettazione ha termine.

Se occorre armatura aggiuntiva a taglio la staffatuta viene progettata andando a suddividere la trave, a seconda del caso, in uno, tre o cinque conci:

due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione;

due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento

un restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

Copia informatica per consultazione

In ogni caso l'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Per quanto concerne le verifiche a taglio esse vengono condotte suddividendo la trave in cinque conci:

due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione; due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento; il restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

L'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Simbologia utilizzata:

Af Es.

Area di ferro all'estradosso

Af In.

Area di ferro all'intradosso

Sigb.Es.

Tensione del calcestruzzo estradosso

Sigb. In.

Tensione del calcestruzzo intradosso

Sigf. Es.

Tensione dell'acciaio estradosso

Sigf. In.

Tensione dell'acciaio intradosso

Sezioni Impiegate: Trave di fondazione

Sezioni Nuove

Sez. Num.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [kg/cm²]	f_{cd} [kg/cm²]	σ_{RARE} [kg/cm²]	σ_{FREQ} [kg/cm²]	σ_{QP} [kg/cm²]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [kg/cm²]	f_{yd} [kg/cm²]	σ_{yRARE} [kg/cm²]	σ_{yFREQ} [kg/cm²]	σ_{yQP} [kg/cm²]	Cop. Es [cm]	Cop. In [cm]	cot g θ_i	cot g θ
1	Rett. 30x40h	B 30 H 40 [cm] Terreno numero 1	Verfond	C25/30	1.50	1.00	250.0	141.7	150.0	250.0	112.5	B450C	1.15	1.00	4500.0	3913.0	3600.0	4500.0	4500.0	3.00	3.00	1.00	1.00

Impostazioni di verifica delle sezioni Trave di fondazione

Copia informatica per consultazione

Sezione Info		Ausiliaria	Esistente	Secondaria	Campo Elastico	Minimi Cap. 7
1	Rett. 30x40h B 30 H 40 [cm] Terreno numero 1					

Verifica a fessurazione indiretta

Fattore di sovraresistenza Travi $\gamma_{R,d\ (Nuovo)}$=0.00 $\gamma_{R,d\ (Esistente)}$=0.00

Fattore di sovraresistenza delle azioni sulle Fondazioni $\gamma_{R,d\ (Nuovo)}$=0.00 $\gamma_{R,d\ (Esistente)}$=0.00

Verifiche Travate :

Travata: *Travata 198 Nodi 44 47*

N.B. Nella travata che segue sono incluse le verifiche delle travate:

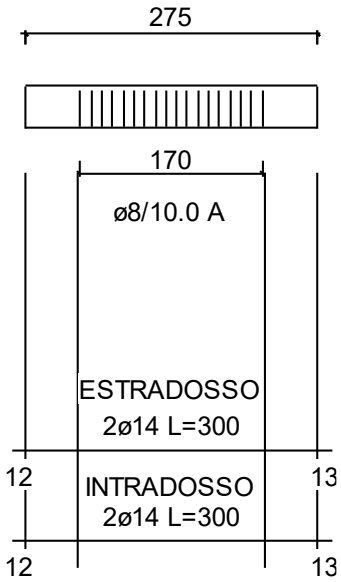
Travata 198 Nodi 8 11

Travata 198 Nodi 17 20

Travata 198 Nodi 26 29

Travata 198 Nodi 35 38

35	38
26	29
17	20
8	11
44	47



Schema armature

Copia informatica per consultazione

Diagramma dei momenti flettenti

Nodo	x [m]	A_{fe} [cm²]	A_{fi} [cm²]	q_T [kg/m]	M_{rif} [kgm]	M_{de} [kgm]	M_{re} [kgm]	x/d	M_{di} [kgm]	M_{ri} [kgm]	x/d	σ_{be} [kg/cm²]	σ_{bi} [kg/cm²]	σ_{fe} [kg/cm²]	σ_{fi} [kg/cm²]	w mm
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 30x40 [cm] 30x40h																
44	0.05	1.76	2.51			181.3	2500.7	0.10	-276.9	-3424.1	0.10					
				SLE Rare		116.5			-188.2			4.4	3.1	114.6	187.0	
				SLE Freq.		34.5			-55.8			1.3	0.9	33.9	55.4	OK
				SLE Q.P.		17.0			-26.8			0.6	0.5	16.8	26.6	OK
Camp.	1.13	3.08	3.08			158.0	4129.4	0.12	-103.4	-4129.4	0.12					
				SLE Rare		90.5			-22.8			0.5	1.9	90.7	22.8	
				SLE Freq.		27.2			-1.5			0.0	0.6	27.3	4.0	OK
				SLE Q.P.		13.9			-0.0			0.0	0.3	14.0	2.0	OK
47	2.20	1.84	2.63			197.0	2606.5	0.10	-272.5	-3574.7	0.11					
				SLE Rare		127.1			-185.2			4.2	3.3	125.3	184.3	

Copia informatica per consultazione

	SLE Freq.	37.3			-55.0			1.3	1.0	36.8	54.7	OK
	SLE Q.P.	18.2			-26.4			0.6	0.5	17.9	26.3	OK

Diagramma del taglio

Da [m]	A [m]	Dx [m]	cotg(θ)	V_{Ed} [kg]	$V_{Rd,c}$ [kg]	V_{Rcd} [kg]	V_{Rd} [kg]	T_{Ed} [kgm]	T_{Rcd} [kgm]	T_{Rsd} [kgm]	Staffe
Trave di fondazione 44 47 Sez. 1 Rett. 30x40 [cm] 30x40h											
0.06	2.48	2.42	1.00	543.6	4325.1	34042.6	12603.9	43.2	3872.5	2129.6	ø 8 2br. 10.0'

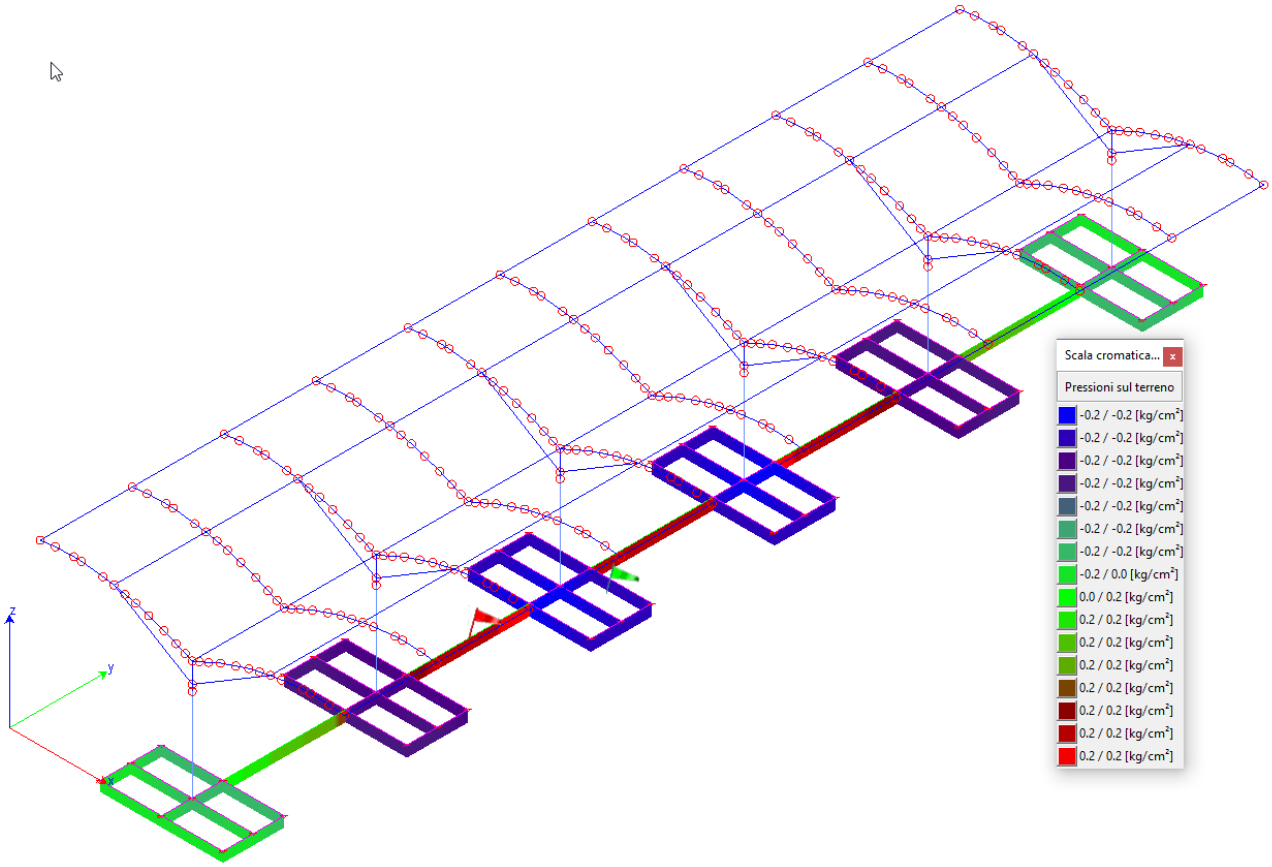
Copia informatica per consultazione

2.2 Verifiche geotecniche

Si fornisce a seguire il **calcolo dei cedimenti.**

Si esegue il calcolo in Combinazione SLE Rara, per ***fondazioni superficiali di tipo flessibili*** di dimensioni quadrate e/o rettangolari, come meglio descritto nei capitoli di pertinenza.

Si considera la massima pressione ottenuta da calcolo.



$\sigma v_{SLERare}$ = 0.20 kg/cmq

Si considera un limite di influenza, denominata profondità H_c, all'interno della quale il terreno risente dell'incremento di tensione. Superata tale profondità pari a $\sigma_z = 0.10\ \sigma'_{vo}$ con σ'_{vo} = tensione verticale efficace litostatica, la pressione agente in sommità non ha più nessun effetto.

Il foglio di calcolo evidenzia tale profondità facendo comparire dal momento in cui $\sigma_z \leq 0.10\ \sigma'_{v0}$ la scritta "LIM" (LIM.).

DATI DI INGRESSO

Coefficiente di Frolich	=	**4**	
σ'_z a quota piano di posa	=	**9,5**	kPa

Copia informatica per consultazione

Prof. falda da intradosso fondazione [Dw]	=	**0,0**	m
Coefficiente di Poisson	=	**0,3**	

STAMPA DATI RELATIVI AL TERRENO A PARTIRE DA QUOTA INTRADOSSO FONDAZIONE

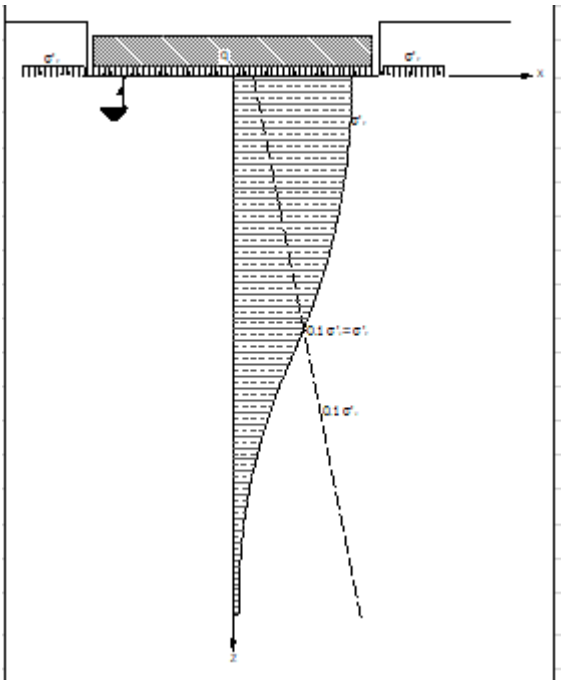
Strato **n°**	***Z iniziale*** (m)	***Z finale*** (m)	***E iniziale*** kPa	***E finale*** kPa	$\gamma_{nat.}$ kN/mc	γ'_{eff} kN/mc
1	0,0	**1,5**	**4500**	**4500**	**17,0**	**7,0**
2	1,5	**4,3**	**4000**	**4000**	**17,0**	**7,0**
3	4,3	**6,3**	**3500**	**3500**	**17,0**	**7,0**
4	6,3	**15,0**	**30000**	**30000**	**20,0**	**10,0**
5	15,0	**16,1**	**2000**	**2000**	**13,0**	**3,0**
6	16,1	**20,0**	**7000**	**7000**	**17,0**	**7,0**
7	20,0	**20,0**	**1**	**1**	**0,0**	**0,0**
8	20,0	**20,0**	**1**	**1**	**0,0**	**0,0**
9	20,0	**20,0**	**1**	**1**	**0,0**	**0,0**
				Valore medio	**16,8**	**6,8**

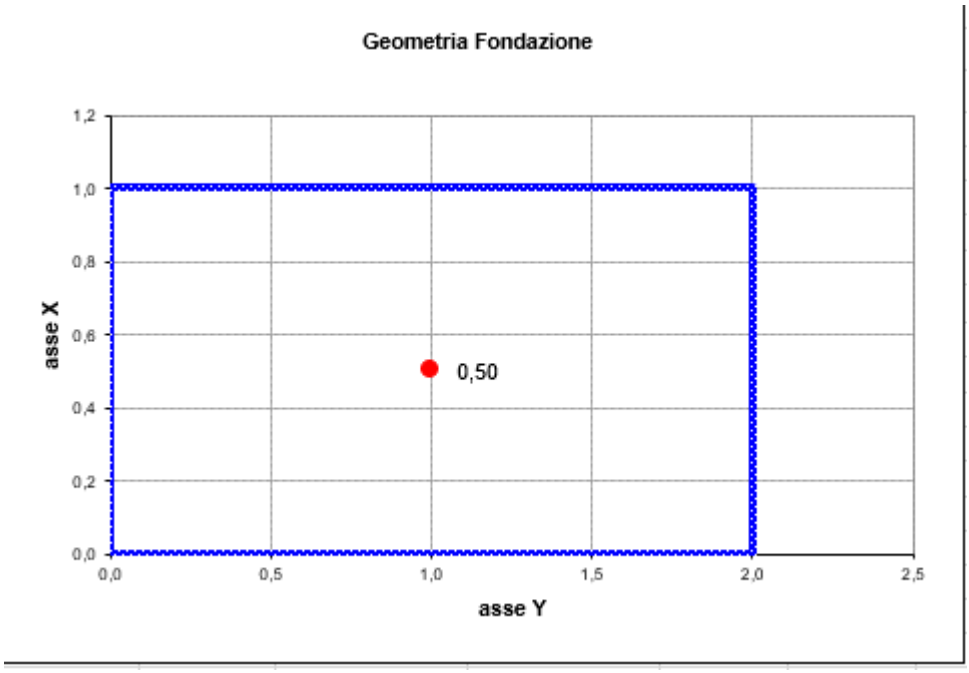
		Coord. (X)	Coord. (Y)
σ'_Z =	pressione verticale efficace litostatica		
Z iniz. =	profondità inizio strato	0,00	0,00
Z fin =	profondità fine strato	1,00	0,00
E iniz. =	modulo elastico inizio strato	1,00	2,00
E fin. =	modulo elastico fine strato	0,0	2,0
$\gamma_{nat.}$ =	peso di volume naturale		
γ'_{eff} =	peso di volume efficace	0,50	1,00

Caratteristiche dell'area di carico

Fondazione n°	**Pressione [q]** kPa	**X lato** m	**Y lato** m	**X_{c1}** m	**Y_{c1}** m	**Carico** kN
1	**20**	**1,0**	**2,0**	**0,5**	**1**	**40**
					Carico totale =	40

Copia informatica per consultazione





RISULTATI relativi alla direttrice 1

Ascissa X =	**0,5**	m
Ordinata Y =	**1,0**	m

Copia informatica per consultazione

Incrementi di tensione dovuti ai carichi

Prof. m	σ_Z kPa	σ_X kPa	σ_Y kPa	**0,1 * σ'v** kPa	**$E_{terreno}$** kPa	
0,25	19,7	7,1	8,5	1,1	4500	
0,75	14,4	1,6	3,6	1,5	4500	
1,25	9,1	0,4	1,3	1,8	4500	
1,75	5,9	0,2	0,5	2,1	4000	
2,25	4,0	0,1	0,2	2,5	4000	
2,75	2,9	0,0	0,1	2,8	4000	
3,25	2,2	0,0	0,1	3,2	4000	LIM
3,75	1,7	0,0	0,0	3,5	4000	LIM
4,25	1,3	0,0	0,0	3,8	4000	LIM
4,75	1,1	0,0	0,0	4,2	3500	LIM
5,25	0,9	0,0	0,0	4,5	3500	LIM
5,75	0,7	0,0	0,0	4,9	3500	LIM
6,25	0,6	0,0	0,0	5,2	3500	LIM
6,75	0,5	0,0	0,0	5,5	30000	LIM
7,25	0,5	0,0	0,0	5,9	30000	LIM
7,75	0,4	0,0	0,0	6,2	30000	LIM
8,25	0,4	0,0	0,0	6,6	30000	LIM
8,75	0,3	0,0	0,0	6,9	30000	LIM
9,25	0,3	0,0	0,0	7,2	30000	LIM
9,75	0,3	0,0	0,0	7,6	30000	LIM
10,25	0,2	0,0	0,0	7,9	30000	LIM
10,75	0,2	0,0	0,0	8,3	30000	LIM
11,25	0,2	0,0	0,0	8,6	30000	LIM
11,75	0,2	0,0	0,0	8,9	30000	LIM
12,25	0,2	0,0	0,0	9,3	30000	LIM
12,75	0,2	0,0	0,0	9,6	30000	LIM
13,25	0,1	0,0	0,0	10,0	30000	LIM
13,75	0,1	0,0	0,0	10,3	30000	LIM
14,25	0,1	0,0	0,0	10,6	30000	LIM
14,75	0,1	0,0	0,0	11,0	30000	LIM
15,25	0,1	0,0	0,0	11,3	2000	LIM
15,75	0,1	0,0	0,0	11,7	2000	LIM
16,25	0,1	0,0	0,0	12,0	7000	LIM
16,75	0,1	0,0	0,0	12,3	7000	LIM
17,25	0,1	0,0	0,0	12,7	7000	LIM
17,75	0,1	0,0	0,0	13,0	7000	LIM
18,25	0,1	0,0	0,0	13,4	7000	LIM
18,75	0,1	0,0	0,0	13,7	7000	LIM
19,25	0,1	0,0	0,0	14,0	7000	LIM
19,75	0,1	0,0	0,0	14,4	7000	LIM

Cedimenti parziali

Prof. m	**D. cedim.** cm
0,25	0,00166
0,75	0,00142
1,25	0,00096
1,75	0,00072
2,25	0,00049
2,75	0,00036
3,25	0,00027
3,75	0,00021
4,25	0,00016
4,75	0,00015
5,25	0,00013
5,75	0,00011
6,25	0,00009
6,75	0,00001
7,25	0,00001
7,75	0,00001
8,25	0,00001
8,75	0,00001
9,25	0,00000
9,75	0,00000
10,25	0,00000
10,75	0,00000
11,25	0,00000
11,75	0,00000
12,25	0,00000
12,75	0,00000
13,25	0,00000
13,75	0,00000
14,25	0,00000
14,75	0,00000
15,25	0,00003
15,75	0,00003
16,25	0,00001
16,75	0,00001
17,25	0,00001
17,75	0,00001
18,25	0,00001
18,75	0,00001
19,25	0,00000
19,75	0,00000

CEDIMENTI TOTALI = 5,6mm

Copia informatica per consultazione

Il valore di **cedimento massimo a lungo termine** risulta ampiamente compatibile con la tipologia di struttura in oggetto.

Si deve infine tenere conto del fatto che in realtà il terreno di imposta delle fondazioni, situato a quota -1,00m da piano campagna, era precedentemente soggetto ad una pressione litostatica pari a :

σ_{Lit} = 19 x 1.00 = 19 kPa

mentre la pressione media in Combinazioni SLE Rare risulta essere pari a 20 kPa

Si tratta, quindi, di **fondazione sostanzialmente compensata** per la quale i cedimenti teorici attesi sono sicuramente molto inferiori a quelli calcolati.

Alla luce delle considerazioni sopra esposte **si conferma la compatibilità della soluzione adottata.**

Per quanto concerne il **calcolo del Carico Limite** si riporta a seguire i calcoli in condizioni non drenate e drenate secondo la teoria proposta da Brinch-Hansen (1970) :

VERIFICA AL COLLASSO PER CARICO LIMITE PER IL SISTEMA TERRENO-FONDAZIONE

CONDIZIONI NON DRENATE

1 COMBINAZIONE DI CALCOLO E PARAMETRI SISMICI

Condizione di verifica: APPROCCIO 2 --- Combinazione (A1+M1+R3)

Secondo la combinazione: STATICA

AZIONI	A
γG1	1,30
γG2	1,50
γQk	1,50

GEOTECNICA	M
Tan(φ').k	1,00
c'.k	1,00
cu.k	1,00
γ.k	1,00

RESISTENZE	R
capacità portante	2,30
scorri-mento	1,10

Accelerazione massima su suolo rigido	a_g	2,600 m/s²
Coefficiente di amplificazione spettrale	F_o	2,4
Periodo di inizio tratto a velocità costante	T_c^*	0,301 s
Categoria di sottosuolo		C
Categoria topografica		T1
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione	βm	0,380
Coefficiente sismico orizzontale	Kh	0,133
Coefficiente sismico verticale	Kv	0,066

Copia informatica per consultazione

2 DATI DI PROGETTO

angolo di attrito	φ,d	0,00 °
Resistenza a taglio non drenata	cu,d	60,00 kPa
P.S. terreno sopra il piano di posa.	γf,sopra,d	20,0 kN/m³
P.S. terreno sotto il piano di posa.	γf,sotto,d	17,0 kN/m³
P.S. medio del terreno	γf,medio	18,8 kN/m³
inclinazione piano posa	α	0,00 °
inclinazione piano campagna	ω	0,00 °
Profondità della curva di scorrimento	Hscor.	0,55 m

Base	B	1,00
Lunghezza	L	2,00
Base ridotta	B*	0,68
Lung. Ridotta	L*	1,68
Altezza zattera	H	0,40
Affondamento	D	1,00
Altezza magrone	Hm	0,10

3 FATTORI DI CAPACITA' PORTANTE

$N_{\gamma,0}$	0,00	Secondo Vesic (1973)
$N_{c,0}$	5,14	Secondo Vesic (1970)
$N_{q,0}$	1,00	Secondo Prandtl (1921)

4 COEFFICIENTI CORRETTIVI

Coefficienti di forma	
$s_{c,0}$	1,081

Coefficienti di profondità	
$d_{c,0}$	1,390

Coefficienti di Inclinazione del carico	
$i_{c,0}$	0,422
m_b	1,712
ml	1,288
m	1,500
ϑ	45,00 °

5 REGOLA DI MEYERHOF

e_b	0,16 m
B*	0,68 m

e_L	0,16 m
L*	1,68 m

6 CARICO LIMITE

qlim	215,6	[kN/m²]

Qlim	245,9	[kN]

Copia informatica per consultazione

VERIFICA AL COLLASSO PER CARICO LIMITE PER IL SISTEMA TERRENO-FONDAZIONE

CONDIZIONI DRENATE

1 COMBINAZIONE DI CALCOLO E PARAMETRI SISMICI

Condizione di verifica: APPROCCIO 2 --- Combinazione (A1+M1+R3)

Secondo la combinazione: STATICA

AZIONI	A
γ_{G1}	1,30
γ_{G2}	1,50
γ_{Qk}	1,50

GEOTECNICA	M
Tan(φ'),k	1,00
c',k	1,00
cu,k	1,00
Υ,k	1,00

RESISTENZE	R
capacità portante	2,30
scorri-mento	1,10

Accelerazione massima su suolo rigido	a_g	2,600 m/s²
Coefficiente di amplificazione spettrale	F_O	2,4
Periodo di inizio tratto a velocità costante	T_c^*	0,301 s
Categoria di sottosuolo		C
Categoria topografica		T1
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione	βm	0,380
Coefficiente sismico orizzontale	Kh	0,133
Coefficiente sismico verticale	Kv	0,066

Copia informatica per consultazione

2 DATI DI PROGETTO

angolo di attrito	φ'.d	18,00°
coesione	c'.d	2,00 kPa
P.S. terreno sopra il piano di posa.	γ'f,sopra,d	########
P.S. terreno sotto il piano di posa.	γ'f,sotto,d	17,0 kN/m³
P.S. terreno sopra il piano di posa.	γ'f,medio	18,8 kN/m³
P.S. terreno sotto il piano di posa.	α	0,00°
inclinazione piano campagna	ω	0,00°
Profondità della curva di scorrimento	Hscor.	0,81 m

Base	B	1,00 m
Lunghezza	L	2,00 m
Base ridotta	B*	0,68 m
Lung. Ridotta	L*	1,68 m
Altezza zattera	H	0,40 m
Affondamento	D	1,00 m
Altezza magrone	Hm	0,10 m

3 FATTORI DI CAPACITA' PORTANTE

N_γ	4,07	Secondo Vesic, 1973
N_c	13,10	Secondo Vesic (1970)
N_q	5,26	Secondo Prandtl (1921)

4 COEFFICIENTI CORRETTIVI

Coefficienti di forma	
s_γ	0,838
s_c	1,162
s_q	1,131

Coefficienti di profondità	
d_γ	1,000
d_c	1,373
d_q	1,302

Coefficienti di Inclinazione del carico	
i_γ	0,757
i_c	0,810
i_q	0,846
m_b	1,712
ml	1,288
m	1,500
ϑ	45,00°

5 REGOLA DI MEYERHOF

e_b	0,16 m
B*	0,68 m

e_L	0,16 m
L*	1,68 m

6 CARICO LIMITE

qlim	179,9	[kN/m²]

Qlim	205,2	[kN]

Carico di progetto [Ed] 0,20 Kg/cm²

Fattore sicurezza [Fs=Ed/Rd] = 0.2 / 1.79 = 0.11 <1 VERIFICATO

3 RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA

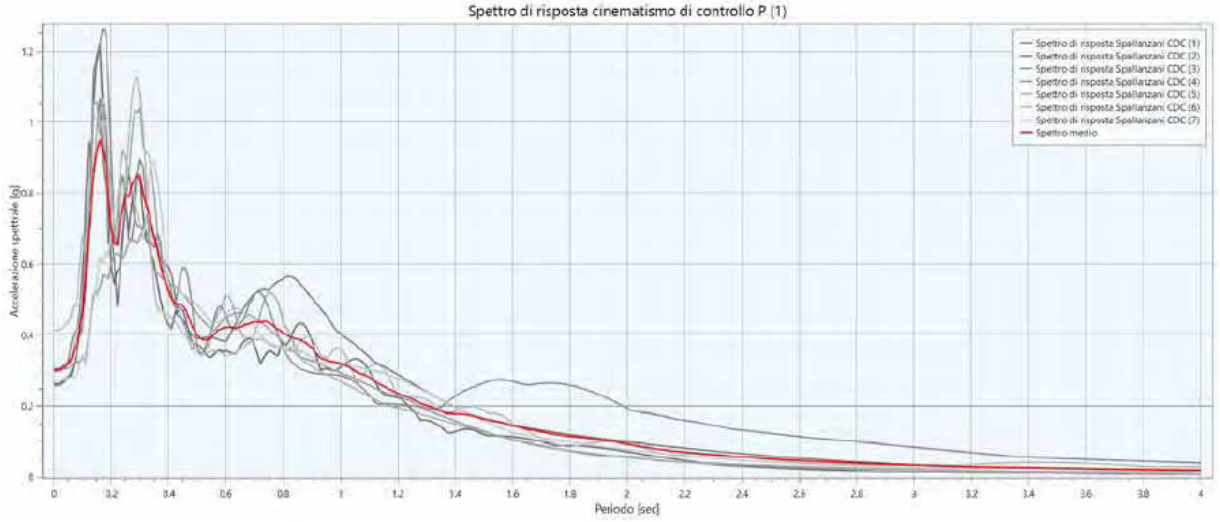
Si rimanda alla Relazione Geologica per i dettagli.

Per il sito di indagine è stato effettuato lo studio dell'analisi di risposta simica locale (RSL) finalizzata alla

Copia informatica per consultazione

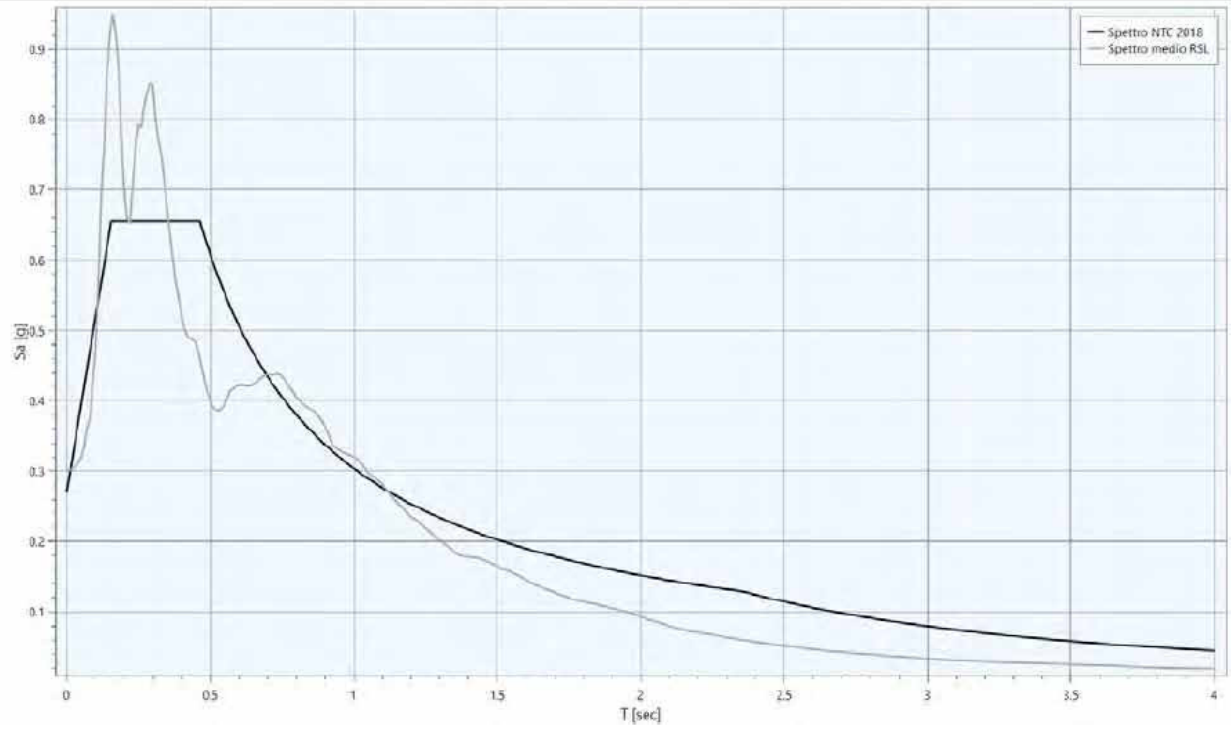
valutazione dell'azione sismica in superficie.

Spettri di risposta in superficie in campo di free-field - DB Itaca 2.3



Spettri di accelerazione desunti dall'analisi di Risposta sismica locale. In rosso, come richiesto da normativa è rappresentato lo spettro medio dei 7 accelerogrammi naturali di input

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

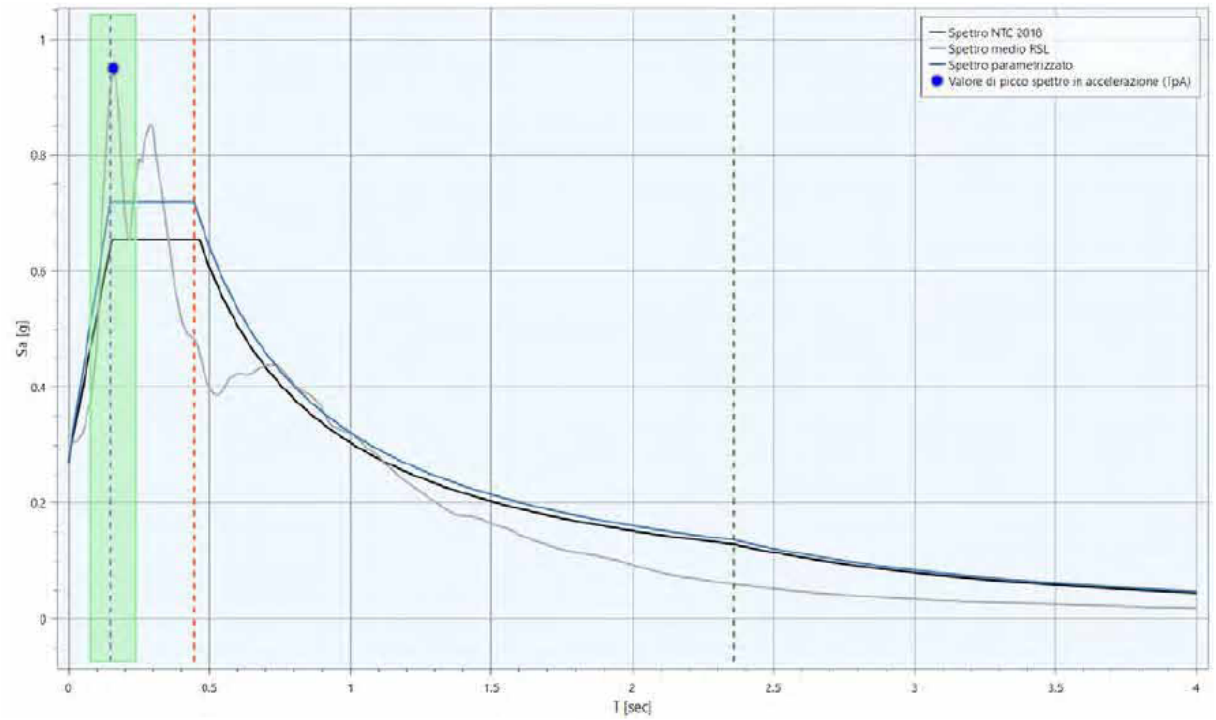


Confronto tra lo spettri medio desunto dall'analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL, lo spettro semplificato

Copia informatica per consultazione

di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18 e lo spettro normalizzat0 con l'approccio rigoroso secondo l'Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 del Commissario del Governo per la Ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016.



Nel modello di calcolo è stato inserito lo spettro per punti secondo i dati forniti in allegato alla Relazione Geologica.

Lo spettro ottenuto con la RSL è stato implementato, all'interno del modello.

Spettri S.L. impostati dall'utente

Spallanzani

Spallanzani

Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

Classe di duttilità impostata Non Dissipativa

Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.50 ($q_o = C\ \alpha_u/\alpha_1$)

Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.50

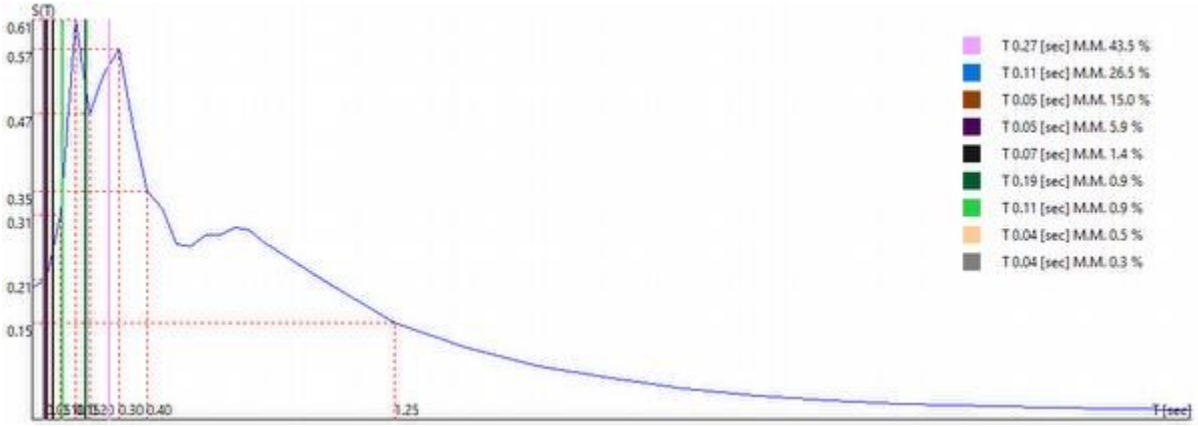
Fattore di struttura q per sisma verticale 1.50

Verifiche condotte in accordo con:

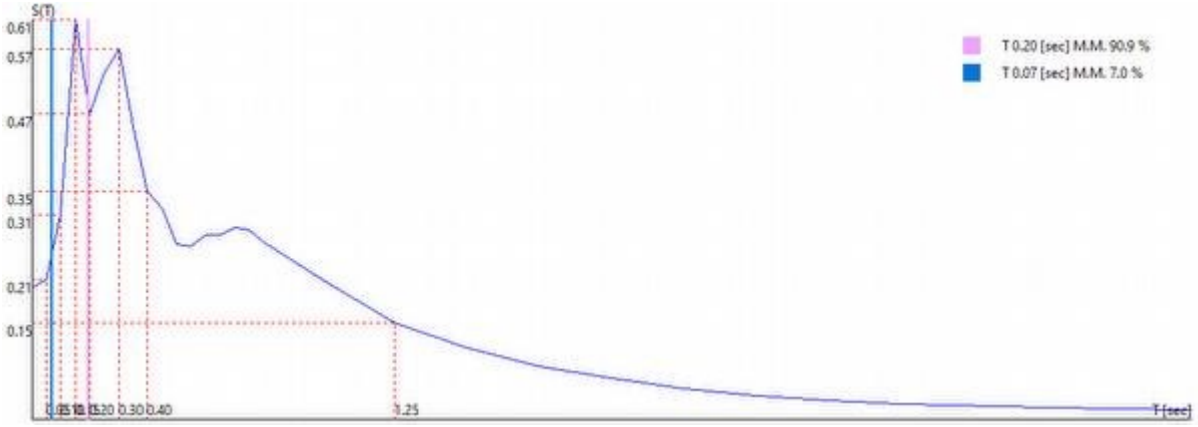
Testo Unico 2018

Spettri definiti per punti.

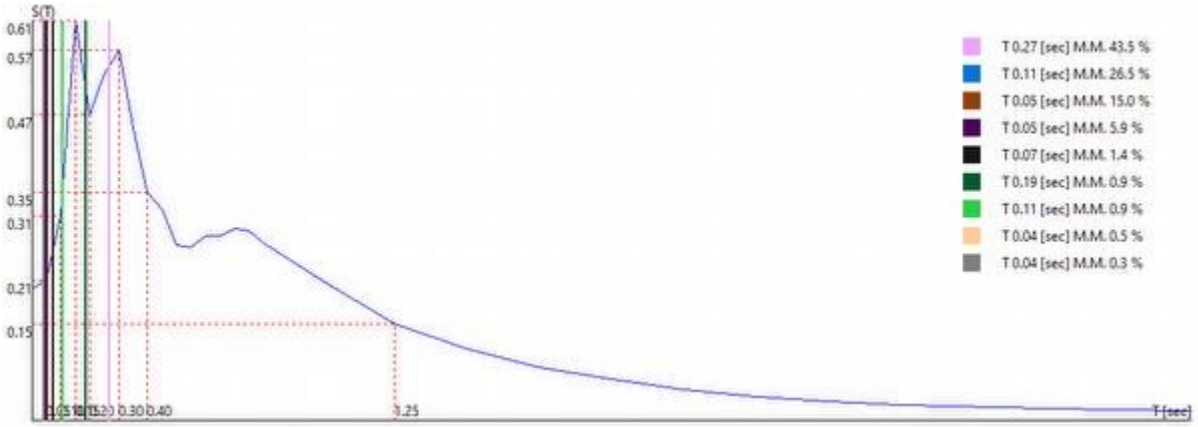
Copia informatica per consultazione



0.00 [°] SLU

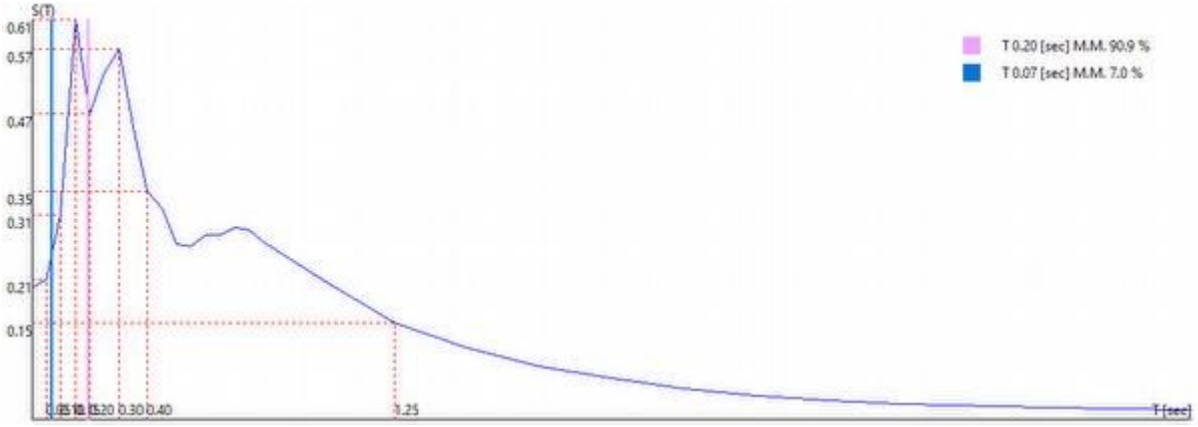


90.00 [°] SLU



180.00 [°] SLU

Copia informatica per consultazione



270.00 [°] SLU

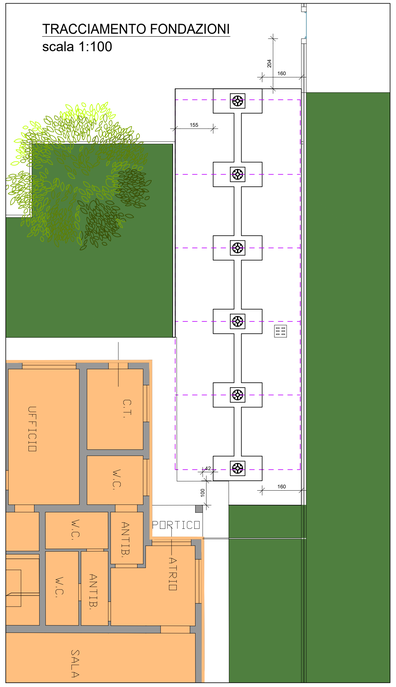
Bologna, lì 11 maggio 2021.

Il Progettista

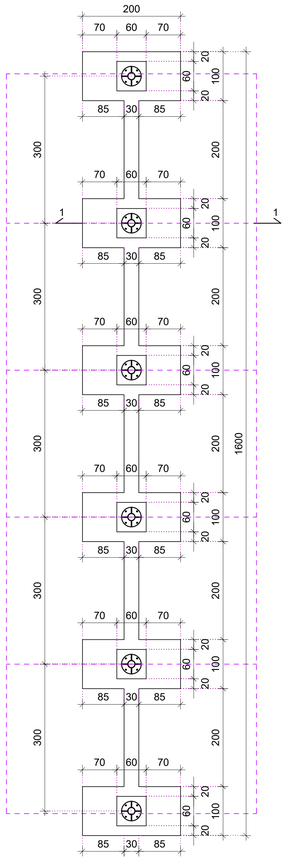
Ing. GABRIELE LUCCHINI
via Cencetti, 12 – 40138 Bologna
Iscrizione all'albo Ingegneri BO 6615/A

Copia informatica per consultazione

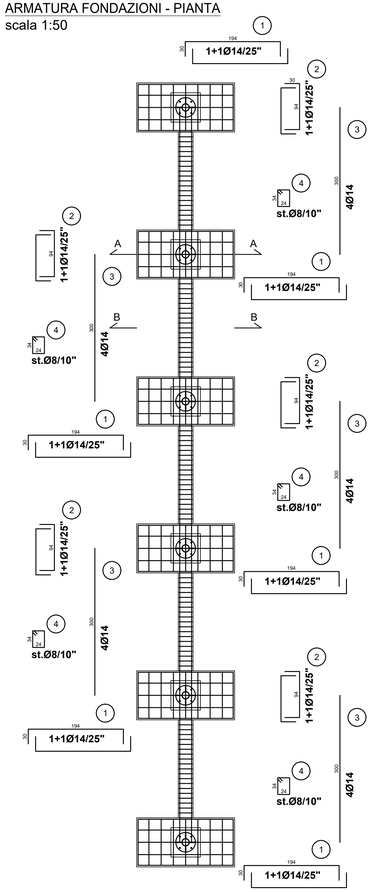
TRACCIAMENTO FONDAZIONI
scala 1:100



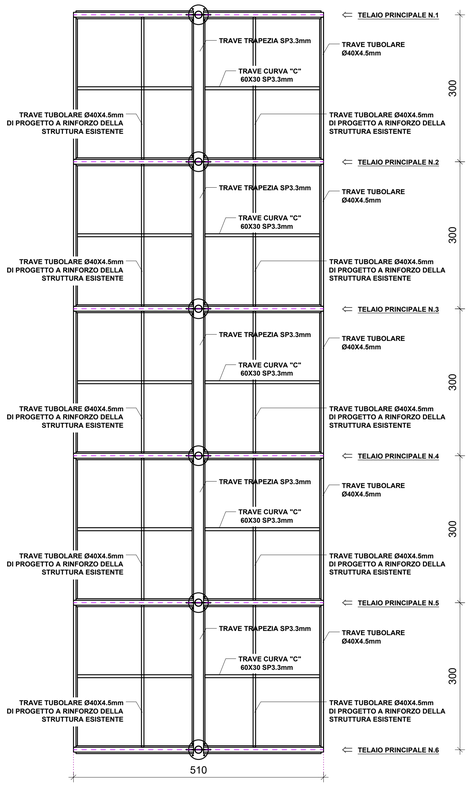
PIANTA FONDAZIONI
scala 1:50



ARMATURA FONDAZIONI - PIANTA
scala 1:50



PIANTA STRUTTURA IN ACCIAIO ESISTENTE
scala 1:50



MATERIALI E PRESCRIZIONI

CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI (UNI EN 206-1; UNI 11104)
- Uso previsto: classe di esposizione XC2/XC1 - calcestruzzo armato - S4
- Classe di resistenza minima C25/30 (Rck≥30N/mmq)
- Dimensione massima aggregato 18mm

Tutte le caratteristiche sopra riportate dovranno essere riportate nella bolla di consegna;
E' VIETATA QUALUNQUE AGGIUNTA DI ACQUA IN CORSO DI GETTO: PRIMA DI OGNI GETTO AVVISARE LA D.L

ACCIAIO PER C.C.A.
Tipo B450C (conforme al D.M. 17/01/2018) controllato in stabilimento con le seguenti caratteristiche:
- fyk ≥ 450 N/mmq
- ftk ≥540 N/mmq
- Agt ≥7% (allungamento totale al carico massimo)
- Rapporto ft/fy = 1.13≤Rm/Re≤1.35
- Rapporto fy misurato / fy nom ≤1.25
- Resistenza a fatica assiale = 2 milioni di cicli
- Resistenza a carico ciclico = 3 cicli/sec (deformazione 1.5-4%)
- idoneità al raddrizzamento dopo piega con mantenimento delle proprietà meccaniche
- Controllo radiometrico superato ai sensi del D.Lgs. 230/1995 e D.Lgs 241/2000

ACCIAIO PER RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI
Tipo B450A (conforme al D.M. 17/01/2018) controllato in stabilimento con le seguenti caratteristiche:
- diametro ≤ 8 mm
- fyk ≥ 450 N/mmq
- ftk ≥540 N/mmq
- Agt ≥3% (allungamento totale al carico massimo)
- Rapporto ft/fy ≥ 1.05
- Rapporto fy misurato / fy nom ≤1.25

ACCIAIO DA CARPENTERIA
S275J - Classe di esecuzione EXC2

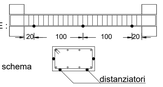
SALDATURE
- SALDATURE IN OFFICINA: semiautomatiche sotto gas CO_2
- SALDATURE IN CANTIERE: manuali ad arco con elettrodi rivestiti tipo E44 classe di qualità 3

BARRE FILETTATE, DADI E BULLONI
- Barre in acciaio zincato classe 8.8
- Bulloni e dadi in acciaio classe 8.8

Si ricorda all'impresa l'obbligo dell'applicazione delle NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A. NORMALE (D.M. 17/01/2018).

NOTE RELATIVE ALLE ARMATURE

COPRIFERRO MINIMO DA ADOTTARE PER LE ARMATURE :
- fondazioni = 3.0cm



Il copriferro e' riferito al ferro più esterno.
Utilizzare idonei distanziatori a interasse 100cm max come da schema

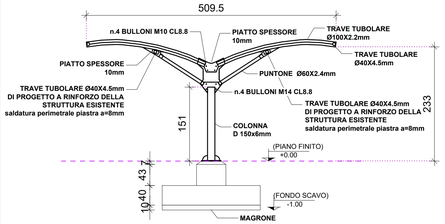
PRESCRIZIONI RELATIVE ALLE BARRE CORRENTI :
- alle estremità risvoltare le barre
- le dimensioni delle barre di armatura sono riferite al loro ingombro esterno e gli angoli di sagomatura sono di 90° oppure 45° salvo se diversamente indicato

SOVRAPPOSIZIONI OVE NON DIVERSAMENTE INDICATO:
I ferri vanno sovrapposti per 60 diametri e piegati alle estremità per una lunghezza pari ad (h-5cm.) con h. altezza trave o spessore muro

PIEGHE STAFFE:
Pieghe staffe pari a 10Ø min. Ø8 = 10cm. Ø10 = 10cm. Ø12 = 15cm.

ANCORAGGIO FERRI ALLE ESTREMITA'
In presenza del simbolo riportato a lato prevedere armatura trasversale di ancoraggio n°1Ø16 L=50cm

SEZIONE 1-1 - TELAIO PRINCIPALE
scala 1:50



SEZIONE 2-2
scala 1:50

COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)

LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO
DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)
SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA
(CIG ZE030F018F)

PROGETTO STRUTTURALE

PROGETTISTA E DIRETTORE DEI LAVORI
Ing. GABRIELE LUCCHINI
via E. Fermi n°57
40055 Castenaso (BO)

COMMITTENTE
Provincia di Modena
v.le Barozzi, 340
41124 Modena

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO TECNICO

OGGETTO:
Carpenterie e armature fondazioni ed elevazioni

SCALA 1:100

TAVOLA N S01

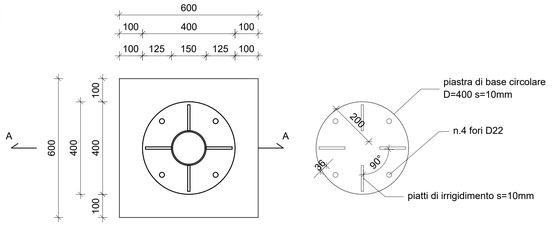
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
1	13/05/2021	EMISSIONE PER DEPOSITO	GL	GL	GL

N. ARCHIVIO: S125

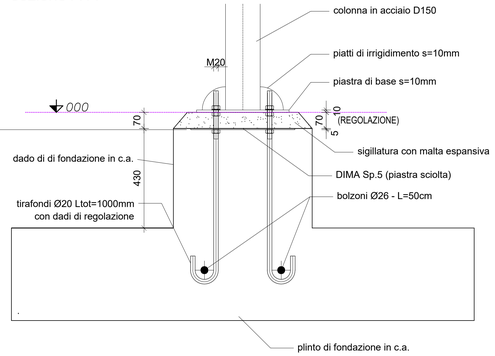
ELABORAZIONE GRAFICA
LT Studio - Architettura e Ingegneria
via Cencetti, 12 - 40138 Bologna
www.elletistudio.com

PARTICOLARE 1: giunto di base colonna D150
scala 1:10

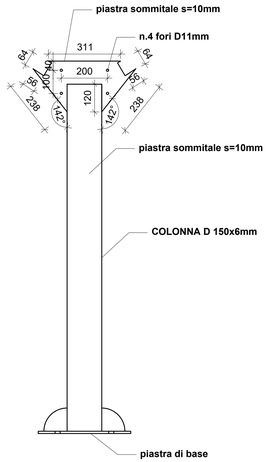
pianta



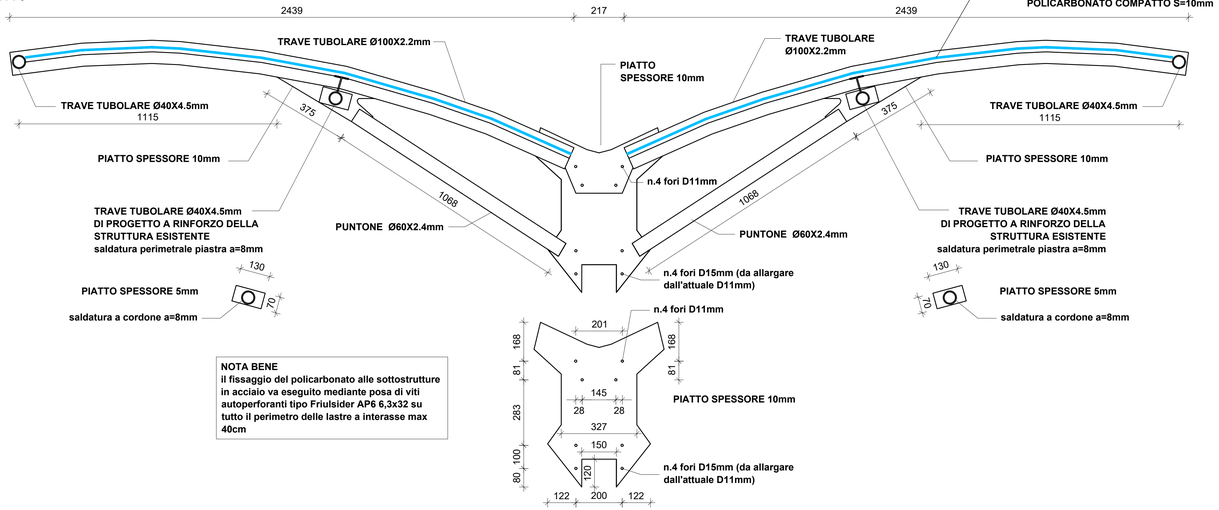
sezione A-A



PARTICOLARE 2: colonna D150
scala 1:10

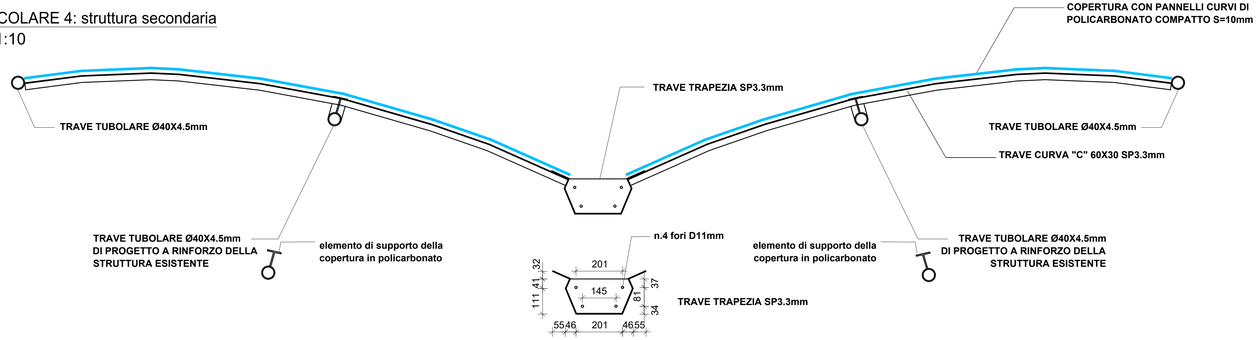


PARTICOLARE 3: telaio principale
scala 1:10



NOTA BENE
il fissaggio del policarbonato alle sottostrutture in acciaio va eseguito mediante posa di viti autoperforanti tipo Friulsider AP6 6,3x32 su tutto il perimetro delle lastre a interasse max 40cm

PARTICOLARE 4: struttura secondaria
scala 1:10



MATERIALI E PRESCRIZIONI

CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI (UNI EN 206-1; UNI 11104)
- Uso previsto: classe di esposizione XC2/XC1 - calcestruzzo armato - S4
- Classe di resistenza minima C25/30 (Rck≥30N/mmq)
- Dimensione massima aggregato 18mm

Tutte le caratteristiche sopra riportate dovranno essere riportate nella bolla di consegna;
E' VIETATA QUALUNQUE AGGIUNTA DI ACQUA IN CORSO DI GETTO: PRIMA DI OGNI GETTO AVVISARE LA D.L

ACCIAIO PER C.C.A.
Tipo B450C (conforme al D.M. 17/01/2018) controllato in stabilimento con le seguenti caratteristiche:
- fyk ≥ 450 N/mmq
- Agt ≥7% (allungamento totale al carico massimo)
- Rapporto fy misurato / fy nom ≤1.25
- Resistenza a carico ciclico = 3 cicli/sec (deformazione 1.5-4%)
- idoneità al raddrizzamento dopo piega con mantenimento delle proprietà meccaniche
- Controllo radiometrico superato ai sensi del D.Lgs. 230/1995 e D.Lgs 241/2000
- ftk ≥540 N/mmq
- Rapporto ft/fy = 1,13≤Rm/Re≤1.35
- Resistenza a fatica assiale = 2 milioni di cicli

ACCIAIO PER RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI
Tipo B450A (conforme al D.M. 17/01/2018) controllato in stabilimento con le seguenti caratteristiche:
- diametro ≤ 8 mm
- ftk ≥540 N/mmq
- Rapporto ft/fy ≥ 1.05
- fyk ≥ 450 N/mmq
- Agt ≥3% (allungamento totale al carico massimo)
- Rapporto fy misurato / fy nom ≤1.25

ACCIAIO DA CARPENTERIA
S275J - Classe di esecuzione EXC2

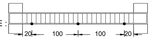
SALDATURE
- SALDATURE IN OFFICINA: semiautomatiche sotto gas CO_2
- SALDATURE IN CANTIERE: manuali ad arco con elettrodi rivestiti tipo E44 classe di qualità 3

BARRE FILETTATE, DADI E BULLONI
- Barre in acciaio zincato classe 8.8
- Bulloni e dadi in acciaio classe 8.8

Si ricorda all'impresa l'obbligo dell'applicazione delle NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A. NORMALE (D.M. 17/01/2018).

NOTE RELATIVE ALLE ARMATURE

COPRIFERRO MINIMO DA ADOTTARE PER LE ARMATURE :
- fondazioni = 3.0cm



Il copriferro e' riferito al ferro più esterno.
Utilizzare idonei distanziatori a interasse 100cm max come da schema

PRESCRIZIONI RELATIVE ALLE BARRE CORRENTI :
- alle estremità risvoltare le barre
- le dimensioni delle barre di armatura sono riferite al loro ingombro esterno e gli angoli di sagomatura sono di 90° oppure 45° salvo se diversamente indicato

SOVRAPPOSIZIONI OVE NON DIVERSAMENTE INDICATO:
I ferri vanno sovrapposti per 60 diametri e piegati alle estremità per una lunghezza pari ad (h-5cm.) con h. altezza trave o spessore muro

PIEGHE STAFFE:
Pieghe staffe pari a 10Ø min. Ø8 = 10cm. Ø10 = 10cm. Ø12 = 15cm.

ANCORAGGIO FERRI ALLE ESTREMITÀ'
In presenza del simbolo riportato a lato prevedere armatura trasversale di ancoraggio n°1Ø16 L=50cm

COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)

LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO
DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)
SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA
(CIG ZE030F018F)

PROGETTO STRUTTURALE

PROGETTISTA E DIRETTORE DEI LAVORI
Ing. GABRIELE LUCCHINI
via E. Fermi n°57
40055 Castenaso (BO)

COMMITTENTE
Provincia di Modena
v.le Barozzi, 340
41124 Modena

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO TECNICO

OGGETTO:
Particolari

SCALA
1:100

TAVOLA N
S02

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
1	13/05/2021	EMISSIONE PER DEPOSITO	GL	GL	GL
2	07/06/2021	REVISIONE PER FISSAGGIO POLICARBONATO	GL	GL	GL

N. ARCHIVIO:
S125

ELABORAZIONE GRAFICA
LT Studio - Architettura e Ingegneria
via Cencetti, 12 - 40138 Bologna
www.eletistudio.com

Committente:

Provincia di Modena
41124 Modena
Viale Barozzi, 340

Oggetto:

LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA (CIG ZE030F018F)

Ubicazione:
Via Solimei, 21 – Castelfranco Emilia (MO)

Elaborato:

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Il Progettista:
Ing. Gabriele Lucchini
Via Cencetti, 12 – 40138 Bologna (BO)
c.f. LCCGRL77E05A944M

ORDINE INGEGNERI PROV. BOLOGNA
INGEGNERE GABRIELE LUCCHINI
LAUREA SPECIALISTICA Sezione A N° 6615 / A
Settori civile, ambientale, industriale, dell'informazione

LT Studio – Architettura e Ingegneria

elaborato R06

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato
3				
2				
1				
0	10/05/2021	Emissione	GL	GL

Codice elaborato	Commessa	File: G:\Il mio Drive\LAVORO\PROGETTI\125-Pensilina Castelfranco\05-relazioni\Messieri_Pensilina_VALTU_SIC.docx	
MSS-R06	S-125		1/7

Copia informatica per consultazione

Copia informatica per consultazione

SOMMARIO

1 PREMESSA 5

2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO 5

3 RIFERIMENTO NORMATIVO 6

4 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA 7

Copia informatica per consultazione

Copia informatica per consultazione

1 PREMESSA

Con incarico protocollo "Classifica 06-06-02 fasc. 765.1/2017" del 23/03/2021 - **CIG ZE030F018F**, la Provincia di Modena ha affidato al sottoscritto l'incarico relativo ai **LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA. PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA E DIREZIONE LAVORI**

La pensilina in oggetto è una struttura in acciaio e policarbonato esistente, già presente all'interno dell'area del plesso scolastico, con funzione di copertura del parcheggio biciclette. In occasione di altri lavori all'interno dell'area, in particolare relativi alla demolizione e ricostruzione del c.d. Edificio "C", si è ritenuto di riposizionare la pensilina metallica in oggetto all'interno dell'area della scuola.

2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Norme di riferimento cogenti

L'analisi è stata condotta con il metodo semiprobabilistico agli stati limite. Per quanto concerne alcuni calcoli di verifica per interventi locali su elementi isolati, si è adottata una metodologia di verifica basata sul controllo degli stati tensionali.

In particolare si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- L. 05.11.1971 n° 1086 "*Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura meta*llica"
- L. 02.02.1974 n° 64 "*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*"
- Circolare Min. LL.PP. del 14.02.1974 n° 11951/STC "*Istruzioni per l'applicazione della Legge 5 novembre 1971, n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica""*
- D.M. 17 Gennaio 2018 "*Norme tecniche per le costruzioni*"
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 "*Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018*"

Altre norme e documenti tecnici integrativi

Per quanto non espressamente contemplato nelle norme di riferimento cogenti elencate al punto precedente, si è fatto riferimento ad istruzioni di comprovata validità ed esperienza, di cui:

- agli Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali o, in mancanza di esse, nella forma internazionale EN;
- alle Norme UNI EN armonizzate, i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- alle Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI;
- alle Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- alle Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;

Copia informatica per consultazione

- alle Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, come licenziate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e ss. mm. ii.;
- alle Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Istruzioni CNR).

3 RIFERIMENTO NORMATIVO

Si riporta di seguito quanto richiesto a livello normativo (secondo NTC 17/01/2018 par .8.3), evidenziando in grassetto i capoversi che si riferiscono al caso in esame:

La valutazione della sicurezza di una struttura esistente è un procedimento quantitativo, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla presente normativa. L'incremento del livello di sicurezza si persegue, essenzialmente, operando sulla concezione strutturale globale con interventi, anche locali.

La valutazione della sicurezza, argomentata con apposita relazione, deve permettere di stabilire se:

– l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;

– l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);

– sia necessario aumentare la sicurezza strutturale, mediante interventi.

La valutazione della sicurezza deve effettuarsi quando ricorra anche una sola delle seguenti situazioni:

– riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta a: significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, deformazioni significative conseguenti anche a problemi in fondazione;

– danneggiamenti prodotti da azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), da azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) o da situazioni di funzionamento ed uso anomali;

– provati gravi errori di progetto o di costruzione;

– cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o passaggio ad una classe d'uso superiore;

– esecuzione di interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità e/o ne modifichino la rigidezza;

– ogni qualvolta si eseguano gli interventi strutturali di cui al § 8.4;

– opere realizzate in assenza o difformità dal titolo abitativo, ove necessario al momento della costruzione, o in difformità alle norme tecniche per le costruzioni vigenti al momento della costruzione.

Qualora le circostanze di cui ai punti precedenti riguardino porzioni limitate della costruzione, la valutazione della sicurezza potrà essere effettuata anche solo sugli elementi interessati e su quelli con essi interagenti, tenendo presente la loro funzione nel complesso strutturale, posto che le mutate condizioni locali non incidano sostanzialmente sul comportamento globale della struttura.

Copia informatica per consultazione

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguite con riferimento ai soli SLU, salvo che per le costruzioni in classe d'uso IV, per le quali sono richieste anche le verifiche agli SLE specificate al § 7.3.6;

4 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

In configurazione di Stato di fatto la struttura presenta delle vulnerabilità di carattere statico, in quanto i profili secondari risultano non verificati per i carichi di Neve e Vento da normativa. Perde quindi di significato l'individuazione del livello sismico di resistenza, in quanto la struttura è staticamente inadeguata.

CONDIZIONI DI STATO DI FATTO ξ_E = 0,0

In configurazione di progetto è previsto l'inserimento di profili rompitratta sulle strutture secondarie, con la funzione di soddisfare le verifiche statiche. Dai risultati delle analisi sismiche risulta che le strutture risultano verificate anche in combinazioni sismiche.

CONDIZIONI DI PROGETTO ξ_E = 1,0

Bologna, lì 11 maggio 2021.

Il Progettista

Ing. GABRIELE LUCCHINI
via Cencetti, 12 – 40138 Bologna
Iscrizione all'albo Ingegneri BO 6615/A

Copia informatica per consultazione

Comune di Castelfranco Emilia
Provincia di Modena

COMPUTO ESTIMATIVO

OGGETTO: LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA
(CIG ZE030F018F) - rif. Prezziario Regione Emilia Romagna opere pubbliche 2019

COMMITTENTE: Provincia di Modena

Bologna, 30/08/2021

IL TECNICO

PriMus by Guido Cianciulli - copyright ACCA software S.p.A.

Copia informatica per consultazione

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	unità di misura	DIMENSIONI par.ug.	lung.	larg.	H/peso	Quantità	IMPORTI unitario	TOTALE	incid. %
	R I P O R T O									
	LAVORI A CORPO									
1 C01065a C01.058.065. a	Disfacimento di pavimentazione in masselli di calcestruzzo vibrocompreso, con accatastamento degli eventuali masselli di recupero nei luoghi indicati dalle committenti ovvero trasporto a discarica fino ad una distanza massima di 5 km, asporto del materiale di allettamento e pulizia del sottofondo: eseguita a mano con recupero e pulizia dei masselli									
	PAVIMENTAZIONE ESISTENTE SMONTATA *1,15* 16,00*2,000		1,15	16,00	2,000		36,80			
	PAVIMENTAZIONE ESISTENTE RIMONTATA * 1,15*16,00*2,000		1,15	16,00	2,000		36,80			
	SOMMANO...	m²					73,60	20,67	1´521,31	9,859
2 A01005a A01.004.005. a	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggotto di eventuali acque nonché la rimozione di arbusti, ceppaie e trovanti di dimensione non superiore a 0,25 mc, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico su mezzi di trasporto e l'allontanamento del materiale scavato fino ad un massimo di 1.500 m: in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, terreno vegetale e simili)									
	PLINTI *6,00*2,00*1,000*[1*1,2]		6,00	2,00	1,000	1,200	14,40			
	TRAVI *5,00*2,00*0,500*[1*1,2]		5,00	2,00	0,500	1,200	6,00			
	SOMMANO...	m³					20,40	5,23	106,69	0,691
3 A01005a A01.010.005. a	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spandimento e livellamento del materiale ed esclusi gli eventuali oneri di discarica autorizzata. Valutato a m³ di volume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla distanza tra cantiere e discarica: per trasporti fino a 10 km									
	Vedi voce n° 2 [m³ 20.40] *1,00		1,00				20,40			
	SOMMANO...	m³/km					20,40	0,72	14,69	0,095
4 A01005b A01.010.005. b	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spandimento e livellamento del materiale ed esclusi gli eventuali oneri di discarica autorizzata. Valutato a m³ di volume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla distanza tra cantiere e discarica: per ogni km in più oltre i primi 10									
	Vedi voce n° 2 [m³ 20.40] *10,00		10,00				204,00			
	SOMMANO...	m³/km					204,00	0,58	118,32	0,767
5 A03005a A03.007.005. a	Magrone di sottofondazione eseguito mediante getto di conglomerato cementizio preconfezionato a dosaggio con cemento 42.5 R, per operazioni di media-grande entità, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, lo spargimento, la vibrazione, l'onere dei controlli in corso d'opera in conformità alle prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura, con i seguenti dosaggi: 150 kg/mc									
	PLINTI *6,00*2,00*1,000*0,100		6,00	2,00	1,000	0,100	1,20			
	TRAVI *5,00*2,00*0,500*0,100		5,00	2,00	0,500	0,100	0,50			
	SOMMANO...	m³					1,70	82,07	139,52	0,904
	A R I P O R T A R E								1´900,53	

Copia informatica per consultazione

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	unità di misura	DIMENSIONI par.ug.	lung.	larg.	H/peso	Quantità	IMPORTI unitario	TOTALE	incid. %
	RIPORTO								1´900,53	
6 A03015a A03.007.015. a	Conglomerato cementizio per opere di fondazione, preconfezionato a resistenza caratteristica, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S3 (semifluida) o S4 (fluida), gettato in opera, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione, l'onere dei controlli in corso d'opera in conformità alle prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura: classe di esposizione XC1-XC2: C 25/30 (Rck 30 N/mmq)									
	PLINTI *6,00*2,00*1,000*0,500		6,00	2,00	1,000	0,500	6,00			
	TRAVI *5,00*2,00*0,300*0,400		5,00	2,00	0,300	0,400	1,20			
	SOMMANO...	m³					7,20	139,34	1´003,25	6,501
7 A03005e A03.013.005. e	Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavorato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc., nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge incluso l'onere dei controlli in corso d'opera in conformità alle prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP., in barre: diametro 14 ÷ 30 mm									
	STAFFE D8 *[20*5]*[,24*2+,34*2]*0,395		100,00	1,16		0,395	45,82			
	FERRI D14 *[4*5]*3,00*1,208		20,00	3,00		1,208	72,48			
	FERRI D14 *[10*6]*2,60*1,208		60,00	2,60		1,208	188,45			
	FERRI D14 *[18*6]*1,50*1,208		108,00	1,50		1,208	195,70			
	FERRI D16 *[8*6]*2,50*1,578		48,00	2,50		1,578	189,36			
	SOMMANO...	kg					691,81	1,34	927,03	6,007
8 A03005a A03.010.005. a	Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione									
	DADI DI FONDAZIONE *[6*4]*0,600*0,430		24,00		0,600	0,430	6,19			
	SOMMANO...	m²					6,19	25,02	154,87	1,004
9 A01010b A01.010.010. b	Rinterro compreso l'avvicinamento dei materiali, il compattamento a strati dei materiali impiegati fino al raggiungimento delle quote del terreno preesistente ed il costipamento prescritto: con materiale arido tipo A1, A2-4, A2-5, A3 proveniente da cave o da idoneo impianto di recupero rifiuti-inerti									
	Vedi voce n° 2 [m³ 20.40]						20,40			
	SOMMANO...	m³					20,40	18,75	382,50	2,479
10 A23020c A23.001.020. c	Carpenteria per strutture metalliche secondarie (arcarecci, membrature secondarie in genere, scossaline, contenimenti getto, etc.) in profilati a freddo, pressopiegati o profilati a caldo, compresi piastre di attacco, taglio a misura, forature, flange, bullonatura o saldatura e quanto altro occorre per dare l'opera finita, esclusi trattamenti protettivi e verniciature: in acciaio S275 JR - classe di esecuzione EXC1 o EXC2									
	NUOVI PROFILI TUBOLARI *[2*5]*3,00*4,500		10,00	3,00		4,500	135,00			
	piastre-piatti-collegamenti *100,000					100,000	100,00			
	A RIPORTARE						235,00		4´368,18	

Copia informatica per consultazione

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	unità di misura	DIMENSIONI par.ug.	lung.	larg.	H/peso	Quantità	IMPORTI unitario	TOTALE	incid. %
	R I P O R T O						235,00		4´368,18	
	SOMMANO...	kg					235,00	3,34	784,90	5,086
11 A23030d A23.004.030. d	Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: lamiere e tubi di peso inferiore a 80 kg Vedi voce n° 10 [kg 235.00]						235,00			
	SOMMANO...	kg					235,00	0,53	124,55	0,807
12 A20020c A20.046.020. c	Verniciatura a smalto in colori correnti chiari per opere in ferro, applicato a pennello in due mani a coprire, e ogni altro mezzo d'opera, onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte: smalto sintetico satinato nuovi profili tubolari *[2*10]*0,400		20,00			0,400	8,00			
	SOMMANO...	m²					8,00	19,20	153,60	0,995
13 NP2	Montaggio delle strutture metalliche della pensilina esistente, alesatura dei fori dei giunti bullonati secondo le indicazioni di progetto, fornitura e installazione dei bulloni e dei tirafondi di collegamento in fondazione, eventuale adattamenti di alcuni elementi per consentire l'installazione pensilina *1000,000					1000,000	1´000,00			
	SOMMANO...	kg					1´000,00	1,00	1´000,00	6,480
14 NP1	LASTRA PIANA IN POLICARBONATO COMPATTO, CON SPESSORE 10 mm, LE LASTRE SONO FORNITE CON LUNGHEZZA A MISURA RICAVATE DA LASTRE STANDARD con dimensioni 2050x6100 mm. AUTOESTINGUENTE EUROCLASSE B s2 d0. IMPIEGO: REALIZZAZIONE DI COPERTURE PIANE E CURVE, TAMPONAMENTI VERTICALI O INCLINATI. PER LE COPERTURE CURVE LA LASTRA VIENE CURVATA A FREDDO IN OPERA RISPETTANDO I RAGGI DI CURVATURA MINIMI INDICATI ACCESSORI: IL SISTEMA E' COMPLETATO DA ACCESSORI IN ALLUMINIO PER IL FISSAGGIO E VITI AUTOPERFORANTI IN ACCIAIO COPERTURA PENSILINA *[2*5]*2,50*3,000		10,00	2,50	3,000		75,00			
	SOMMANO...	m2					75,00	120,00	9´000,00	58,323
	Parziale LAVORI A CORPO euro								15´431,23	100,000
	T O T A L E euro								15´431,23	100,000

Bologna, 30/08/2021

Il Tecnico

Il Responsabile del Procedimento

	A R I P O R T A R E									

Copia informatica per consultazione

Comune di Castelfranco Emilia
Provincia di Modena

ELENCO PREZZI

Lavori a Corpo e a Misura

OGGETTO: LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA
(CIG ZE030F018F) - rif. Prezziario Regione Emilia Romagna opere pubbliche 2019

COMMITTENTE: Provincia di Modena

Data, 30/08/2021

IL TECNICO

PriMus by Guido Cianciulli - copyright ACCA software S.p.A.

Copia informatica per consultazione

Num.Ord. TARIFFA	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	unità di misura	PREZZO UNITARIO
	LAVORAZIONI COMPONENTI LE VOCI A CORPO		
Nr. 1 NP1	LASTRA PIANA IN POLICARBONATO COMPATTO, CON SPESSORE 10 mm, LE LASTRE SONO FORNITE CON LUNGHEZZA A MISURA RICAVATE DA LASTRE STANDARD con dimensioni 2050x6100 mm. AUTOESTINGUENTE EUROCLASSE B s2 d0. IMPIEGO: REALIZZAZIONE DI COPERTURE PIANE E CURVE, TAMPONAMENTI VERTICALI O INCLINATI. PER LE COPERTURE CURVE LA LASTRA VIENE CURVATA A FREDDO IN OPERA RISPETTANDO I RAGGI DI CURVATURA MINIMI INDICATI ACCESSORI: IL SISTEMA E' COMPLETATO DA ACCESSORI IN ALLUMINIO PER IL FISSAGGIO E VITI AUTOPERFORANTI IN ACCIAIO **euro (centoventi/00)**	m2	120,00
Nr. 2 NP2	Montaggio delle strutture metalliche della pensilina esistente, alesatura dei fori dei giunti bullonati secondo le indicazioni di progetto, fornitura e installazione dei bulloni e dei tirafondi di collegamento in fondazione, eventuale adattamenti di alcuni elementi per consentire l'installazione **euro (uno/00)**	kg	1,00
Nr. 3 A01005a A01.004.005. a	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggotto di eventuali acque nonché la rimozione di arbusti, ceppaie e trovanti di dimensione non superiore a 0,25 mc, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico su mezzi di trasporto e l'allontanamento del materiale scavato fino ad un massimo di 1.500 m: in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, terreno vegetale e simili) **euro (cinque/23)**	m³	5,23
Nr. 4 A01005a A01.010.005. a	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spandimento e livellamento del materiale ed esclusi gli eventuali oneri di discarica autorizzata. Valutato a m³ di volume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla distanza tra cantiere e discarica: per trasporti fino a 10 km **euro (zero/72)**	m³/km	0,72
Nr. 5 A01005b A01.010.005. b	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spandimento e livellamento del materiale ed esclusi gli eventuali oneri di discarica autorizzata. Valutato a m³ di volume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla distanza tra cantiere e discarica: per ogni km in più oltre i primi 10 **euro (zero/58)**	m³/km	0,58
Nr. 6 A01010b A01.010.010. b	Rinterro compreso l'avvicinamento dei materiali, il compattamento a strati dei materiali impiegati fino al raggiungimento delle quote del terreno preesistente ed il costipamento prescritto: con materiale arido tipo A1, A2-4, A2-5, A3 proveniente da cave o da idoneo impianto di recupero rifiuti-inerti **euro (diciotto/75)**	m³	18,75
Nr. 7 A03005a A03.007.005. a	Magrone di sottofondazione eseguito mediante getto di conglomerato cementizio preconfezionato a dosaggio con cemento 42.5 R, per operazioni di media-grande entità, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, lo spargimento, la vibrazione, l'onere dei controlli in corso d'opera in conformità alle prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura, con i seguenti dosaggi: 150 kg/mc **euro (ottantadue/07)**	m³	82,07
Nr. 8 A03005a A03.010.005. a	Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione **euro (venticinque/02)**	m²	25,02
Nr. 9 A03005e A03.013.005. e	Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavorato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc., nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge incluso l'onere dei controlli in corso d'opera in conformità alle prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP., in barre: diametro 14 ÷ 30 mm **euro (uno/34)**	kg	1,34
Nr. 10 A03015a A03.007.015. a	Conglomerato cementizio per opere di fondazione, preconfezionato a resistenza caratteristica, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S3 (semifluida) o S4 (fluida), gettato in opera, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione, l'onere dei controlli in corso d'opera in conformità alle prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura: classe di esposizione XC1-XC2: C 25/30 (Rck 30 N/mmq) **euro (centotrentanove/34)**	m³	139,34
Nr. 11 A20020c A20.046.020. c	Verniciatura a smalto in colori correnti chiari per opere in ferro, applicato a pennello in due mani a coprire, e ogni altro mezzo d'opera, onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte: smalto sintetico satinato **euro (diciannove/20)**	m²	19,20
Nr. 12 A23020c A23.001.020. c	Carpenteria per strutture metalliche secondarie (arcarecci, membrature secondarie in genere, scossaline, contenimenti getto, etc.) in profilati a freddo, pressopiegati o profilati a caldo, compresi piastre di attacco, taglio a misura, forature, flange, bullonatura o saldatura e quanto altro occorre per dare l'opera finita, esclusi trattamenti protettivi e verniciature: in acciaio S275 JR - classe di esecuzione EXC1 o EXC2 **euro (tre/34)**	kg	3,34
Nr. 13 A23030d A23.004.030. d	Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: lamiere e tubi di peso inferiore a 80 kg **euro (zero/53)**	kg	0,53
Nr. 14	Disfacimento di pavimentazione in masselli di calcestruzzo vibrocompreso, con accatastamento degli eventuali masselli di recupero nei luoghi		

Copia informatica per consultazione

Num.Ord. TARIFFA	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	unità di misura	PREZZO UNITARIO
C01065a C01.058.065. a	indicati dalle committenti ovvero trasporto a discarica fino ad una distanza massima di 5 km, asporto del materiale di allettamento e pulizia del sottofondo: eseguita a mano con recupero e pulizia dei masselli **euro (venti/67)**	m²	20,67

Data, 30/08/2021

Il Tecnico

Il Responsabile del Procedimento

L'Impresa

Copia informatica per consultazione

Comune di Castelfranco Emilia
Provincia di Modena

STIMA INCIDENZA MANODOPERA

OGGETTO: LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA
(CIG ZE030F018F) - rif. Prezziario Regione Emilia Romagna opere pubbliche 2019

COMMITTENTE: Provincia di Modena

Data, 30/08/2021

IL TECNICO

PriMus by Guido Cianciulli - copyright ACCA software S.p.A.

Copia informatica per consultazione

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	IMPORTI unitario	IMPORTI TOTALE	COSTO Manodopera	incid. %
	R I P O R T O					
	LAVORI A CORPO					
1 A01.004.005. a	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggotto di eventuali acque nonché la rimozione di arbusti, ceppaie e trovanti di dimensione non su ... l materiale scavato fino ad un massimo di 1.500 m: in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, terreno vegetale e simili)					
	SOMMANO m³	20,40	5,23	106,69	40,54	38,000
2 A01.010.005. a	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spand ... m³ di volume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla distanza tra cantiere e discarica: per trasporti fino a 10 km					
	SOMMANO m³/km	20,40	0,72	14,69	3,67	25,000
3 A01.010.005. b	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spand ... ume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla distanza tra cantiere e discarica: per ogni km in più oltre i primi 10					
	SOMMANO m³/km	204,00	0,58	118,32	29,58	25,000
4 A01.010.010. b	Rinterro compreso l'avvicinamento dei materiali, il compattamento a strati dei materiali impiegati fino al raggiungimento delle quote del terreno preesistente ed il costipamento pr ... scritto: con materiale arido tipo A1, A2-4, A2-5, A3 proveniente da cave o da idoneo impianto di recupero rifiuti-inerti					
	SOMMANO m³	20,40	18,75	382,50	34,43	9,000
5 A03.007.005. a	Magrone di sottofondazione eseguito mediante getto di conglomerato cementizio preconfezionato a dosaggio con cemento 42.5 R, per operazioni di media-grande entità, eseguito secondo ... erfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura, con i seguenti dosaggi: 150 kg/mc					
	SOMMANO m³	1,70	82,07	139,52	36,27	26,000
6 A03.007.015. a	Conglomerato cementizio per opere di fondazione, preconfezionato a resistenza caratteristica, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S3 (sem ... e, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura: classe di esposizione XC1-XC2: C 25/30 (Rck 30 N/mmq)					
	SOMMANO m³	7,20	139,34	1´003,25	210,68	21,000
7 A03.010.005. a	Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m da ... te e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione					
	SOMMANO m²	6,19	25,02	154,87	114,61	74,000
8 A03.013.005. e	Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavorato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc., nonché ... asciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP., in barre: diametro 14 ÷ 30 mm					
	SOMMANO kg	691,81	1,34	927,03	398,62	43,000
9 A20.046.020. c	Verniciatura a smalto in colori correnti chiari per opere in ferro, applicato a pennello in due mani a coprire, e ogni altro mezzo d'opera, onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte: smalto sintetico satinato					
	SOMMANO m²	8,00	19,20	153,60	87,55	57,000
10 A23.001.020. c	Carpenteria per strutture metalliche secondarie (arcarecci, membrature secondarie in genere, scossaline, contenimenti getto, etc.) in profilati a freddo, pressopiegati o profilati ... are l'opera finita, esclusi trattamenti protettivi e verniciature: in acciaio S275 JR - classe di esecuzione EXC1 o EXC2					
	SOMMANO kg	235,00	3,34	784,90	416,00	53,000
11 A23.004.030. d	Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: lamiere e tubi di peso inferiore a 80 kg					
	SOMMANO kg	235,00	0,53	124,55	51,07	41,000
12 C01.058.065. a	Disfacimento di pavimentazione in masselli di calcestruzzo vibrocompreso, con accatastamento degli eventuali masselli di recupero nei luoghi indicati dalle committenti ovvero trasp ... km, asporto del materiale di allettamento e pulizia del sottofondo: eseguita a mano con recupero e pulizia dei masselli					
	SOMMANO m²	73,60	20,67	1´521,31	1´201,84	79,000
	A R I P O R T A R E			5´431,23	2´624,86	

Copia informatica per consultazione

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	IMPORTI unitario	IMPORTI TOTALE	COSTO Manodopera	incid. %
	R I P O R T O			5´431,23	2´624,86	
13 NP1	LASTRA PIANA IN POLICARBONATO COMPATTO, CON SPESSORE 10 mm, LE LASTRE SONO FORNITE CON LUNGHEZZA A MISURA RICAVATE DA LASTRE STANDARD con dimensioni 2050x6100 mm. AUTOESTINGUENTE ... DICATI ACCESSORI: IL SISTEMA E' COMPLETATO DA ACCESSORI IN ALLUMINIO PER IL FISSAGGIO E VITI AUTOPERFORANTI IN ACCIAIO SOMMANO m2	75,00	120,00	9´000,00	2´565,00	28,500
14 NP2	Montaggio delle strutture metalliche della pensilina esistente, alesatura dei fori dei giunti bullonati secondo le indicazioni di progetto, fornitura e installazione dei bulloni e dei tirafondi di collegamento in fondazione, eventuale adattamenti di alcuni elementi per consentire l'installazione SOMMANO kg	1´000,00	1,00	1´000,00	730,00	73,000
	Parziale LAVORI A CORPO euro			15´431,23	5´919,86	38,363
	T O T A L E euro			15´431,23	5´919,86	38,363
	A R I P O R T A R E					

Copia informatica per consultazione

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	IMPORTI TOTALE	COSTO Manodopera	incid. %
	R I P O R T O			
	Riepilogo Strutturale CATEGORIE			
C	**LAVORI A CORPO euro**	15´431,23	5´919,86	38,363
	TOTALE euro	15´431,23	5´919,86	38,363

Data, 30/08/2021

Il Tecnico

	A R I P O R T A R E			

Copia informatica per consultazione

Provincia di Modena

Lavori Speciali opere pubbliche
Telefono 059 209 623 - Fax 059 343 706
Viale Jacopo Barozzi 340, 41124 Modena - C.F. e P.I. 01375710363
Centralino 059 209 111 - www.provincia.modena.it - provinciadimodena@cert.provincia.modena.it
Servizio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 - Registrazione N. 3256 -A-

LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA (CIG ZE030F018F)

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

(articolo 43 del regolamento di esecuzione ed attuazione D.P.R. 5 Ottobre 2010 n.207)

			Euro
a)	Importo esecuzione lavorazioni (base d'asta)		€ 15431,23
b)	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza		€ 308,62
1)	Totale appalto		€ 15739,85

c)	Somme a disposizione dell'amministrazione		€ 7260,15

- rilievi, accertamenti e indagini
- allacciamenti ai pubblici servizi
- imprevisti
- acquisizione aree e immobili
- accantonamento di cui all'art. 113 del D.Lgs.n.50/2016
- spese tecniche
- spese per attività di consulenza o di supporto
- contributo all'Autorità di vigilanza
- eventuali spese per commissioni giudicatrici
- spese per pubblicità o, ove previsto, per opere artistiche
- spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici
- I.V.A ed eventuali altre imposte

2)	Totale progetto		€ 23000

Il Responsabile del Procedimento
Ing. Annalisa Vita

Il Progettista
Ing. Gabriele Lucchini

Copia informatica per consultazione

INDICE

CAPO 1 - NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO
Art. 1 – Oggetto dell'appalto
Art. 2 – Ammontare dell'appalto
Art. 3 – Modalità di stipulazione del contratto
Art. 4 – Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili
Art. 5 – Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE
Art. 6 – Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto
Art. 7 – Documenti che fanno parte del contratto
Art. 8 – Disposizioni particolari riguardanti l'appalto
Art. 9 – Fallimento dell'appaltatore
Art. 10 – Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere
Art. 11 – Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione
Art. 12 – Sopralluogo e presa visione degli elaborati progettuali

CAPO 3 - TERMINI PER L'ESECUZIONE
Art. 13 – Consegna e inizio dei lavori
Art. 14 – Termini per l'ultimazione dei lavori
Art. 15 – Sospensioni e proroghe
Art. 16 – Penali in caso di ritardo - Premio di accelerazione
Art. 17 – Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e cronoprogramma
Art. 18 – Inderogabilità dei termini di esecuzione
Art. 19 – Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini

CAPO 4 - DISCIPLINA ECONOMICA
Art. 20 – Anticipazione
Art. 21 – Pagamenti in acconto
Art. 22 – Pagamenti a saldo
Art. 23 – Ritardi nei pagamenti
Art. 24 – Revisione prezzi
Art. 25 – Cessione del contratto e cessione dei crediti

CAPO 5 - CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI
Art. 26 – Lavori a misura
Art. 27 – Lavoro a corpo
Art. 28 – Lavori in economia
Art. 29 – Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera

CAPO 6 - CAUZIONI E GARANZIE
Art. 30 – Garanzie a corredo dell'offerta
Art. 31 – Cauzione definitiva
Art. 32 – Riduzione delle garanzie
Art. 33 – Assicurazione a carico dell'impresa

CAPO 7 - DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE
Art. 34 – Variazione dei lavori
Art. 35 – Varianti per errori od omissioni progettuali
Art. 36 – Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

CAPO 8 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA
Art. 37 – Norme di sicurezza generali
Art. 38 – Sicurezza sul luogo di lavoro
Art. 39 – Piani di sicurezza
Art. 40 – Piano operativo di sicurezza
Art.41– Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

CAPO 9 - DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO
Art. 42 – Subappalto
Art. 43 – Responsabilità in materia di subappalto

CAPO 10 - CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

Copia informatica per consultazione

Art. 44 – Controversie .....
Art. 45 – Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera .....
Art. 46 – Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori .....

CAPO 11 - DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 47 – Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione .....
Art. 48 – Termini per il collaudo o per l'accertamento della regolare esecuzione .....
Art. 49 – Presa in consegna dei lavori ultimati .....

CAPO 12 - NORME FINALI

Art. 50 – Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore .....
Art. 51 – Obblighi speciali a carico dell'appaltatore .....
Art. 52 – Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione .....
Art. 53 – Custodia del cantiere .....
Art. 54 – Cartello di cantiere .....
Art. 55 – Spese contrattuali, imposte, tasse .....

TABELLE

Tabella A – Categorie omogenee dei lavori ai fini della contabilità e delle varianti .....
Tabella B – Cartello di cantiere .....
Tabella C – Elementi principali della composizione dei lavori .....

ABBREVIAZIONI

- D.Lgs. n. 50/2016 (Decreto legislativo 18 Aprile 2016 n. 50 "Codice dei contratti pubblici di lavori, servizi e forniture);
- Decreto 7 Marzo 2018 n.49 Regolamento recante : "Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell'esecuzione".
- Decreto n. 81/2008 (decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81 concernente le prescrizioni in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
- Regolamento generale o D.P.R. n.207/2010 (D.P.R. 5 Ottobre 2010n. 207 Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 12 Aprile 2006 n. 163 recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE, parte vigente nel periodo transitorio) ;
- Capitolato generale d'appalto (decreto ministeriale - lavori pubblici - 19 aprile 2000, n. 145) per quanto in vigore ed applicabile.

Copia informatica per consultazione

PARTE PRIMA
DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DEI LAVORI

CAPO 1 - NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1 - Oggetto dell'appalto

1. L'oggetto dell'appalto consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per i lavori di risistemazione pensilina esterna da realizzare presso l'Istituto Spallanzanio di Castelfranco Emilia (MO), precedentremente smontata.
2. Gli interventi sono da eseguirsi presso l'Istituto Spallanzanio di Castelfranco Emilia (MO).
3. Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche al progetto esecutivo approvato dalla Provincia di Modena del quale l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.
4. L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

TIPOLOGIA INTERVENTO	CODICE CPV
07 – manutenzione straordinaria	45262522-6

Art. 2 - Ammontare dell'appalto

1. L'importo dei lavori posti a base dell'affidamento è definito come segue:

	Importi in EURO	*Colonna a)*	*Colonna b)*	*Colonna a + b)*
		Importo esecuzione lavori	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza	TOTALE
1	A corpo	15.431,23	308,62	15.739,85
2	In economia	00	0	00
1 + 2	**IMPORTO TOTALE**	15.431,23	308,62	15.739,85

2. L'importo contrattuale corrisponde all'importo dei lavori di cui al comma 1, colonna a), al quale deve essere applicato il ribasso percentuale sul medesimo importo offerto dall'aggiudicatario in sede di gara, aumentato dell'importo degli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere definito al comma 1, colonna b) e non soggetti al ribasso d'asta ai sensi dell'articolo 100 del decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81.

Art. 3 - Modalità di stipulazione del contratto

1. Il contratto è stipulato "a corpo" ai sensi dell'articolo 3, comma 1 lett" ddddd", del D.Lgs.n. 50/2016 e dell'art.43 comma 6 del Regolamento generale.
2. L'importo del contratto, come determinato in sede di gara, resta fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti alcuna successiva verificazione sulla misura o sul valore attribuito alla quantità.
3. Il ribasso percentuale offerto dall'aggiudicatario in sede di gara si estende e si applica ai prezzi unitari in elenco, utilizzabili esclusivamente per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ai sensi dell'articolo 106 del D.Lgs n. 50/2016 e che siano inequivocabilmente estranee ai lavori già previsti, nonché ai lavori in economia.
4. I prezzi unitari di cui al comma 3, ancorché senza valore negoziale ai fini dell'appalto e della determinazione dell'importo complessivo dei lavori, sono vincolanti esclusivamente per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ed ordinate o autorizzate ai sensi dell'articolo 106 del D.Lgs n. 50/2016 , e che siano inequivocabilmente estranee ai lavori già previsti nonché ai lavori in economia.
5. I rapporti ed i vincoli negoziali di cui al presente articolo si riferiscono ai lavori posti a base d'asta di cui all'articolo 2, comma 1, colonna a), mentre per gli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere di cui all'articolo 2, comma 1, colonna b), costituiscono vincolo negoziale l'importo degli stessi (per la parte a corpo) e i loro prezzi unitari (per la parti a misura ed in economia) indicati a tale scopo dalla Stazione appaltante negli atti progettuali e in particolare, rispettivamente, nella descrizione nella parte a corpo e

Copia informatica per consultazione

nell'elenco dei prezzi unitari per le parti a misura e in economia, relative agli oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza.

Art. 4 – Lavorazioni previste

1. Ai sensi degli articoli 60, 61, 90 del D.P.R. n.207/2010 come modificato dall'art. 12 del D.L. D.L. 28-03-2014 n.47, convertito con Legge 23-05-2014 n.80 e del Decreto Ministero Infrastrutture e trasporti n. 248 del 10.11.2016 e in conformità al predetto regolamento, i lavori sono classificati nella categoria di opere Generali «OG1» o ad esse assimilabili, come indicati nel seguente prospetto:

"CATEGORIE" e LAVORI	LAVORI (al netto degli oneri)	ONERI PER LA SICUREZZA	TOTALE	INCIDENZA MANODOPERA %
OG1	15.431,23	308,62	15.739,85	38.363

(*) L'importo è comprensivo dei costi della manodopera come quantificati e specificati nella Tabella "C" Elementi principali della composizione dei lavori, posta alla fine della II parte del presente capitolato.

Importo contrattuale subappaltabile OG1:38,363%

Art. 5 - Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili

1. I gruppi di lavorazioni omogenee di cui all'articolo 43, commi 7 e 8, e all'articolo 184 del regolamento generale, e all'articolo 34 del presente capitolato speciale, sono indicati nella tabella «A», allegata allo stesso capitolato speciale quale parte integrante e sostanziale.

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 6 - Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto

1. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.
2. In caso di norme del capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.
3. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del capitolato speciale d'appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

Art. 7 - Documenti che fanno parte del contratto

1. Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:
   a) il capitolato generale d'appalto approvato con decreto ministeriale 19 aprile 2000, n. 145;
   b) il presente capitolato speciale d'appalto comprese le tabelle allegate allo stesso, con i limiti, per queste ultime, descritti nel seguito in relazione al loro valore indicativo;
   c) tutti gli elaborati grafici del progetto esecutivo, ivi compresi i particolari costruttivi, i progetti delle strutture e degli impianti, le relative relazioni di calcolo e la perizia geologica (*)
   d) l'elenco dei prezzi unitari;
   e) il piano sostitutivo di sicurezza o il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del D.Lgs.n.81/2008, eventualmente redatto nel corso dei lavori ai sensi degli articoli articoli 90, comma 5, e 92, comma 2, dello stesso decreto ;
   f) il piano operativo di sicurezza;
   g) il cronoprogramma di cui all'articolo 40 del D.P.R.n.207/2010..
   h) il documento di valutazione dei rischi (ove previsto, da inserire quando non c'è il PSC.....) ai sensi degli articoli 26 e 28 del D.Lgs.n.81/2008.
   I) il computo metrico e il computo metrico estimativo;

Copia informatica per consultazione

2. Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici.
3. Non fanno invece parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:

   - le tabelle di riepilogo dei lavori e la loro suddivisione per categorie omogenee, ancorché inserite e integranti il presente capitolato speciale; esse hanno efficacia limitatamente ai fini dell'aggiudicazione per la determinazione dei requisiti soggettivi degli esecutori, ai fini della definizione dei requisiti oggettivi e del subappalto, e, sempre che non riguardino il compenso a corpo dei lavori contrattuali, ai fini della valutazione delle addizioni o diminuzioni dei lavori di cui all'articolo 106 del D.Lgs. n. 50/2016;
   - le quantità delle singole voci elementari rilevabili dagli atti progettuali, e da qualsiasi altro loro allegato.

Art. 8 - Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

1. La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.
2. Ai sensi dell'articolo 79 del D.Lgs. n.50/2016, l'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto col responsabile del procedimento, consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

Art. 9 - Fallimento dell'appaltatore

1. In caso di fallimento dell'appaltatore la Stazione appaltante si avvale, salvi e senza pregiudizio per ogni altro diritto e azione a tutela dei propri interessi, della procedura prevista dall'art.108 del D.Lgs. n.50/2016.
2. Qualora l'esecutore sia un'associazione temporanea, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di una impresa mandante trovano applicazione rispettivamente i commi 17 e 18 dell'art.48 del D.Lgs.n.50/2016.

Art. 10 - Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere

1. L'appaltatore deve eleggere domicilio ai sensi e nei modi di cui all'articolo 2 del capitolato generale d'appalto; a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto.
2. L'appaltatore deve altresì comunicare, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 3 del capitolato generale d'appalto, le generalità delle persone autorizzate a riscuotere.
3. Qualora l'appaltatore non conduca direttamente i lavori, deve depositare presso la stazione appaltante, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 4 del capitolato generale d'appalto, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della stazione appaltante. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato secondo le previsioni del capitolato speciale in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.
4. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.
5. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persona di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata Stazione appaltante; ogni variazione della persona di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la stazione appaltante del nuovo atto di mandato.

Art. 11 - Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel capitolato speciale di appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.

Copia informatica per consultazione

2. Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano rispettivamente gli articoli 15, 16 e 17 del capitolato generale d'appalto.

Art.12 – Sopralluogo e presa visione degli elaborati progettuali

1. Allo scopo di garantire la piena conoscenza dello stato dei luoghi e dei contenuti del progetto, i concorrenti dovranno effettuare accurata visita del luogo in cui si svolgeranno i lavori.
2. L' impresa dovrà altresì esaminare tutti gli elaborati progettuali nei tempi e modalità previsti sempre nelle norme di gara.

CAPO 3 - TERMINI PER L'ESECUZIONE

Art. 13 - Consegna e inizio dei lavori

1. L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.
2. E' facoltà della Stazione appaltante procedere in via d'urgenza, alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, ai sensi dell'art.32 comma 8 del D.Lgs. n. 50/2016 ricorrendo le condizioni di pubblico interesse; in tal caso il R.U.P. autorizza il direttore dei lavori alla consegna dei lavori ai sensi di quanto previsto dal citato art. 32 del D.Lgs.n.50/2016.
3. Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il direttore dei lavori fissa un nuovo termine perentorio, non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine di anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la garanzia prestata, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.
4. L'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denunzia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta; egli trasmette altresì, a scadenza quadrimestrale, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, sia relativi al proprio personale che a quello delle imprese subappaltatrici.

Art. 14 - Termini per l'ultimazione dei lavori

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in giorni 21 (VENTUNO) naturali consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.
2. Omissis
3. Nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto delle ferie contrattuali.
4. L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma dei lavori che potrà fissare scadenze inderogabili per l'approntamento delle opere necessarie all'inizio di forniture e lavori da effettuarsi da altre ditte per conto della Stazione appaltante ovvero necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previo certificato di regolare esecuzione, riferito alla sola parte funzionale delle opere.

Art. 15 - Sospensioni e proroghe

1. Qualora cause di forza maggiore, condizioni climatiche od altre circostanze speciali che impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, la direzione dei lavori d'ufficio o su segnalazione dell'appaltatore può ordinare la sospensione dei lavori redigendo apposito verbale. Sono circostanze speciali le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'articolo 106 del D.Lgs.n.50/2016.
2. Si applicano le disposizioni di cui all'art. 107 del D.Lgs.n.50/2016.
3. L'appaltatore, qualora per causa a esso non imputabile, non sia in grado di ultimare i lavori nei termini fissati, può chiedere con domanda motivata proroghe che, se riconosciute giustificate, sono concesse dalla direzione dei lavori purché le domande pervengano prima della scadenza del termine anzidetto.
4. A giustificazione del ritardo nell'ultimazione dei lavori o nel rispetto delle scadenze fissate dal programma temporale l'appaltatore non può mai attribuirne la causa, in tutto o in parte, ad altre ditte o imprese o forniture, se esso appaltatore non abbia tempestivamente per iscritto denunciato alla Stazione appaltante il ritardo imputabile a dette ditte, imprese o fornitori.

Copia informatica per consultazione

5. I verbali per la concessione di sospensioni o proroghe, redatti con adeguata motivazione a cura della direzione dei lavori e controfirmati dall'appaltatore e recanti l'indicazione dello stato di avanzamento dei lavori, devono pervenire al responsabile del procedimento entro il quinto giorno naturale successivo alla loro redazione e devono essere restituiti controfirmati dallo stesso o dal suo delegato; qualora il responsabile del procedimento non si pronunci entro tre giorni dal ricevimento, i verbali si danno per riconosciuti e accettati dalla Stazione appaltante.
6. In ogni caso la sospensione opera dalla data di redazione del relativo verbale, accettato dal responsabile del procedimento o sul quale si sia formata l'accettazione tacita. Non possono essere riconosciute sospensioni, e i relativi verbali non hanno alcuna efficacia, in assenza di adeguate motivazioni o le cui motivazioni non siano riconosciute adeguate da parte del responsabile del procedimento.
7. Il verbale di sospensione ha efficacia dal quinto giorno antecedente la sua presentazione al responsabile del procedimento, qualora il predetto verbale gli sia stato trasmesso dopo il quinto giorno dalla redazione ovvero rechi una data di decorrenza della sospensione anteriore al quinto giorno precedente la data di trasmissione.

Art. 16 - Penali in caso di ritardo –

1. Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori dei lavori viene applicata una penale pari allo 0,5 per mille dell'importo netto contrattuale .
2. La penale, nella stessa misura percentuale di cui al comma 1, trova applicazione anche in caso di ritardo:
   a) nell'inizio dei lavori rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori per la consegna degli stessi, qualora la Stazione appaltante non si avvalga della facoltà di cui all'articolo 13, comma 3;
   b) nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori;
   c) nel rispetto dei termini imposti dalla direzione dei lavori per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati.
3. La penale irrogata ai sensi del comma 2, lettera a), è disapplicata e, se, già addebitata, è restituita, qualora l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetti la prima soglia temporale successiva fissata nel programma dei lavori di cui all'articolo 17.
4. La penale di cui al comma 2, lettera b) e lettera d), è applicata all'importo dei lavori ancora da eseguire; la penale di cui al comma 2, lettera c) è applicata all'importo dei lavori di ripristino o di nuova esecuzione ordinati per rimediare a quelli non accettabili o danneggiati.
5. Tutte le penali di cui al presente articolo sono contabilizzate in detrazione in occasione del pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo.
6. L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi dei commi precedenti non può superare il 10 per cento dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione l'articolo 19, in materia di risoluzione del contratto.
7. L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi.

Art. 17 – Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e cronoprogramma

1. Entro trenta giorni giorni dalla data del verbale di consegna, e comunque prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore predispone e consegna alla direzione lavori un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma deve riportare per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si sia pronunciata il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione (art. 43 comma 10 del regolamento generale).
2. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
   a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
   b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione committente;
   c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;

Copia informatica per consultazione

d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
e) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 92 del decreto legislativo n. 81/2008. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.

3. I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma predisposto dalla Stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo; tale cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione appaltante al verificarsi delle condizioni di cui al comma 2.

Art. 18 – Inderogabilità dei termini di esecuzione

1. Non costituiscono motivo di proroga dell' inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione:
   a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell' allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
   b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
   c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o espressamente approvati da questa;
   d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
   e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal capitolato speciale d'appalto;
   f) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati;
   g) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente.

Art. 19 - Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini

1. L'eventuale ritardo dell'appaltatore rispetto ai termini per l'ultimazione dei lavori o sulle scadenze esplicitamente fissate allo scopo dal programma temporale superiore a 30 (trenta) giorni naturali consecutivi produce la risoluzione del contratto, a discrezione della Stazione appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione, ai sensi dell'articolo 108 del D.Lgs. n.50/2016.
2. La risoluzione del contratto trova applicazione dopo la formale messa in mora dell'appaltatore con assegnazione di un termine per compiere i lavori, e decorsi inutilmente gli stessi, in contraddittorio con il medesimo appaltatore.
3. Nel caso di risoluzione del contratto la penale di cui all'articolo 16, comma 1, è computata sul periodo determinato sommando il ritardo accumulato dall'appaltatore rispetto al programma esecutivo dei lavori e il termine assegnato dal direttore dei lavori per compiere i lavori con la messa in mora di cui al comma 2.
4. Sono dovuti dall'appaltatore i danni subiti dalla Stazione appaltante in seguito alla risoluzione del contratto.
5. Nel caso di sospensione del cantiere ai sensi dell'art. 92 comma 1 lett.e) del D.Lgs.n.81/2008 la Stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto mediante semplice lettera raccomandata con messa in mora di 20 giorni senza necessità di ulteriori adempimenti con riserva di risarcimento di eventuali danni subiti.
   I provvedimenti conseguenti alla risoluzione del contratto sono quelli degli articoli 138 e seguenti del Codice dei contratti pubblici, di lavori, servizi e forniture.

CAPO 4 - DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 20 - Anticipazione

Ai sensi dell'art. 35 comma 18 del D.Lgs. n.50/2016, sul valore del contratto di appalto viene calcolato l'importo dell'anticipazione del prezzo, pari al 20%, da corrispondere all'appaltatore entro quindici giorni dall'effettivo inizio dei lavori. L'erogazione dell'anticipazione è consentita anche in caso di consegna in via d'urgenza, ai sensi dell'art.32 comma 8 del citato Decreto legislativo.L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorata del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma dei lavori ed al lordo del'I.V.A., al fine di evitare un danno alla stazione appaltante in caso di risoluzione del contratto o altre eventuali criticità che possano verificarsi nel corso dell'esecuzione dello stesso.Il rilascio dell'anticipazione è subordinato alla consegna di adeguata garanzia fideiussoria stipulata nelle forme di cui allo Schema tipo – Scheda tecnica 1.3 / 1.3.1 del D.M. 19 Gennaio 2018 n.31.

Copia informatica per consultazione

Art. 21 - Pagamenti in acconto

1. I pagamenti avvengono per stati di avanzamento, mediante emissione di certificato di pagamento ogni volta che i lavori eseguiti, contabilizzati ai sensi degli articoli 27, 28, 29 e 30, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, raggiungano, al netto della ritenuta di cui al comma 2, un importo non inferiore al 100% (cento per cento) dell'importo contrattuale.
2. A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50 per cento da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale.
3. Entro i 30 giorni successivi all'avvenuto raggiungimento dell'importo dei lavori eseguiti di cui al comma 1, il direttore dei lavori redige la relativa contabilità ed emette il relativo s.a.l. il quale deve recare la dicitura: «lavori a tutto il .....» con l'indicazione della data; contestualmente, o entro il termine termine massimo di 7 gg. dall'adozione del rispettivo s.a.l. il responsabile del procedimento emette, il relativo certificato di pagamento
4. La Stazione appaltante provvede al pagamento del predetto certificato entro 30 giorni decorrenti dall'adozione del s.a.l., mediante emissione dell'apposito mandato e l'erogazione a favore dell'appaltatore ai sensi dell'articolo 185 del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267.
5. Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 30 giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al comma 1.
6. Dell'emissione di ogni certificato di pagamento il responsabile del procedimento provvede a dare comunicazione scritta, con avviso di ricevimento, agli enti previdenziali e assicurativi, compresa la cassa edile, ove richiesto.

Art. 22 - Pagamenti a saldo

1. Il conto finale dei lavori è redatto entro 45 giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; è sottoscritto dal direttore di lavori e trasmesso al responsabile del procedimento. Col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è soggetta alle verifiche di collaudo o di regolare esecuzione ai sensi del comma 3.
2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su richiesta del responsabile del procedimento, entro il termine perentorio di 30 giorni; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il responsabile del procedimento formula in ogni caso una sua relazione al conto finale.
3. La rata di saldo, unitamente alle ritenute di cui all'articolo 21, comma 2, nulla ostando, è pagata entro 30 giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione.
4. Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria ai sensi dell'articolo 103 comma 6 delD.Lgs. n. 50/2016, non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.
5. La garanzia fideiussoria di cui al comma 4 deve avere validità ed efficacia non inferiore a 26 (ventisei) mesi dalla data di emissione del certificato di regolare esecuzione/collaudo lavori e deve essere prestata con le forme e modalità di cui al D.M. 19 Gennaio 2018 n.31 Schema tipo – Scheda tecnica 1.4/1.4.1.
6. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo o il certificato di regolare esecuzione assuma carattere definitivo.

Art. 23 – Omissis

Art. 24 - Revisione prezzi

1. E' esclusa qualsiasi revisione dei prezzi, salvo quanto disposto all'articolo 106, comma 1 lett.a) del D.Lgs. n.50/2016 .

Art. 25 - Cessione del contratto e cessione dei crediti

1. E' vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.
2. E' ammessa la cessione dei crediti nei termini e secondo le modalità previste dall'art. 106 comma 13 del D.Lgs.n.50/2016.

Copia informatica per consultazione

CAPO 5 - CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI

Art. 26 - Lavori a misura

1. In corso d'opera, qualora debbano essere introdotte variazioni ai lavori ai sensi degli articoli 34 o 35, e queste non siano valutabili mediante i prezzi unitari rilevabili dagli atti progettuali o di gara, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'articolo 36, fermo restando che le stesse variazioni possono essere predefinite, sotto il profilo economico, con atto di sottomissione "a corpo".
2. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.
3. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.
4. La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti desunti dall'elenco dei prezzi unitari di cui all'articolo 3, comma 3, del presente capitolato speciale.
5. Gli oneri per la sicurezza, di cui all'articolo 2, comma 1, colonna b), come evidenziati nella tabella "A" in allegato e parte integrante del presente capitolato, per la parte prevista a misura sono valutati sulla base dei prezzi di cui all'elenco prezzi di progetto, con le quantità rilevabili ai sensi del presente articolo.

Art. 27 - Lavori a corpo

1. La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.
2. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regola dell'arte.
3. La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella tabella «A», allegata al presente capitolato speciale per farne parte integrante e sostanziale, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.
4. L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione, in quanto l'appaltatore era tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo.
5. Gli oneri per la sicurezza, di cui all'articolo 2, comma 1, colonna b), come evidenziati nella tabella «A», in allegato e parte integrante del presente capitolato speciale, sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita nella predetta tabella «A», intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

Art. 28 - Lavori in economia

1. La contabilizzazione dei lavori in economia è effettuata secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa, con le modalità previste dall'articolo 179 del regolamento generale.

Art. 29 - Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera

1. Non sono valutati i manufatti ed i materiali a pié d'opera, ancorché accettati dalla direzione dei lavori.
2. In sede di contabilizzazione delle rate di acconto di cui all'articolo 21, all'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal direttore dei lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.

Copia informatica per consultazione

3. I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal direttore dei lavori.

CAPO 6 - CAUZIONI E GARANZIE

Art. 30 – Garanzie a corredo dell'offerta

1. Ai sensi dell'art. 93 comma 1 del D.Lgs.n.50/2016, in relazione all'importo del contratto, alla tipologia della prestazione richiesta ed alle modalità di affidamento, non viene richiesta la garanzia a corredo dell'offerta (c.d. cauzione provvisoria)

Art. 31 – Garanzia definitiva

1. Ai sensi dell'articolo 103 del D.Lgs. n.50/2016, per la sottoscrizione del contratto, l'appaltatore deve costituire una garanzia, denominata "garanzia definitiva" a sua scelta sotto forma di cauzione o fideiussione, pari al 10 per cento (un decimo) dell'importo contrattuale; qualora l'aggiudicazione sia fatta in favore di un'offerta inferiore all'importo a base d'asta in misura superiore al 10 per cento, la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti la predetta misura percentuale; ove il ribasso sia superiore al 20 per cento l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20.
2. La garanzia fideiussoria sarà progressivamente svincolata con le modalità previste dal medesimo art. 103 del D.Lgs. n.50/2016.
3. La garanzia fideiussoria di cui al comma 1, a scelta dell'appaltatore, può essere rilasciata da imprese bancarie o assicurative che rispondano ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano le rispettive attività o rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo di cui all'articolo 106 del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385, che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio di garanzie e che sono sottoposti a revisione contabile da parte di una società di revisione iscritta nell'albo previsto dall'articolo 161 del decreto legislativo 24 febbraio 1998, n. 58 e che abbiano i requisiti minimi di solvibilità richiesti dalla vigente normativa bancaria assicurativa. Alla garanzia di cui al presente articolo si applicano le stesse riduzioni previste per la garanzia per la partecipazione alla procedura.
4. La garanzia è prestata mediante fideiussione bancaria o polizza assicurativa, emessa da istituto autorizzato o rilasciata da intermediari finanziari iscritti all'albo di cui all'art. 106 del D.Lgs. 1/9/93 n. 385 che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio garanzie e che sono sottoposti a revisione contabile da parte di una società di revisione iscritta nell'apposito albo prevista dall'art.161 del decreto legislativo 24 febbraio 1998 n.58, e secondo gli schemi di cui al DM 19 gennaio 2018 n.31 è presentata in originale alla Stazione appaltante prima della formale sottoscrizione del contratto. Essa deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia alla eccezione di cui all'art.1957 comma 2 del Cod.Civ., nonché l'operatività della garanzia medesima entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.
5. L'Amministrazione può avvalersi della cauzione, nei limiti dell'importo massimo garantito, per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno all'esecutore ed ha il diritto di valersi della cauzione e di incamerarla per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'esecutore per le inadempienze derivanti dall'inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere; l'incameramento della garanzia avviene con atto unilaterale dell'Amministrazione senza necessità di dichiarazione giudiziale, fermo restando il diritto dell'appaltatore di proporre azione innanzi l'autorità giudiziaria ordinaria. Si richiama tutto quanto previsto dall'art.103 del D.Lgs.n.50/2016.
6. La stazione appaltante può chiedere al soggetto aggiudicatario la reintegrazione della garanzia ove questa sia venuta meno, in tutto o in parte; in caso di variazioni al contratto per effetto di successivi atti di sottomissione, la medesima garanzia può essere ridotta in caso di riduzione degli importi contrattuali, mentre non è integrata in caso di aumento degli stessi importi fino alla concorrenza di un quinto dell'importo originario.
7. La garanzia fideiussoria deve essere conforme allo Schema tipo – Scheda tecnica 1.2 / 1.2.1 approvato con Decreto Ministro Sviluppo economico 19 Gennaio 2018 n.31.

Art. 32 – Riduzione della garanzia per i concorrenti in raggruppamento

Nel caso di soggetti di cui all'art. 47 del D.Lgs. n.50/2016, la riduzione sarà accordata qualora il possesso delle predette certificazione sia comprovato secondo le disposizioni contenute nelle norme di gara.

Copia informatica per consultazione

Art. 33 - Assicurazione a carico dell'impresa

1. Ai sensi dell'articolo 103 comma 7 del D.Lgs. n.50/2016, l'esecutore dei lavori è obbligato, contestualmente alla sottoscrizione del contratto, a produrre una polizza assicurativa che copra tutti i danni subiti dalla Stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, verificatisi in corso di esecuzione dei lavori, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore che preveda anche una garanzia della responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione. La polizza assicurativa è prestata da un'impresa di assicurazione autorizzata alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'obbligo di assicurazione, deve inoltre recare espressamente il vincolo a favore della Stazione appaltante ed essere efficace senza riserve anche in caso di omesso o ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio da parte dell'esecutore.
2. Ai sensi dell'art.103 comma 9, nelle more dell'emanazione dei nuovi schemi tipo e schede tecniche previsti per le polizze assicurative, si ritiene di richiamare, applicandolo integralmente nel presente Capitolato, il contenuto del previgente D.M.n.123/2004 (art.23) allo Schema tipo 2.3 / Scheda tecnica 2.3. Tale polizza, pertanto, dovrà rispettare quanto previsto dal citato art. 103 comma 9 nonché le previgenti disposizioni in merito sia alla "Copertura assicurativa dei danni alle opera durante la loro esecuzione e garanzie di manutenzione", sia alla "Copertura assicurativa della responsabilità civile durate l'esecuzione delle opere". Conseguentemente, la stessa dovrà prevedere:

   a) **per le** " Opere" - una somma assicurata non inferiore all'importo del contratto al lordo dell'I.V.A.
   b) **per le** " Opere preesistenti " una somma assicurata non inferiore a € 25000
   c) **per la** " Demolizione e sgombero", una somma assicurata non inferiore a € 25000

3. Per la parte relativa alla " responsabilità civile per danni causati a terzi", la polizza deve essere stipulata per una somma assicurata non inferiore a €500.000.

Oltre a quanto previsto ai precedenti commi, dovrà specificatamente essere prevista la copertura assicurativa per una somma assicurata complessiva / per sinistro non inferiore a € 15000 dovuto a:

- danni a cose dovuti a rimozione o franamento o cedimento del terreno di basi di appoggio o di sostegni in genere;
- danni a cavi e condutture sotterranee;

4. Nell'ipotesi in cui sia previsto un periodo di garanzia dopo l'ultimazione dei lavori, alla data dell'emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione la polizza assicurativa di cui al comma 3 è sostituita da una polizza che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi connessi all'utilizzo delle lavorazioni in garanzia o agli interventi per la loro eventuale sostituzione o rifacimento.
5. Nell'ipotesi di consegna dei lavori sotto riserva di legge. Ai sensi dell'art. 13 comma 2 del presente capitolato, copia della polizza di cui al presente articolo (C.A.R) deve essere consegnata dall'impresa appaltatrice almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori, ai sensi dell'art. 103 comma 7 del D.Lgs. n.50/2016.
6. Resta l'obbligo in capo all'aggiudicatario di procedere alle integrazioni e /o proroghe della polizza C.A.R. presentata nel caso di varianti o sospensioni contrattuali.

CAPO 7 - DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

Art. 34 - Variazione dei lavori

1. La Stazione appaltante si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'appalto quelle varianti che a suo insindacabile giudizio ritenga opportune, senza che perciò l'impresa appaltatrice possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dagli articoli 10 e 11 del capitolato generale d'appalto, dagli articoli 43 comma 8 del D.P.R.n.207/2010 e dall'articolo 106 del D.Lgs. n. 50/2016.
2. Non sono riconosciute varianti al progetto esecutivo, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, eseguite senza preventivo ordine scritto della direzione lavori.
3. Qualunque reclamo o riserva che l'appaltatore si credesse in diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla direzione lavori prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, qualora non vi sia accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.

Copia informatica per consultazione

4. Ai sensi dell'art. 106 comma 2 lett.b) del D. Lgs. n.50/2016, non sono considerate varianti, ai sensi del comma 1, gli interventi disposti dal direttore dei lavori per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 15 per cento del valore iniziale del contratto per i contratti di lavori sia nei settori ordinari che speciali. Tuttavia la modifica non può alterare la natura complessiva del contratto o dell'accordo quadro. In caso di più modifiche successive, il valore è accertato sulla base del valore complessivo netto delle successive modifiche.
5. Sono ammesse, nell'esclusivo interesse dell'amministrazione, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sempre che non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obbiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5 per cento dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera.

Art. 35 – Varianti per errori od omissioni progettuali

1. Qualora, per il manifestarsi di errori od omissioni imputabili alle carenze del progetto esecutivo, si rendessero necessarie varianti che possono pregiudicare, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione, e che sotto il profilo economico eccedano il quinto dell'importo originario del contratto, la Stazione appaltante procede alla risoluzione del contratto con indizione di una nuova gara alla quale è invitato l'appaltatore originario.
2. In tal caso la risoluzione del contratto comporta il pagamento dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10 per cento dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto originario
3. Nei casi di cui al presente articolo i titolari dell'incarico di progettazione sono responsabili dei danni subiti dalla Stazione appaltante; ai fini del presente articolo si considerano errore od omissione di progettazione l'inadeguata valutazione dello stato di fatto, la mancata od erronea identificazione della normativa tecnica vincolante per la progettazione, il mancato rispetto dei requisiti funzionali ed economici prestabiliti e risultanti da prova scritta, la violazione delle norme di diligenza nella predisposizione degli elaborati progettuali.

Art. 36 - Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

1. Le eventuali variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, commi 3 e 4.
2. Qualora tra i prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, commi 3 e 4, non siano previsti prezzi per i lavori in variante, si procede alla formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di accordo, applicando i prezzi definiti mediante l'utilizzo di prezzari ufficiali di riferimento di cui all'art. 32 del Regolamento generale, ridotti dello stesso ribasso offerto in sede di affidamento.

CAPO 8 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 37 - Norme di sicurezza generali

1. I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.
2. L'appaltatore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
3. L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.
4. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

Art. 38 - Sicurezza sul luogo di lavoro

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del decreto legislativo n. 81/2008, nonché le disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere. L'appaltatore, altresì, è tenuto - fino alla fine dell'emergenza sanitaria dovuta al Covid-19 – al rispetto del "Protocollo condiviso di regolamentazione delle misure per il contrasto e il contenimento della diffusione del virus Covid-19 nei cantieri ed ambienti di lavoro".

Art. 39 – Piani di sicurezza

Copia informatica per consultazione

1. E' fatto obbligo all'appaltatore di predisporre, entro trenta giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, il piano sostitutivo delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori. Tale piano è messo a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri. L'appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento eventualmente predisposto nel corso dei lavori dal coordinatore per la sicurezza ai sensi del combinato disposto degli articoli 90 comma 5 e 92 comma 2, del decreto legislativo n. 81/2008.
2. L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza di coordinamento, nei seguenti casi:
   a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie ovvero quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;
   b) per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.
3. L'appaltatore ha il diritto che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione si pronunci tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.
4. Nei casi di cui al comma 2, lettera a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.
5. Nei casi di cui al comma 2, lettera b), qualora l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni comporti maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti.

Art. 40 – Piano operativo di sicurezza

1. L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare al direttore dei lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, un piano operativo di sicurezza previsto dall'art.89 comma 1 lett.h) del D.Lgs.n.81/2008 per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza comprende il documento di valutazione dei rischi di cui all'articolo 28 del D.Lgs.n.81/2008 e contiene inoltre le notizie di cui all'articolo 18 dello stesso decreto, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.
2. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza sostitutivo di cui al precedente art. 39 e deve essere aggiornato qualora sia successivamente redatto il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza ai sensi del combinato disposto degli articoli 90 comma 5 e 92 comma 2, del decreto legislativo n. 81/2008.

Art. 41 – Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del decreto legislativo n. 81/2008, con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli articoli 95, 96 e 97 e all'allegato XIII del citato decreto.
2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità alle direttive 89/391/CEE del Consiglio, del 12 giugno 1989, 92/57/CEE del Consiglio, del 24 giugno 1992, alla relativa normativa nazionale di recepimento, ai regolamenti di attuazione e alla migliore letteratura tecnica in materia.
3. L'impresa esecutrice è obbligata a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta del committente o del coordinatore, l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L'affidatario è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.
4. Il piano di sicurezza e di coordinamento oppure sostitutivo ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, previa formale messa in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

Copia informatica per consultazione

CAPO 9 - DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 42 - Subappalto

1. Il subappalto è interamente regolato dall'art. 105 del D.Lgs. n. 50/2016; tutte le lavorazioni, a qualsiasi categoria appartengano sono scorporabili o subappaltabili a scelta del concorrente, nei limiti ed alle condizioni previste dal citato articolo.Il subappalto viene autorizzato dall'amministrazione, in presenza delle condizioni di legge, ai sensi di quanto previsto dall'art.105 del D.Lgs n. 50/2016. In caso di mancata autorizzazione, il contratto di subappalto è da intendersi nullo, in quanto contrario a norma imperativa e l'amministrazione potrà richiedere la risoluzione del contratto di appalto in quanto la stipula del contratto di subappalto senza autorizzazione è da configurarsi quale grave inadempimento dell'appaltatore.
   L'affidatario, e per suo tramite le imprese subappaltatrici, devono trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denunzia agli enti previdenziali (inclusa la Cassa edile), assicurativi ed antinfortunistici, nonché copia dei piani di sicurezza di cui all'art.16 del presente capitolato.
2. Il pagamento al subappaltatore verrà corrisposto direttamente dall'amministrazione, previa comunicazione, da parte dell'appaltatore medesimo, della parte di prestazioni eseguite dal subappaltatore o dal cottimista, con la specificazione del relativo importo e con proposta motivata di pagamento. Inoltre, come previsto dalle disposizioni operative del Direttore dell'Area Lavori Pubblici (Prot. 45835 del 11.10.2016), al subappaltatore compete di trasmettere alla Provincia copia della fattura relativa ai lavori eseguiti, fattura che dovrà essere intestata all'appaltatore senza addebito di I.V.A. (in applicazione del regime c.d. "reverse charge" ex art. 17 del D.P.R. n.633/1972) e non alla stazione appaltante. Sul certificato di pagamento, saranno, quindi, indicati l'importo totale del S.A.L. e, in detrazione, oltre alle consuete ritenute di legge, l'importo liquidato al subappaltatore. L'I.V.A. e le ritenute di legge da applicare sono calcolate sull'importo totale del S.A.L. e devono essere applicate al solo appaltatore; tutti i pagamenti (in acconto o a saldo) all'appaltatore e al subappaltatore sono subordinati alla preventiva verifica della regolarità contributiva (D.U.R.C.) su entrambi i soggetti.

Art. 43 – Responsabilità in materia di subappalto

1. L'affidatario resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Stazione appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati. L'affidatario è solidalmente responsabile con il subappaltatore degli adempimenti, da parte di quest'ultimo, degli obblighi di sicurezza previsti dalla normativa vigente.
2. Il direttore dei lavori e il responsabile del procedimento, nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'articolo 92 del decreto legislativo n. 81/2008, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità e del subappalto.
3. Il subappalto non autorizzato comporta le sanzioni penali previste dal decreto-legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi ad un anno).

CAPO 10 - CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

Art. 44 - Controversie

1. Qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dei lavori comporti variazioni rispetto all'importo contrattuale in misura superiore al 10 per cento di quest'ultimo, si applicano i procedimenti volti al raggiungimento dell'accordo bonario disciplinati dall'art. 205 del D.Lgs. n.50/2016.
2. Ove non si proceda all'accordo bonario ai sensi del comma 1, né alla transazione di cui all'art.208 del D.Lgs. n. 50/2016, per la definizione delle controversie è competente il Foro di Modena.

Art. 45 - Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

1. L'appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare:
   a) nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'appaltatore si obbliga ad applicare integralmente il contratto nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili e affini e gli accordi locali e aziendali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori;
   b) i suddetti obblighi vincolano l'appaltatore anche qualora non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dalle dimensioni dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica;

Copia informatica per consultazione

c) è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante;
d) è obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.

2. In caso di inottemperanza, accertata dalla Stazione appaltante o a essa segnalata da un ente preposto, la Stazione appaltante medesima comunica all'appaltatore l'inadempienza accertata e procede a una detrazione del 20% per cento sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra; il pagamento all'impresa appaltatrice delle somme accantonate non è effettuato sino a quando non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.
3. Ai sensi dell'articolo 13 del capitolato generale d'appalto, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente, qualora l'appaltatore invitato a provvedervi, entro quindici giorni non vi provveda o non contesti formalmente e motivatamente la legittimità della richiesta, la stazione appaltante può pagare direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, anche in corso d'opera, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'appaltatore in esecuzione del contratto.

Art. 46 - Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori

1. Il contratto sarà risolto di diritto nei casi previsti dall'art. 108 comma 2 lettere a) e b) e cioè qualora sia intervenuta decadenza dall'attestazione di qualificazione per l'esecuzione dei lavori o sentenza di condanna passata in giudicato per i reati di cui all'art.80 del D.Lgs.n.50/2016 o l'applicazione di un provvedimento di prevenzione di cui al Codice delle leggi antimafia.
2. Il contratto potrà essere risolto nei casi previsti dal medesimo art. 108 comma 1 lett.a-d) nel caso in cui siano accertate le predette condizioni.
3. Oltre a quanto previsto ai commi 1 e 2 del presente articolo, il contratto potrà essere, altresì', risolto per grave inadempimento specificamente contestato all'appaltatore mediante lettera raccomandata con indicazione di volersi avvalere della presente disposizione con le relative conseguenze, senza necessità di ulteriori adempimenti, in ogni caso, con riserva di risarcimento per ogni eventuale ulteriore danno nel caso in cui si verifichino le seguenti condizioni:
   a) frode nell'esecuzione dei lavori;
   b) inadempimento alle disposizioni del direttore dei lavori riguardo ai tempi di esecuzione o quando risulti accertato il mancato rispetto delle ingiunzioni o diffide fattegli, nei termini imposti dagli stessi provvedimenti;
   c) manifesta incapacità o inidoneità, anche solo legale, nell'esecuzione dei lavori;
   d) inadempienza accertata alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro e le assicurazioni obbligatorie del personale;
   e) sospensione dei lavori o mancata ripresa degli stessi da parte dell'appaltatore senza giustificato motivo;
   f) rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei l avori nei termini previsti dal contratto;
   g) subappalto o subcontratto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto o violazione di norme sostanziali regolanti il subappalto;
   h) non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;
   i) nel caso di mancato rispetto della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori di cui al decreto legislativo n. 81/2008 o ai piani di sicurezza di cui agli articoli 39 e 40 del presente capitolato speciale, integranti il contratto, e delle ingiunzioni fattegli al riguardo dal direttore dei lavori, dal responsabile del procedimento o dal coordinatore per la sicurezza;
   l) in ogni caso in cui il direttore lavori accerti comportamenti dell'appaltatore che concretizzano grave inadempimento alle obbligazioni di contratto tali da compromettere la buona riuscita dei lavori;
   m) perdita dei requisiti generali di cui all'art. 80 del D.Lgs.n.50/2016;
   n) perdita dell'iscrizione della Ditta nelle c.d. "white lists" per gli appalti di lavori relativi alle lavorazioni c.d. "Sensibili" ovvero nella banca dati degli appalti relativi alla ricostruzione post sisma 2012;
   o) violazione delle norme relative alla c.d. "tracciabilità" dei pagamenti, di cui alla Legge n.136/2010 e ss.mm.ii.
4, Il contratto è altresì risolto ai sensi dell'art.109 in caso di perdita da parte dell'appaltatore, dei requisiti per l'esecuzione dei lavori, quali il fallimento o la irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscono la capacità di contrattare con la pubblica amministrazione.
5. Nei casi di risoluzione del contratto o di esecuzione di ufficio, la comunicazione della decisione assunta dalla Stazione appaltante è fatta all'appaltatore nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ricevimento, con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.

Copia informatica per consultazione

6. In relazione a quanto sopra, alla data comunicata dalla Stazione appaltante si fa luogo, in contraddittorio fra il direttore dei lavori e l'appaltatore o suo rappresentante ovvero, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature dei e mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché, nel caso di esecuzione d'ufficio, all'accertamento di quali di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione della Stazione appaltante per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.
7. Nei casi di risoluzione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'appaltatore, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della Stazione appaltante, nel seguente modo:
   a) ponendo a base d'asta del nuovo appalto l'importo lordo dei lavori di completamento da eseguire d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'appaltatore inadempiente medesimo;
   b) ponendo a carico dell'appaltatore inadempiente:
      1) l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'appaltatore inadempiente;
      2) l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;
      3) l'eventuale maggiore onere per la Stazione appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data prevista dal contratto originario.
      4) Il contratto è altresì risolto qualora, per il manifestarsi di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione, come definite dall'articolo 106 comma 10 delD.Lgs.n. 50/2016, si rendano necessari lavori suppletivi che eccedano il quinto dell'importo originario del contratto. In tal caso, proceduto all'accertamento dello stato di consistenza ai sensi del comma 3, si procede alla liquidazione dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10 per cento dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto.

8. Costituisce, altresì, causa di risoluzione del contratto, la violazione degli obblighi di condotta previsti dal Codice di comportamento dei dipendenti pubblici, ai sensi dell'art.2 comma 3 del D.P.R. 16.04.2013 n.62.

CAPO 11 - DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 47 - Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione

1. Al termine dei lavori e in seguito a richiesta scritta dell'impresa appaltatrice il direttore dei lavori redige, entro 10 giorni dalla richiesta, il certificato di ultimazione; entro trenta giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori il direttore dei lavori procede all'accertamento sommario della regolarità delle opere eseguite.
2. Ai sensi dell'art. 12 del D.M. 7 Marzo 2018 n.49, il certificato di ultimazione può prevedere l'assegnazione di un termine perentorio non superiore a sessanta giorni per il completamento di lavorazioni di piccola entità accertate da parte del direttore dei lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e sulle funzionalità dei lavori. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di redazione di nuovo certificato che accerti l'avvenuto completamento delle lavorazioni sopraindicate
3. In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal direttore dei lavori, fatto salvo il risarcimento del danno dell'ente appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, si applica la penale per i ritardi prevista dall'apposito articolo del presente capitolato speciale, proporzionale all'importo della parte di lavori che direttamente e indirettamente traggono pregiudizio dal mancato ripristino e comunque all'importo non inferiore a quello dei lavori di ripristino.
4. L'ente appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo, ovvero nel termine assegnato dalla direzione lavori ai sensi dei commi precedenti.

Copia informatica per consultazione

5. Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione finale del collaudo o del certificato di regolare esecuzione da parte dell'ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dal capitolato speciale.

Art. 48 - Termini per il collaudo o per l'accertamento della regolare esecuzione

1. Il certificato di collaudo è emesso entro il termine perentorio di sei mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio; esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi. Qualora il certificato di collaudo sia sostituito dal certificato di regolare esecuzione, questo deve essere emesso entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori.
2. Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di collaudo volte a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel capitolato speciale o nel contratto.

Art. 49 - Presa in consegna dei lavori ultimati

1. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori, ai sensi dell'art. 230 del Regolamento Generale.
2. Qualora la Stazione appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporvisi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.
3. Egli può però richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.
4. La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del direttore dei lavori o per mezzo del responsabile del procedimento, in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.
5. Qualora la Stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente capitolato speciale.

CAPO 12 - NORME FINALI

Art. 50 - Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

1. Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d'appalto, al regolamento generale e al presente capitolato speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono.
   a) la fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al direttore dei lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile;
   b) i movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaiamento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante;
   c) l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;
   d) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa direzione lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato e conservato;
   e) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato.

Copia informatica per consultazione

f) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione, della continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
g) il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto dell'ente appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;
h) la concessione, su richiesta della direzione lavori, a qualunque altra impresa alla quale siano affidati lavori non compresi nel presente appalto, l'uso parziale o totale dei ponteggi di servizio, delle impalcature, delle costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori che l'ente appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre ditte dalle quali, come dall'ente appaltante, l'impresa non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;
i) la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;
l) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della Stazione appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;
m) l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal capitolato speciale o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili;
n) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, nonché l'illuminazione notturna del cantiere;
o) la costruzione e la manutenzione entro il recinto del cantiere dei locali ad uso ufficio del personale di direzione lavori e assistenza, arredati, illuminati e provvisti di armadio chiuso a chiave, tavolo, sedie, macchina da scrivere, macchina da calcolo e materiale di cancelleria;
p) la predisposizione del personale, degli strumenti dei mezzi e delle attrezzature necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove, controlli e collaudo dei lavori tenendo a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna;
q) la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un certo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal capitolato speciale o precisato da parte della direzione lavori con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;
r) l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della direzione lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;
s) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori.
t) la predisposizione del personale, degli strumenti, dei mezzi e delle attrezzature necessari per le prove di collaudo sulle fondazioni, sulle strutture di qualsiasi genere, sugli impalcati dei ponti secondo le disposizioni della direzione lavori e del collaudatore, ogni onere compreso.

2. L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (Consorzi, rogge, privati, Comune, Provincia, ANAS, ENEL, Telecom e altri eventuali) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, tutti i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.

Art. 51 - Obblighi speciali a carico dell'appaltatore

1. L'appaltatore è obbligato alla tenuta delle scritture di cantiere e in particolare:

Copia informatica per consultazione

a) il libro giornale a pagine previamente numerate nel quale sono registrate, a cura dell'appaltatore:
   - tutte le circostanze che possono interessare l'andamento dei lavori: condizioni meteorologiche, maestranza presente, fasi di avanzamento, date dei getti in calcestruzzo armato e dei relativi disarmi, stato dei lavori eventualmente affidati all'appaltatore e ad altre ditte,
   - le disposizioni e osservazioni del direttore dei lavori,
   - le annotazioni e contro deduzioni dell'impresa appaltatrice,
   - le sospensioni, riprese e proroghe dei lavori;

b) il libro dei rilievi o delle misure dei lavori, che deve contenere tutti gli elementi necessari all'esatta e tempestiva contabilizzazione delle opere eseguite, con particolare riguardo a quelle che vengono occultate con il procedere dei lavori stessi; tale libro, aggiornato a cura dell'appaltatore, è periodicamente verificato e vistato dal Direttore dei Lavori; ai fini della regolare contabilizzazione delle opere, ciascuna delle parti deve prestarsi alle misurazioni in contraddittorio con l'altra parte;

c) note delle eventuali prestazioni in economia che sono tenute a cura dell'appaltatore e sono sottoposte settimanalmente al visto del direttore dei lavori e dei suoi collaboratori (in quanto tali espressamente indicati sul libro giornale), per poter essere accettate a contabilità e dunque retribuite.

d) L'appaltatore dovrà inoltre tenere a disposizione in originale o in copia (resa conforme ai sensi del 445/2000) i seguenti documenti:
   – il libro unico del lavoro nel quale sono inscritti tutti i lavoratori subordinati, i collaboratori coordinati e continuativi e gli associati in partecipazione con apporto lavorativo. Il libro unico dovrà essere tenuto secondo le prescrizioni contenute negli articoli 39 e 40 del D.L. 25.6.2008 n.112 come modificato dalla Legge 6.08.2008 n. 133 e secondo le disposizioni previste dal Decreto del Ministero del Lavoro 9 Luglio 2008 "Modalità di tenuta e conservazione del libro unico del lavoro e disciplina del relativo regime transitorio" e nella Circolare 21 Agosto 2008 n.20/2008. Per i lavoratori extracomunitari anche il permesso o la carta di soggiorno. Ogni omissione, incompletezza o ritardo in tale adempimento sarà segnalato dal coordinatore in fase di esecuzione dei lavori alla Direzione Provinciale del lavoro – Servizio Ispezioni del Lavoro;
   – registro infortuni aggiornato;
   – eventuali comunicazioni di assunzione;
   – documento unico di regolarità contributiva (DURC) che dovrà essere aggiornato;
   – documentazione attestante la formazione di base in materia di prevenzione e sicurezza sui luoghi di lavoro, come previsto dagli accordi contrattuali, effettuata ai propri lavoratori presenti sul cantiere;
   – documentazione relativa agli obblighi del D.Lgs.n.81/2008 ai propri impianti di cantiere, al POS, al piano di montaggio/smontaggio ponteggi;
   - copia dell'autorizzazione al/i subappalto/i e/o copia della/e comunicazione/i di fornitura/e con posa in opera.

2. Nell'ambito dei cantieri edili, compresi i lavori stradali, l'appaltatore deve assicurare il rispetto di quanto previsto rispettivamente dagli articoli 18 comma 1 lett.u) e 20 comma 3 del D.Lgs.n.81/2008 in materia di tessera di riconoscimento per tutti i lavoratori che operano nel cantiere, compresi i lavoratori autonomi. La tessera di riconoscimento deve contenere foto e generalità (nome, cognome e data di nascita) del lavoratore, la data di assunzione e l'indicazione (nome e ragione sociale) del datore di lavoro e, in caso di subappalto, la relativa autorizzazione. Nel caso di lavoratori autonomi, la tessera di riconoscimento di cui all'art.21, comma 1, lettera c) del D.Lgs. n.81/2008 deve contenere anche l'indicazione del committente. Le imprese con meno di 10 dipendenti possono adempiere a tale obbligo attraverso apposito registro, vidimato dalla Direzione Provinciale del lavoro e da tenere sul luogo di lavoro, nel quale siano rilevate giornalmente le presenze nel cantiere
3. L'appaltatore è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla direzione lavori su supporto cartografico o magnetico-informatico. L'appaltatore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della direzione lavori, l'appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa direzione lavori.
   (solo per lavori che comportano l'esecuzione di opere da interrare e non più ispezionabili, quali sottomurazioni, palificazioni, fognature profonde ecc., aggiungere il seguente comma)
4. L'appaltatore deve produrre alla direzione dei lavori un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione ovvero a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.

Art. 52 – Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione

1. I materiali provenienti dalle escavazioni e dalle demolizioni sono di proprietà della Stazione appaltante.
2. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto i materiali provenienti dalle escavazioni devono essere trasportati e regolarmente accatastati in cantiere, a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi

Copia informatica per consultazione

quest'ultimo compensato degli oneri di trasporto e di accatastamento con i corrispettivi contrattuali previsti per gli scavi.

3. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto i materiali provenienti dalle demolizioni devono essere trasportati e regolarmente accatastati in cantiere a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato degli oneri di trasporto e di accatastamento con i corrispettivi contrattuali previsti per le demolizioni.
4. Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'articolo 35 del capitolato generale d'appalto.

Art. 53 – Custodia del cantiere

1. E' a carico e a cura dell'appaltatore la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della Stazione appaltante e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione appaltante.
2. Ai sensi dell'articolo 22 della legge 13 settembre 1982, n. 646, per i lavori di particolare delicatezza e rilevanza che richiedano la custodia continuativa, la stessa deve essere affidata a personale provvisto di qualifica di guardia particolare giurata; la violazione della presente prescrizione comporta la sanzione dell'arresto fino a tre mesi o dell'ammenda da Euro 51,65 a Euro 516,46.

Art. 54 – Cartello di cantiere

1. L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito numero 1 esemplare del cartello indicatore, con le dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, e comunque sulla base di quanto indicato nella allegata tabella «B», curandone i necessari aggiornamenti periodici.

Art. 55 – Spese contrattuali, imposte, tasse

1. Sono a carico dell'appaltatore senza diritto di rivalsa:
   a) le spese contrattuali;
   b) le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;
   c) le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori;
   d) le spese, le imposte, i diritti di segreteria e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto.
2. Sono altresì a carico dell'appaltatore tutte le spese contrattuali e di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro (art. 8 del M.D.145/2000 ed art. 32 del D. Lgs. n.50/2016), dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione.
3. Qualora, per atti aggiuntivi o risultanze contabili finali determinanti aggiornamenti o conguagli delle somme per spese contrattuali, imposte e tasse di cui ai commi 1 e 2, le maggiori somme sono comunque a carico dell'appaltatore e trova applicazione l'articolo 8 del capitolato generale.
4. A carico dell'appaltatore restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente gravino sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.
5. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.); l'I.V.A. è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente capitolato speciale d'appalto si intendono I.V.A. esclusa.

Copia informatica per consultazione

Copia informatica per consultazione

PARTE SECONDA
PRESCRIZIONI TECNICHE

Art. 1. SCAVI DI SBANCAMENTO E FONDAZIONE

Per scavi di sbancamento si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale ed aperti lateralmente almeno da una parte. Al di sotto di tale piano appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento gli scavi per la formazione della sede stradale ed opere accessorie e per allargamento o formazione di trincee. Rientrano nella categoria degli scavi di sbancamento quelli per lo scotico e per la formazione di cordoli o di cassonetti, nonché gli scavi delle cunette e dei fossi di guardia, nonché gli scavi per eventuale bonifica. Valgono in generale per gli scavi di terreno agrario gli oneri di deposito, rimaneggiamento e ripresa, detti al primo capoverso del precedente articolo a proposito dei rilevati e pertanto il volume di scotico verrà contabilizzato solo come scavo di sbancamento, senza nessun altro speciale compenso. I piani finiti degli scavi di sbancamento devono presentarsi ben spianati e livellati, con totale assenza di solcature o buche e materiale terroso sciolto. Le scarpate devono essere accuratamente profilate. Di norma le terre provenienti dagli scavi saranno impiegate nei rilevati fino al loro totale esaurimento, fatta eccezione per le terre giudicate non idonee dal Direttore Lavori; pertanto l'Impresa dovrà eseguire gli scavi secondo un programma generale ben definito ed approvato dal Direttore dei Lavori, onde garantire il pieno impiego delle quantità scavate a rilevato, secondo le disposizioni ricevute. Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi agli impianti di opere murarie che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi fra le parti riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera. Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere murarie saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione Lavori. Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o disposto a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate. Anche nel caso di fondazione su strati rocciosi, questi ultimi debbono essere convenientemente spianati e gradonati come sopra. Gli scavi di fondazione saranno di norma eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà all'occorrenza sostenerli con convenienti sbadacchiature, il quale onere resta compensato nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose, ed alle opere per frammenti di scavo. Potranno anche essere eseguiti con pareti a scarpata ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza. In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente necessario per la fondazione dell'opera, e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti attorno alla fondazione dell'opera. Nei lavori di scavo l'Impresa dovrà sempre attuare tutte le cautele, compreso il puntellamento ed il procedimento a campioni atto a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'Impresa stessa esclusivamente responsabile degli eventuali danni.

Ai sensi dell'articolo 43 del D.P.R. n.207/2010, del regolamento generale, questa parte deve contenere le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione di materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, ove necessario, in relazione alle caratteristiche dell'intervento, l'ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni; nel caso in cui il progetto prevede l'impiego di componenti prefabbricati, ne vanno precisate le caratteristiche principali, descrittive e prestazionali, la documentazione da presentare in ordine all'omologazione e all'esito di prove di laboratorio nonché le modalità di approvazione da parte del direttore dei lavori, sentito il progettista, per assicurarne la rispondenza alle scelte progettuali.
Nel caso di interventi complessi il capitolato contiene l'obbligo per l'aggiudicatario di redigere un documento (piano di qualità di costruzione e di installazione), da sottoporre alla approvazione della direzione dei lavori, che prevede, pianifica e programma le condizioni, sequenze, modalità, strumentazioni, mezzi d'opera e fasi delle attività di controllo da svolgersi nella fase esecutiva. A tal fine il capitolato deve suddividere tutte le lavorazioni previste in tre classi di importanza: critica, importante, comune.

Copia informatica per consultazione

Art. 2. OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO

2.1. *Impasti di conglomerato cementizio.*

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto nel D.M. 17 gennaio 2021.
La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività. L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.
Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI 9858 che precisa le specifiche tecniche dei materiali costituenti il calcestruzzo, la sua composizione e le proprietà del calcestruzzo fresco e indurito. Fissa inoltre i metodi per la verifica, la produzione, il trasporto, consegna, getto e stagionatura del calcestruzzo e le procedure di controllo della sua qualità.

2.2. *Controlli sul conglomerato cementizio.*

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2021. Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel D.M. 17 gennaio 2021.
La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto. Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari.
I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera dei casseri, secondo le modalità previste.

2.3. *Norme di esecuzione per il cemento armato normale.*

Nelle esecuzione delle opere di cemento armato normale l'appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella legge 5 novembre 1971, n. 1086 e nelle relative norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2021. In particolare:

a) Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni. Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso ad opportune cautele.
b) Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate. Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:
   - saldature eseguite in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
   - manicotto filettato;
   - sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra, In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.
c) Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto nel D.M. 17 gennaio 2021. Per barre di acciaio incrudito a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo,
d) La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 3 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 3 cm nel caso di travi e pilastri. Tali

Copia informatica per consultazione

misure devono essere aumentate, e al massimo rispettivamente portate a 3 cm per le solette ed a 4 per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina ed altri agenti aggressivi. Copriferri maggiori richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti). Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm. Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto.

e) Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

Art. 3. RINTERRI

Per l'esecuzione di qualunque opera di rinterro, e fino alle quote prescritte dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, salvo diverse indicazioni della Direzione dei lavori e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, se disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori.
Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.
Nell'esecuzione dei suddetti rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione.

Art. 4. STRUTTURE IN ACCIAIO

Per quanto non espressamente indicato nel seguito vedasi a "relazione sui materiali strutturali", che ivi si intende totalmente richiamato. Le strutture saranno di classe di esecuzione di tipo EXC2.

4.1. GENERALITÀ

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati devono essere dotato d'adeguate procedura di controllo di produzione in fabbrica.
Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione del
Committente, Direttore dei Lavori e collaudatore o qualsiasi soggetto od ente di controllo che n'abbia titolo.
L'Impresa sarà tenuta a presentare, a propria cura e spese, in tempo utile, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei lavori, primadell'approvvigionamento dei materiali:

a) elaborati progettuali esecutivi di cantiere comprensivi dei **disegni esecutivi d'officina e di montaggio**, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare, sollecitazioni in fase di montaggio , coerentemente agli elaborati progettuali presenti (tali elaborati dovranno essere firmate da tecnico abilitato, assieme alla modulistica che la Committenza ritenesse necessaria);
b) tutte le indicazioni di cantiere necessarie alla corretta impostazione ed innesto delle strutture metalliche sulle opere di fondazione (**collegamento nodi acciaio-c.a.**);
c) quanto indicato nella relazione sui materiali cui si rimanda.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore, sentito il progettista delle strutture: essi dovranno essere vistati dalla D.L., prima che si possano porre in opera le medesime opere metalliche.

Copia informatica per consultazione

Gli acciai ammessi per le strutture in progetto sono del **tipo S275 .**
Sono ammessi i collegamenti bullonati esclusivamente se realizzati con **bulloni ad alta resistenza di classe 8.8** (o superiore): viti cl. 8.8 - dadi 6S (fyb = 900 N/mm2, ftb = 1000 N/mm2).
E' consentito l'impiego d'acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.
Per quanto non espressamente indicato, in quanto compatibile, si rimanda alle "Generalità d'impiego, messa in opera degli acciai da c.a,
protezione" ed "acciaio-definizioni" del capitolo riguardante le "ARMATURE D'ACCIAIO ORDINARIO".
L'acciaio costituente le membrature, le saldature ed i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

4.2. CONTROLLI IN CORSO DI LAVORAZIONE

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le e indicazioni di cui al § 11.3.3.5.3 del D.M. 17/01/2018, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.
Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 del D.M. 17/01/2018, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.
Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le disposizioni di cui al § 11.3.3.5.3 del D.M. 17/01/2018.
L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare, in ogni momento, la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei lavori.
Alla Direzione dei lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire, in ogni momento della lavorazione, tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.
Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo, l'Impresa informerà la Direzione dei lavori, la quale fornirà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

4.3. MONTAGGIO

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, e previsto nella relazione di calcolo e nella relazione sui materiali.
Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano
deformate o sovra-sollecitate.
Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.
Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.
La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere attuata solo quando essi risulteranno staticamente superflui.
E ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica, purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.
Per le unioni con bulloni, l'Impresa effettuerà un controllo preliminare di serraggio su un numero adeguato di bulloni, alla presenza della Direzione dei lavori.

Copia informatica per consultazione

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata e, in particolare, quelle riguardanti:

- l'ingombro delle zone interessate;
- le interferenze con i servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

Nella posa in opera dei manufatti sono anche compresi tutti gli oneri ad essa connessi, quali ad esempio: il trasporto, lo scarico, l'immagazzinamento nel deposito di cantiere, il sollevamento ed il trasporto fino al sito di collocamento, qualsiasi opera provvisionale, diprotezione e mezzo d'opera occorrente, ogni materiale di consumo, l'impiego di ogni mano d'opera specializzata, eventuale spicconatured'intonaco, eventuali scalpellamenti e tagli di murature e di conglomerati cementizi, l'esecuzione di ogni altra lavorazione nelle pietre e nei marmi, le murature di grappe, tutte le ferramenta accessorie, la rincocciatura, le stuccature, la ripresa delle murature, dei conglomerati cementizi, degli intonachi e dei rivestimenti, nonché quanto altro occorra per dare l'opera completamente e perfettamente finita e rifinita.
I manufatti metallici collocati definitivamente in opera dovranno risultare posti nella loro esatta posizione e, se mobili, dovranno avere regolare, libero, completo e perfetto movimento: in caso contrario sarà a carico dell'Appaltatore ogni opera necessaria, ogni riparazione ed ogni correzione per eliminare qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata fino all'approvazione del collaudo, restando l'Appaltatore stesso obbligato al risarcimento degli eventuali danni conseguenti.
Ogni guasto arrecato ai manufatti nel loro collocamento in opera ed i danni che venissero apportati alle eventuali verniciature dovranno essere riparati a spese dell'Appaltatore.
Tanto durante la giacenza in cantiere, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in opera, l'Appaltatore dovrà aver cura che i manufatti non abbiano a subire guasti o lordure, proteggendoli convenientemente dagli urti, dalla calce, ecc. sia nelle superfici che negli spigoli.

4.4. VARIE

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice e/o rivestimento antincendio, verrà eseguita da parte della Direzione dei lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature, per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.
Ove nulla osti, si procederà, una volta ottemperato tutti gli obblighi normativi e progettuali quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa.
Si rammenta che l'Appaltatore dovrà informare sempre la stazione Appaltante dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati affinché, prima che ne venga iniziata la lavorazione, l'Appaltante stesso possa disporre i preliminari esami e verifiche dei materiali medesimi.
E' riservata all'Appaltante la facoltà di disporre e far effettuare visite, esami e prove negli stabilimenti di produzione dei materiali, i quali
stabilimenti pertanto dovranno essere segnalati all'Appaltante in tempo utile.
Per quanto riguarda i requisiti di costruzione richiesti, i riferimenti sono le norme EN 1090-2 per le strutture in acciaio e alla norma EN 1090-3 per quelle in alluminio. I requisiti per la valutazione di conformità per tutte le tipologie di strutture sono definiti secondo uno standard unico, che si tratti di una semplice tettoia di un grande edificio o di una trave di un ponte ferroviario.

Art. 5. LASTRE DI COPERTURA DELLA TETTOIA

Lastra piana in policarbonatocompatto, con spessore 10 mm, protetto ai raggi U.V.le lastre sono fornite conlunghezza a misura ricavate dalastre standard con dimensioni 2050x6100mm.Autoestinguente euroclasse b s2 d0.
Impiego: realizzazione di coperturepiane e curve, tamponamentiverticali o inclinati.Per le coperture curve la lastraviene curvata a freddo in operarispettando iraggi di curvatura minimi indicatiaccessori: il sistema e' completatoda accessori in alluminio per ilfissaggio e viti autoperforanti inacciaio

Copia informatica per consultazione

Art. 6. CONDIZIONI GENERALI PER LE OPERE EDILI

6.1. GENERALITA'

A - Riferimenti

Per quanto non in contrasto con le presenti specifiche, valgono le norme del "CAPITOLATO SPECIALE TIPO PER APPALTI DI LAVORI EDILIZI" (di seguito richiamato con C.S.T.), redatto dal Servizio Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici, aggiornato con D.P.R. 16 luglio 1962, n. 1063 e suoi eventuali, ulteriori, successivi aggiornamenti.

B - Regole generali

Ai fini contrattuali le varie sezioni od articoli devono intendersi fra di loro correlati ed integrati.
I lavori, descritti nelle diverse sezioni, devono essere fra di loro coordinati, in modo da assicurare un regolare procedere di tutte le lavorazioni oggetto dell'appalto.
Le specifiche relative alle opere di pertinenza di una sezione, ma in essa non menzionate, vanno ricercate in altre sezioni.
Le norme di seguito richiamate devono intendersi come facenti parte integrante dei documenti contrattuali.
Le raccomandazioni dei Produttori sul trasporto, l'installazione e la posa in opera dei materiali e/o manufatti avranno valore di norma.
Le specifiche, nella loro stesura, potrebbero contenere delle frasi incomplete, l'Appaltatore dovrà completarle e interpretarle secondo la logica dell'argomento trattato.
L'errata ortografia, la mancanza di punteggiatura od altri errori similari non potranno modificare l'interpretazione del senso delle frasi intese nel contesto dell'argomento trattato.
In caso di riferimenti a sezioni diverse errati o mancanti, l'Appaltatore dovrà procedere alla loro individuazione secondo la logica dell'argomento trattato.
I lavori descritti nelle specifiche devono intendersi forniti in opera e compiuti in ogni loro parte, comprensivi, cioè, di tutti gli oneri derivanti da prestazioni di mano d'opera, fornitura di materiali, trasporti, noli, ecc.
Quale regola generale s'intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materie prime e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio ed accettazione della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.
Nel caso di prodotti industriali e/o innovativi, la rispondenza deve risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.
I materiali in genere occorrenti per la realizzazione delle opere verranno approvvigionate dalle località e dai fornitori che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, ma dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori che accerterà a suo insindacabile giudizio la loro idoneità e rispondenza alle norme ed al presente Capitolato Speciale.
I materiali da impiegare dovranno provenire da fornitori il cui sistema di produzione sia stato certificato ISO 9000; dovranno essere rispondenti alle norme di buona tecnica ad essi applicabili e - ove previsto dalle norme - dovranno essere dotati di marchio CE e di marchio IMQ o di altro marchio di uno dei paesi della Comunità Europea.
Essi dovranno essere della migliore qualità ed al momento dell'uso dovranno trovarsi in perfetto stato di conservazione; la loro posa in opera dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole dell'arte.

6.2. LEGGI E NORME

I lavori, descritti nelle specifiche, dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi e normative vigenti in materia, e loro successivi eventuali aggiornamenti. Inoltre vanno rispettate le prescrizioni relative a:

- Normative UNI, UNI-CNR, CEI;

Copia informatica per consultazione

- Standard e prescrizioni degli Enti erogatori di energia e di servizi;

- Norme particolari del Committente, qualora esplicitate.

Per quanto non previsto dalla Legislazione e Normativa Tecnica Nazionale si farà riferimento alle norme emanate dai seguenti Enti e/o Istituti:

- ASTM - B.S. - D.I.N. - AFOR - ISO STANDARD - AASHTO.

Qualora l'Appaltatore intenda avvalersi degli standard di detti Istituti dovrà sottoporre alla D.L., per approvazione, copia della norma relativa all'argomento trattato. Nel caso in cui non esistano particolari standard normativi, potranno essere impiegati materiali e/o manufatti con "marchio", per i quali verranno adottate le specifiche del Produttore, il tutto conformemente alle attuali normative in vigore.
Tutti i materiali dovranno essere corredati da marcatura ce, nel pieno rispetto dell'attuale quadro normativo.

6.3. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.
Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale approvato con D.M. n. 145 di data 19/04/2000.
I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.
L'appaltatore è obbligato a notificare alla Direzione dei Lavori, in tempo utile, e in ogni caso almeno quindici giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni
da sottoporre, a spese dell'Appaltatore, alle prove e alle verifiche che la Direzione Tecnica reputasse necessarie prima di accettarli.
In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.
L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, non può mai pregiudicare il diritto della Direzione Lavori stessa, di rifiutare in qualsiasi tempo, anche se già posti in opera e fino a collaudo definitivo, i materiali che non corrispondessero ai requisiti e alle caratteristiche contrattuali.
Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego,
l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.
Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.
I materiali da impiegare nei lavori, con riferimento alla citate normative ed eventuali necessarie modificazioni, dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati:

ACQUA
Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 09/01/1996 in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

LEGANTI IDRAULICI

Copia informatica per consultazione

Dovranno corrispondere alla Legge 26 maggio 1965 (G.U. n. 143 del 10 giugno 1965) e relativo D.M. 14 gennaio 1966 (G.U. n. 37 del 12 febbraio 1966) "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici".
Si distinguono in:
Cementi (di cui all'art. 1 lettera a), b), c) della Legge 595/1965).
Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:
D.M. 3 giugno 1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 180 del 17.07.68).
D.M. 20 novembre 1984 "Modificazione al D.M. 3.06.68 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 353 del 27.12.84).
Avviso di rettifica al D.M. 20 novembre 1984 (G.U. n. 26 del 31.01.85).
D.M. 9 marzo 1988 n. 126 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi".
Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno
rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:
D.M. 31 agosto 1972 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" (G.U. n. 287 del 6 novembre 1972).

CALCI AEREE - POZZOLANE
Dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle calci aeree", R.D. 16.11.1939, n. 2231, ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16.11.1939, n. 2230.

GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI
Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 09/01/1996 “norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica”.
Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però, salvo diversamente specificato in MIX DESIGN, non si dovrà superare
la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.). Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni
riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE - ADDITIVI DA IMPIEGARE PER PAVIMENTAZIONI
Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4 - Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

GHIAIE - GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI
Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali e successive modifiche.
Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e
particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

Copia informatica per consultazione

MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055. È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018 a condizione che la miscela di calcestruzzo, confezionato con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure di cui alle Capitolato Speciale d'Appalto Lavori per il completo ripristino della funzionalità della palazzina D2 della sede ARPA di Torino via Pio VII, 9 – 10135 Torino (TO) pag. 46 citate norme. Per quanto riguarda i controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla verifica delle caratteristiche tecniche riportate al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma UNI EN 934, si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali", l'attestazione di conformità alle norme UNI EN 934, UNI EN 480 (varie parti). 4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative. Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 934 (varie parti), UNI EN 480 (varie parti), UNI EN 13055-1. Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito. Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 17 gennaio 2018, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti. Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI EN 771. Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti. La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra. Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio. E' facoltà della Direzione dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE

Copia informatica per consultazione

1) La terminologia utilizzata (come da norma UNI EN 12670) ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc. Capitolato Speciale d'Appalto Lavori per il completo ripristino della funzionalità della palazzina D2 della sede ARPA di Torino via Pio VII, 9 – 10135 Torino (TO) pag. 54 Marmo (termine commerciale). Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino). A questa categoria appartengono: - i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini; - i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili; - gli alabastri calcarei; - le serpentiniti; - oficalciti.Granito (termine commerciale). Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, felspatoidi) A questa categoria appartengono: - i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanerocristalline, costituite da quarzo, feldspati sodico - potassici e miche); - altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.); - le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica; - alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi. Travertino Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili. Pietra (termine commerciale) Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile. A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariatissima, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti: - rocce tenere e/o poco compatte; - rocce dure e/o compatte. Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche, (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.). Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle forme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI EN 12670 e UNI EN 14618.
2) I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue: a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto, come da norma UNI EN 12407 oppure avere origine del bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducano la resistenza o la funzione; b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze; c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale): - massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI EN 13755 e UNI EN 14617-1; - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI EN 13755 e UNI EN 14617; - resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI EN 1926 e UNI EN 14617; - resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI EN 12372 e UNI EN 14617; - modulo di elasticità, misurato secondo la norma e UNI EN 14146; - resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del Regio Decreto 2234/39 e UNI EN 14617; d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle Capitolato Speciale d'Appalto Lavori per il completo ripristino della funzionalità della palazzina D2 della sede ARPA di Torino via Pio VII, 9 – 10135 Torino (TO) pag. 55 prescrizioni di progetto. I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei Lavori anche in base ai criteri generali dell'articolo relativo ai materiali in genere ed in riferimento alle norme UNI EN 12057 e UNI EN 12058. Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 14617 UNI EN 12407 - UNI EN 13755 - UNI EN 1926 - UNI EN 12372 - UNI EN 14146. Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presen-

Copia informatica per consultazione

te articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE

1 - Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione. Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sulla esecuzione delle pavimentazioni. I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2 - Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione di cui alla norma 14411 basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo le norme UNI EN ISO 10545-2 e 10545-3. Capitolato Speciale d'Appalto Lavori per il completo ripristino della funzionalità della palazzina D2 della sede ARPA di Torino via Pio VII, 9 – 10135 Torino (TO) pag. 56 a) Le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alla norma UNI EN 14411. I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, ed, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei Lavori e fornitore. b) Per i prodotti definiti "pianelle comuni di argilla", "pianelle pressate ed arrotate di argilla" e "mattonelle greificate" dal Regio Decreto 2234/39, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti: - resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kgm) minimo; - resistenza alla flessione 2,5 N/mm² (25 kg/cm)2 minimo; - coefficiente di usura al tribometro 15 mm massimo per 1 km di percorso. c) Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse, per cui: - per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alle norme UNI vigenti; - per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei Lavori nel rispetto della norma UNI EN ISO 10545-1. d) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

INFISSI

1 - Si intendono per infissi gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno. Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono, inoltre, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi. Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI 8369 ed alla norma armonizzata UNI EN 12519. I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti. La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. I prodotti di seguito dettagliati dovranno garantire in particolare le prestazioni minime di isolamento termico determinate dalla vigente normativa in materia di dispersione energetica.

2 - I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto

Copia informatica per consultazione

nel tempo. a) La Direzione dei Lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste. b) La Direzione dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche o in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. La attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione. 3 - Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento. a) La Direzione dei Lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e, dei loro rivestimenti, controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra, mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici. b) La Direzione dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche, ecc.). La attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione. Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 12207, UNI EN 12208, UNI EN 12210, UNI EN 12211, UNI EN ISO 10077, UNI EN 179, UNI EN 1125, UNI EN 1154, UNI EN 1155, UNI EN 1158, UNI EN 12209, UNI EN 1935, UNI EN 13659, UNI EN 13561, UNI EN 13241, Capitolato Speciale d'Appalto Lavori per il completo ripristino della funzionalità della palazzina D2 della sede ARPA di Torino via Pio VII, 9 – 10135 Torino (TO) pag. 69 UNI 10818, UNI EN 13126-1, UNI EN 1026 UNI EN 1027. Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio. Porte e portoni omologati EI Il serramento omologato EI deve essere installato seguendo le specifiche indicazioni riportate nel certificato di prova che, assieme all'omologazione del Ministero dell'Interno, alla dichiarazione della casa produttrice di conformità al prototipo approvato e alla copia della bolla di consegna presso il cantiere, dovrà accompagnare ogni serramento. La ditta installatrice dovrà inoltre fornire una dichiarazione che attesti che il serramento è stato installato come specificato nel certificato di prova. 5.13.1) Porte scorrevoli Per motivi progettuali ovvero funzionali allo spazio disponibile è sempre più frequente il caso di soluzioni con porte scorrevoli. Al pari di altri tipi di serramenti, anche questi dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni esecutivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate) si intenderà comunque, nel loro insieme, una realizzazione conforme alle indicazioni previste dalla norma UNI EN 1628 in materia di resistenza alle sollecitazioni e alla UNI EN 12046-2 per le forze di manovra indicate. Le porte scorrevoli potranno essere: • interne (o a scomparsa) • esterne rispetto al muro. Porte scorrevoli interne Le porte scorrevoli "interne" (o a scomparsa), quando aperte, saranno allocate completamente all'interno della parete che le ospita. Le ante di tali porte potranno essere previste con una o più ante. Nel caso di porte scorrevoli a due ante sarà previsto un sistema a scorrimento con due controtelai, o cassettoni più piccoli rispetto all'apertura, posti ai lati. Il controtelaio potrà essere posto su un unico lato e largo abbastanza da alloggiare le due ante parallele che scorreranno contrapposte e si eclisseranno nello stesso vano. Porte scorrevoli esterne Le porte scorrevoli "esterne", correranno su un binario o un bastone fissato alla parete e quando aperte, l'anta si sovrapporrà ad essa impegnando uno spazio pari alla grandezza dell'anta stessa. Con le porte scorrevoli esterne si potrà sfruttare meglio lo spazio interno alla parete potendo installare impianti, cavi

Copia informatica per consultazione

sottotraccia, prese e interruttori, che diversamente non sarebbe possibile inserire. Le ante delle porte scorrevoli esterne saranno sempre a vista e si muoveranno lungo la parete, lateralmente all'apertura, su di un binario prefissato. Per entrambi i tipi di porta potranno essere previste ante di varia finitura ovvero in vetro di design opaco o traparente al fine di donare maggiore luminosità agli ambienti serviti. Caratteristiche del controtelaio La struttura del controtelaio o cassonetto sarà in acciaio zincato, di spessore idoneo sia nei fianchi che nei profili posteriore e di fondo. Il fianco del cassonetto sarà realizzato in un unico pezzo di lamiera e presenterà delle grecature per conferire una maggiore rigidità alla struttura. Una rete metallica, che completerà il fianco, sarà prevista in acciaio zincato e fissata al fianco mediante graffette consentendo così l'ancoraggio diretto dello strato d'intonaco finale. Si avrà cura inoltre, di prevedere una rete a maglia fine in fibra di vetro che, posta nella parte di giunzione tra cassonetto e laterizio, fungerà da protezione per possibili fessurazioni dell'intonaco. Nel caso di parete da realizzare in cartongesso, dovrà essere previsto un controtelaio con profili orizzontali in acciaio zincato atti sia a rinforzare la struttura che a facilitare l'applicazione e il fissaggio delle lastre di cartongesso. Il sistema di scorrimento sarà composto da un profilo guida in alluminio, o altro materiale equivalente, e sarà fissato in modo stabile, corredato da carrelli con cuscinetti

6.4. CAMPIONATURE DI MATERIALI E COLORI

Le campionature definite in questa sottosezione sono quelle atte a dimostrare le qualità fisiche ed estetiche dei materiali e/o manufatti impiegati nella costruzione, e si differenziano da quelle che dovranno comunque essere fornite dall'Appaltatore per le prove ed i collaudi richiesti dal Direttore dei Lavori.

A - Misure dei campioni

1) Per i materiali considerati a pezzo (mattoni, blocchi, piastrelle ecc.), quattro pezzi di misura normale se questa non supera i mq 0.3;
2) per i materiali forniti in foglio (compensato, vetro, plastica, tessuto ecc.) un campione di misura non inferiore a 20 cm per lato e non superiore a 30 cm per lato, se non richiesto in misura diversa;
3) per i materiali sciolti (aggregati, leganti, vernici, additivi ecc.) un campione non inferiore ad 1 dm^3;
4) per i materiali considerati a numero (accessori di serramenti, serrature ecc.) un campione;
5) per i materiali considerati a misura lineare (profili, estrusioni, cavi ecc.) un campione di sezione normale e di lunghezza non inferiore a 25 cm;
6) per i materiali forniti in contenitori (leganti, sigillanti, adesivi ecc.) un contenitore di misura normale non inferiore ad 1 dm3;
7) per le murature ed i rivestimenti di paramenti esterni, (se a casellario) dovrà essere eseguito un campo di superficie non inferiore a mq 6 per ogni sfumatura di colore;
8) per le pavimentazioni ed i rivestimenti interni (se a casellario) dovrà essere eseguito un campo di superficie non inferiore a mq 4 per ogni sfumatura di colore.

Quando i materiali possono avere delle variazioni naturali di colore o struttura, l'Appaltatore dovrà fornire una campionatura che indichi le varie possibilità di variazione.

6.5. CERTIFICATI DI PROVENIENZA

I certificati devono essere rilasciati da laboratori di prove autorizzati, e prodotti in triplice copia nei casi seguenti:

- quando richiesto dalle specifiche;
- quale accompagnamento di campioni di materiali e comprova della loro conformità alle specifiche tecniche;
- per tutti i materiali per i quali verrà richiesta una specifica diversa da quella contrattuale;

Copia informatica per consultazione

- l'Appaltatore potrà produrre di sua iniziativa certificati di materiali anche se non espressamente richiesti;
- su richiesta del Direttore dei Lavori, e qualora non trattasi di certificazioni relative a campionature prelevate a norma di legge in cantiere, detti certificati potranno avere valore di "certificato di prova".

Valgono inoltre tutte le prescrizioni normative in materia.

Copia informatica per consultazione

TABELLA «A»	**PARTI DI LAVORAZIONI OMOGENEE - CATEGORIE CONTABILI ai fini della contabilità e delle varianti in corso d'opera - articolo 5**

n.	*Designazione delle categorie (e sottocategorie) omogenee dei lavori*				*In Euro*	*In %*
1	Scavi e rinterri				2143.51	13.891%
2	Fondazioni in c.a.				2224.67	14,417%
3	Elevazioni in acciaio				2063.05	13,369%
4	Copertura in policarbonato				9000,00	58,323%
5						…….%
6						…….%
7						…….%
8						…….%
9						…….%
10						…….%
11						…….%
	11a		(*)	…….%	(*)	
	11b			…….%		
	11c			…….%		
12						…….%
13						…….%
14						…….%
	14a			…….%		
	14b			…….%		
15						…….%
16						…….%
17						…….%
	Parte 1 - Totalelavoro ACORPO (articolo 27)				15431,23	100,00%
18						
19						
20						
	Parte 2 - Totale lavori IN ECONOMIA (articolo 28)				0,00	
a)	Totale importo esecuzione lavori (base d'asta) (parti 1 + 2)				15431,23	
1						
2						
	Parte 1- Totale oneri per la sicurezza A MISURA (articolo 26)				0,00	
3						…….%
4						…….%
5						…….%
	Parte 2 - Totale oneri per la sicurezza A CORPO (articolo 27)				308,62	100,00%
6						
7						
	Parte 3 - Totale oneri per la sicurezza IN ECONOMIA (articolo 28)				0,00	
b)	Oneri per attuazione dei piani di sicurezza (parti 1 + 2 + 3)				308,62	
	TOTALE DA APPALTARE (somma di a + b)				15739,85	

(*) La suddivisione in sottocategorie di alcune parti di lavorazioni è facoltativa, in tal caso la somma delle percentuali delle sottocategorie (es. di 11a + 11b + 11c) deve essere pari all'aliquota della categoria che le assorbe (es. 11).

Copia informatica per consultazione

TABELLA «B»	**CARTELLO DI CANTIERE** **articolo 54**

Ente appaltante: STAZIONE APPALTANTE DI

_____

Ufficio competente:

ASSESSORATO A _____ UFFICIO TECNICO

Dipartimento/Settore/Unità operativa _____

LAVORI DI

_____

_____

Progetto esecutivo approvato con determinazione del Dirigente del _____n. _____ del _____

Progetto esecutivo:

Direzione dei lavori:

Progetto esecutivo e direzione lavori opere in c.a.

Progetto esecutivo e direzione lavori impianti

Coordinatore per la progettazione: _____

Coordinatore per l'esecuzione: _____

Durata stimata in uomini x giorni:

Notifica preliminare in data:

Responsabile unico dell'intervento: _____

IMPORTO DEL PROGETTO: Euro_____

IMPORTO LAVORI A BASE D'ASTA: Euro_____

ONERI PER LA SICUREZZA: Euro_____

IMPORTO DEL CONTRATTO: Euro_____

Gara in data _____, offerta di Euro _____ pari al ribasso del ____ %

Impresa esecutrice: _____

con sede _____

Qualificata per i lavori dell_ categori_: _____, classifica _____.

_____, classifica _____.

_____, classifica _____.

direttore tecnico del cantiere: _____

subappaltatori:	*per i lavori di*		*Importo lavori subappaltati*
	categoria	*descrizione*	*In Euro*

Intervento finanziato con fondi (ovvero)

Intervento finanziato con

inizio dei lavori _____ con fine lavori prevista per il _____

Copia informatica per consultazione

prorogato il _____ con fine lavori prevista per il _____
Ulteriori informazioni sull'opera possono essere assunte presso l'ufficio provinciale telefono: _____ fax: _____ http: // www ._____.it E-mail: _____ @_____.it

Copia informatica per consultazione

TABELLA «C»	ELEMENTI PRINCIPALI DELLA COMPOSIZIONE DEI LAVORI

	Elemento di costo		*importo*	*importo*	*%*
1)	Manodopera	€.	5919,86	38,363	%
2)	Materiale	€.	9378.36	60,775	%
3)	Trasporti (ql/Km)	€.	133.01	0.862	%
4)	Noleggi	€.	-	-	%
		€.	15431.23	100	%

squadra tipo:

Operai specializzati	n.	2
Operai qualificati	n.	2
Manovali specializzati	n.	3

Copia informatica per consultazione

LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE
EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)- SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA
(CIG ZE030F018F)

CRONOPROGRAMMA CANTIERE

		SETTEMBRE 2021																		OTTOBRE 2021					
N.	LAVORAZIONI	SETTIMANA 3						SETTIMANA 4						SETTIMANA 5						SETTIMANA 1					
		13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	27	28	29	30	1	2	4	5	6	7	8	9
1	Accantieramento																								
2	SCAVI																								
3	FONDAZIONI																								
4	ELEVAZIONI																								
5	SISTEMAZIONI																								

Copia informatica per consultazione

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA
Dott. Geol. LORENZO DEL MASCHIO
Via Camogli 59 - 41125 Modena
Tel 347/4128277 - Fax 059/394816
e-mail delmaschio.l@alice.it
PEC delmaschio.l@epap.sicurezzapostale.it

COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA
PROVINCIA DI MODENA

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLA MODELLAZIONE SISMICA CON CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL VOLUME DI TERRENO SIGNIFICATIVO PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVA PALAZZINA AD USO LABORATORI A SEGUITO DELLA DEMOLIZIONE PALAZZINA "C" - AMPLIAMENTO PALAZZINA "D" DELL'ISTITUTO D'ISTRUZIONE SUPERIORE "L. SPALLANZANI" IN COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA

LOCALITÀ:
Castelfranco E. - Via Solimei 21-23

COMMITTENTE
Provincia di Modena

FEBBRAIO 2020

ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO
Dott. LORENZO DEL MASCHIO
Geologo
A.P. n.1725

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

INDICE GENERALE

1. PREMESSA 1

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA 1
- a. Riferimenti cartografici 1
- b. Copertura aerofotogrammetrica 1
- c. Riferimenti catastali 1

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO 3

4. USO DEL SUOLO 4

5. INDAGINI REALIZZATE 5

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 6
- a. Lineamenti geologici e strutturali 6
- b. Ricostruzione del modello geologico di dettaglio 9

7. VERIFICA A LIQUEFAZIONE 12

8. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SITO 19
- a. Indagini geofisiche 19
  - a1. I dati ottenuti 19
  - a2. Interpretazione delle indagini 19
- b. Indagini geognostiche 32
  - b1. I dati ottenuti 32
  - b2. Interpretazione delle indagini geognostiche 32
    - b2a. Sondaggi geognostici a carotaggio continuo 32
    - b2b. Prova penetrometrica statica con piezocono CPTu 33
    - b2c. Prova penetrometrica statica meccanica CPTm 43
- c. Il modello geologico-tecnico del volume significativo 45

9. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E LOCALE 48
- a. Sismicità delle aree di interesse 48
- b. Sismicità storica delle aree di intervento 49
- c. Individuazione della pericolosità sismica del sito 51
- d. Ricostruzione del profilo sismo-stratigrafico del sito 53
- e. Risposta sismica locale (RSL) 58
  - e1. Premessa 58
  - e2. Ricostruzione del modello sismo-stratigrafico del sottosuolo 61
  - e3. Definizione del modello di calcolo 71
  - e4. Definizione del moto di input (scelta delle azioni sismiche) 78
  - e5. Risultati della modellazione 84

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 88

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

11. ALLEGATI 92

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione provinciale di Modena - Area Lavori pubblici con determinazione 183/2019 è stato redatto lo studio geologico, sismico e di caratterizzazione geotecnica del volume significativo finalizzato al progetto definitivo-esecutivo per la realizzazione di nuova palazzina ad uso laboratori a seguito di demolizione della palazzina C e di ampliamento della palazzina D in via Solimei, in comune di Castelfranco Emilia.
L'indagine è stata effettuata mediante reperimento di materiale bibliografico conoscitivo, sopralluoghi, rilievi diretti sul sito e indagini geognostiche e sismiche.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - AMMINISTRATIVO

L'area di intervento è ubicata in Castelfranco E., in via Solimei 21--23
I principali riferimenti sono:

a. Riferimenti cartografici (fig. 2.1 - 2.2)

C.T.R.: Tavola 220 NO (1:25.000);
Sezione 220010 (1:10.000);
Elemento 220011 (1:5000).

b. Copertura aereofotogrammetrica

- Foto aeree RER 1954
- Foto aeree RER 1973-1978
- Ortofoto digitali AIMA 1996
- Ortofoto digitali Terraitaly 2000
- Ortofoto digitali QB 2003
- Ortofoto AGEA-RER 2008
- Ortofoto AGEA-RER 2011

c. Riferimenti catastali

Foglio 156, Mappale 251 - Comune di Castelfranco Emilia

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

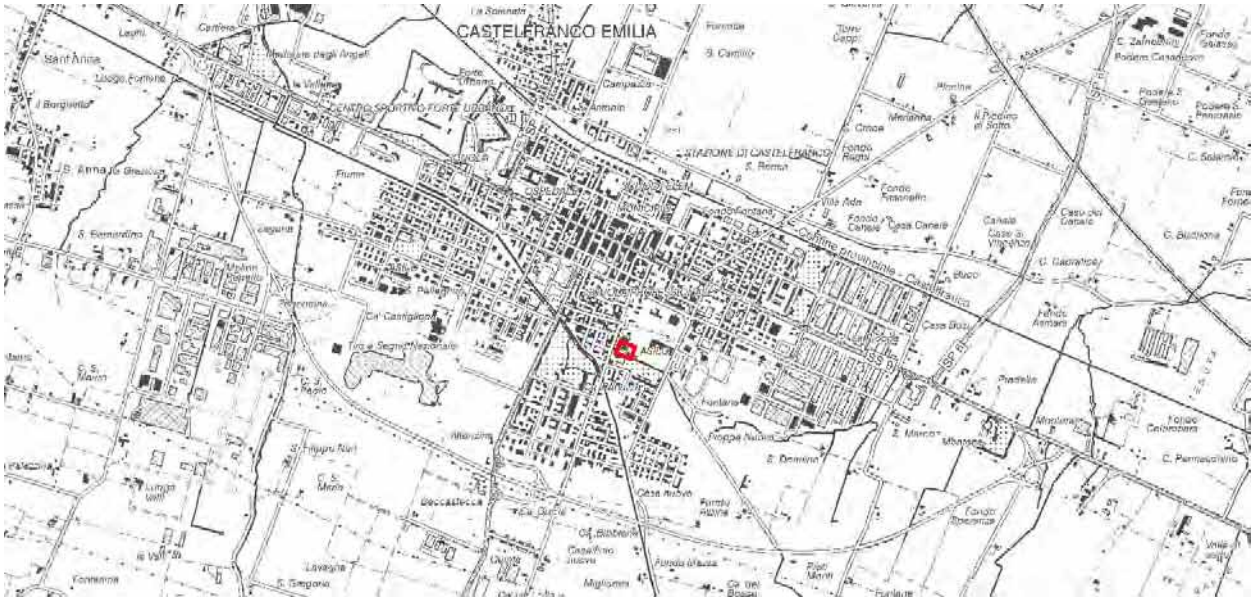


Figura 2.1: Localizzazione area di indagine su C.T.R. a scala 1:25.000.

Figura 2.2: Localizzazione area di indagine su C.T.R. a scala 1:5.000.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

- D.P.R. 380/2001

- Ordinanza P.C.M. n. 3274del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

- Eurocodice 7

Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

- Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

- D.M. 17 Gennaio 2018

Norme Tecniche per le costruzioni.

- L.R. 19/2008

"Norme per la riduzione del rischio sismico"

- Circolare n. 7 del 21/01/2019

- L.R. 24/2017

"Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio"

- D.G.R. 630/2019

"Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, LR 24/2017)"

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

4. USO DEL SUOLO

L'area di intervento risulta compresa nella tipologia "Tessuto residenziale rado (Er)". Quanto precedentemente descritto si può riscontrare nella Carta dell'Uso del Suolo della Regione Emilia-Romagna (ed. 2008) (fig. 4.1).

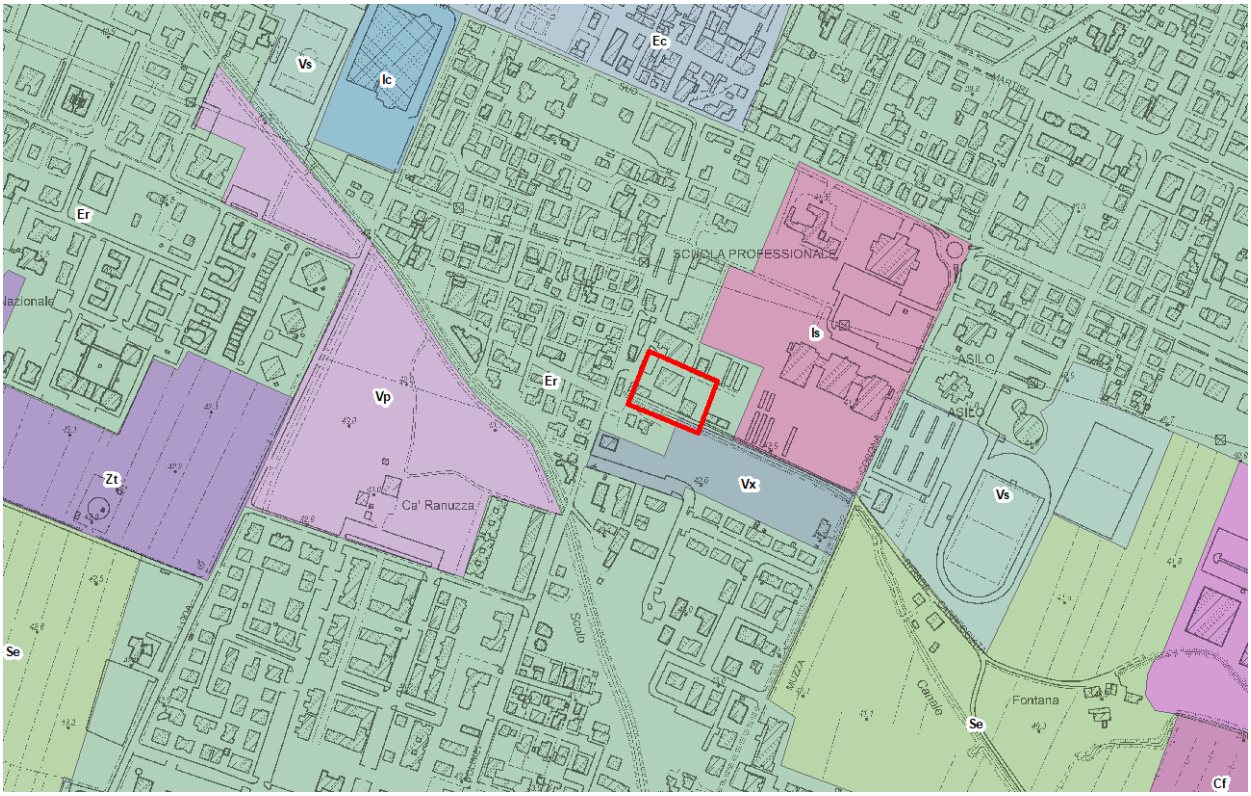


Figura 4.1: Carta Uso del suolo - Regione Emilia-Romagna ed. 2008.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

5. INDAGINI REALIZZATE

Al fine di determinare la ricostruzione delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di fondazione si è provveduto a reperire tutte le informazioni provenienti da indagini di bibliografia e da nuove indagini eseguite. In particolar modo sono state utilizzate le seguenti indagini geognostiche e geofisiche (figura 5.1):

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S01 e S02) spinti rispettivamente alla profondità di 10.00 m e 20.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche elettriche con piezocono (CPTu01 e CPTu02) spinte alla profondità massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPTm01 e CPTm02) spinte alla profondità massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 indagine sismiche passive di microtremori (HV01 e HV02);
- n. 1 indagine sismica a riflessione in array in onde Sh (Vb - Sh).

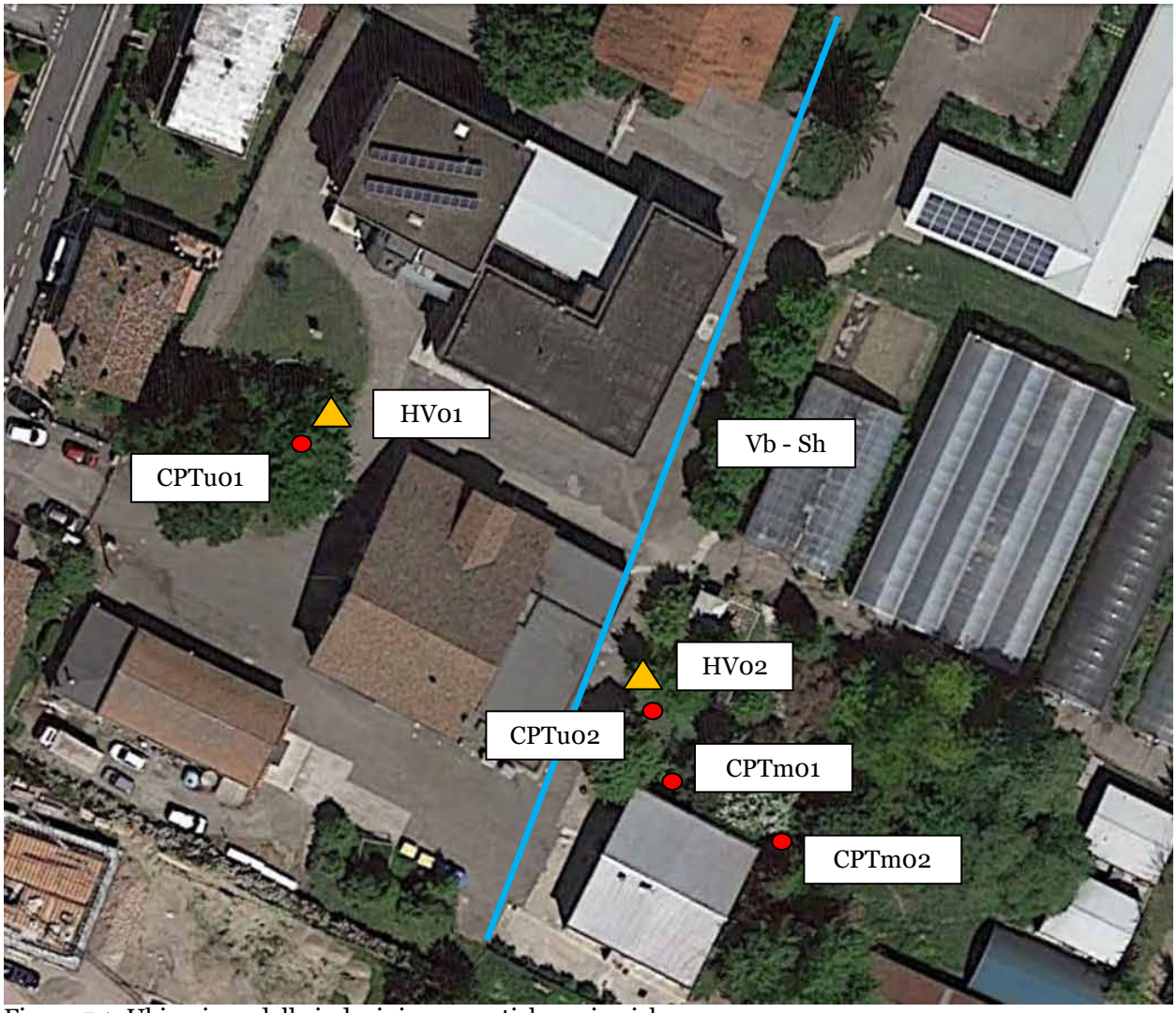


Figura 5.1: Ubicazione delle indagini geognostiche e sismiche.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

a. Lineamenti geologici e strutturali

Sotto l'aspetto geologico, il territorio in esame appartiene alla Pianura Padana, edificio sedimentario, costituito da sedimenti di origine alluvionale, olocenici e tardo- pleistocenici, poggiante su un substrato marino.
La situazione stratigrafica, esplorata dell'AGIP Mineraria in oltre mezzo secolo di attività, si può così schematizzare: alle sequenze mesozoiche, incontrate solo in alcune esplorazioni al nucleo delle pieghe ferraresi, segue una successione clastica terziaria divisibile in due cicli sedimentari principali. Quello inferiore termina con le evaporiti del Messiniano mentre quello superiore inizia con le fasi salmastre messiniane e termina nel Pleistocene.
Nell'ambito del secondo ciclo si può distinguere un ciclo di secondo ordine che termina con la deposizione delle Argille azzurre di mare profondo (Argille di Lugagnano), localmente ricoperte da sabbie gialle di facies litorale datate su basi paleontologiche e palinologiche al Pleistocene medio-inferiore. L'assetto geostrutturale delle formazioni prequaternarie è caratterizzato da una successione plicativa ad anticlinali e sinclinali spesso fagliate e sovrascorse, con assi a vergenze appenniniche.
In tale schema, la porzione di pianura esame è ricade in corrispondenza della Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia, compresa nell'arco delle pieghe emiliane caratterizzate da due distinti fasci di thrust::il primo, più meridionale, detto fronte di accavallamento appenninico (P.T.F.), definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, detto fronte di accavallamento esterno (E.T.F), definisce il limite dell'appennino sepolto.
L'andamento strutturale dell'Appennino sepolto può essere interpretato come effetto di una compressione e di un raccorciamento crostale che, secondo i moderni schemi geodinamici, risulta legato ad un doppio fenomeno di subduzione e/o ispessimento della crosta. In tale quadro d'insieme si giustifica lo sviluppo della rete idrografica maggiore che risulta conforme ai principali assi di sinclinali sepolte.
Ciò si evince dalla Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

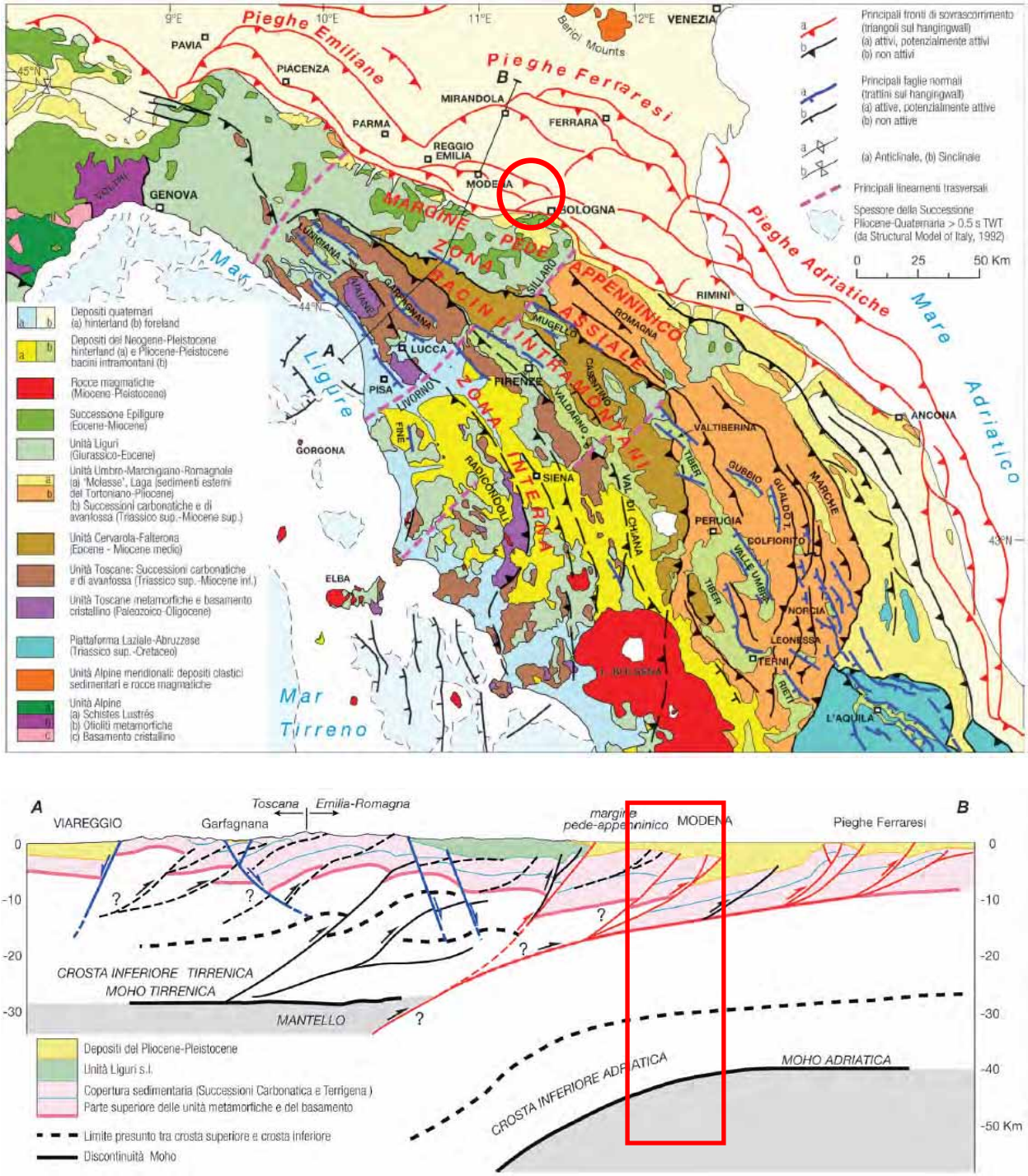


Figura 6.1: Carta dello schema tettonico regionale edita dalla Regione Emilia-Romagna nelle Note illustrative alla Carta sismotettonica alla scala 1:250.000 (2016). Il cerchio rosso individua l'area in studio.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Con l'attenuazione dell'attività tettonica a partire dal Pleistocene superiore, inizia un'intensa fase sedimentaria continentale prodotta dal fiume Po e dai suoi affluenti legata principalmente alle variazioni climatiche. Il sistema alluvionale della pianura parmense può essere suddiviso, da nord a sud, in base alla modalità di deposizione, in tre unità fondamentali:

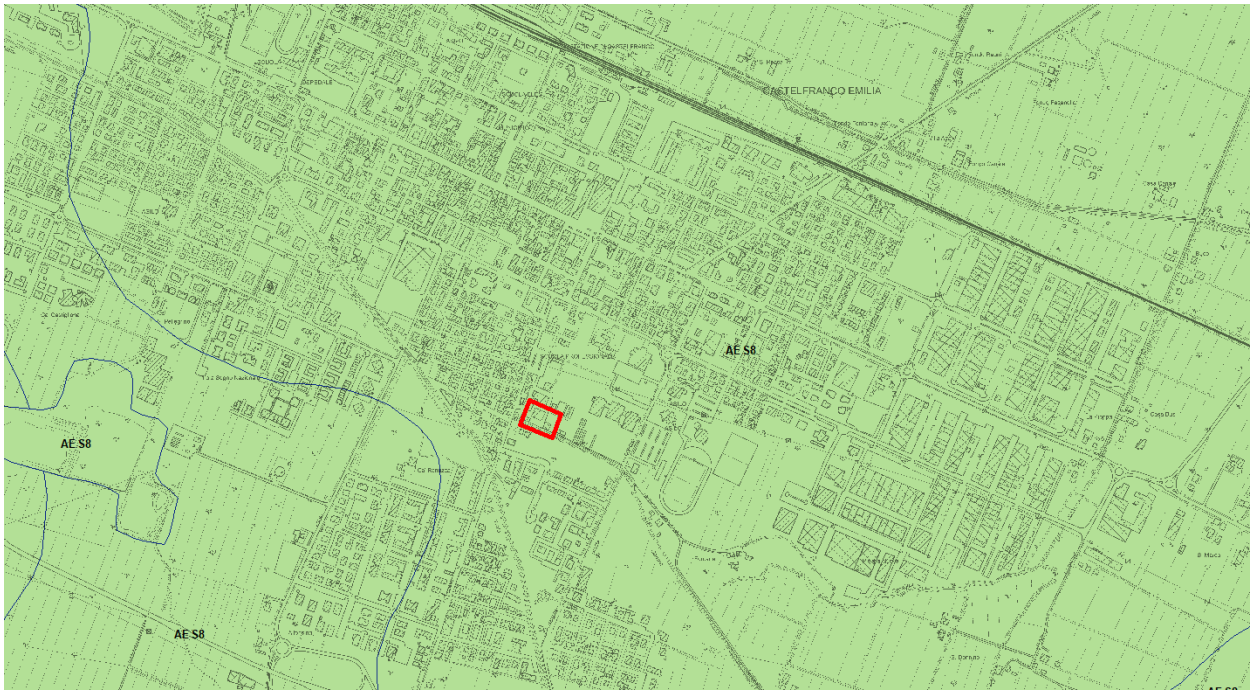
1. unità del fiume Po;

2. unità di media pianura;

3. unità delle conoidi alluvionali.

L'unità del fiume Po caratterizza una fascia di territorio avente un'estensione di circa 20 Km dall'attuale tracciato, ed è costituita da corpi prevalentemente sabbiosi di forma tabulare.
L'unità di media pianura si presenta come termine di passaggio tra l'unità del Fiume Po e l'unità delle conoidi alluvionali. Quest'ultima, interessa l'area dell'alta pianura modenese ed è costituita da corpi sedimentari, che, in pianta, presentano una tipica forma a ventaglio. I depositi sono organizzati in strutture nastriformi e lentiformi interdigitate a differente granulometria, con direzione di allungamento nord-sud. La loro dimensione decresce verso settentrione, in accordo con la direzione di scorrimento dei corsi d'acqua.
In senso verticale, normalmente, si rinvengono depositi più grossolani a profondità maggiori, come conseguenza di condizioni climatiche passate che conferivano maggiore energia alle correnti.
I sedimenti affioranti diventano progressivamente più antichi allontanandosi dalle attuali aste fluviali.
Con riferimento al territorio comunale, i depositi superficiali appartengono al più recente dei subsintemi dell'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore: il Subsintema di Ravenna (Pleistocene superiore-Olocene) costituito da alluvioni ghiaiose sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, depositi di conoide ghiaiosa, oltre a limi e limi sabbiosi, depositi del reticolo idrografico secondario. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 20 metri. Il contatto di base è erosivo con i subsintemi più antichi, mentre il limite di tetto è una superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente alla superficie topografica. Il profilo di alterazione, di moderato spessore, varia da qualche decina di centimetri fino ad 1 metro.
Nello specifico nell'area di realizzazione dell'ampliamento si individuano formazioni geologiche appartenenti alla Successione neogenica-quaternaria del margine appenninico-padano.
Ciò si riscontra dalla Carta Geologica, in scala 1:10.000 pubblicata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, Sezione 220010, e dal rilievo diretto in campagna; in particolare si evidenziano i depositi appartenenti alla piana alluvionale fluviale riferiti al cosiddetto Subsintema di Ravenna **(AES8)** (figura 6.2).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



LEGENDA
AES8 - Subsintema di Ravenna

Figura 6.2: Stralcio della Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo (scala 1: 10.000). (http:\\geo.regione.emilia-romagna.it)

I terreni presenti nell'intorno dell'area appartengono alla Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano e nello specifico al Subsintema di Ravenna (**AES8**) (*Olocene)* che identifica Ghiaie e ghiaie sabbiose, passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. Potenza fino a oltre 25 m. *Olocene (età radiometrica della base: 11.000 - 8.000 anni).*

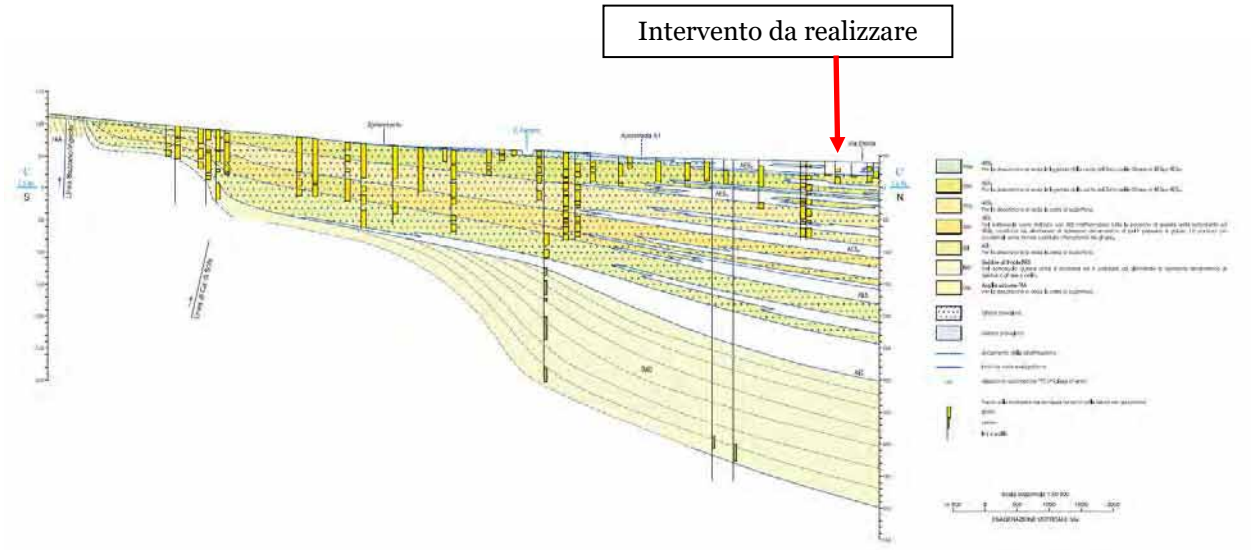
b. Ricostruzione del modello geologico di dettaglio

L'analisi geomorfologica di dettaglio dell'area oggetto di intervento, effettuata mediante rilevamento in campagna e sulla base dei dati derivanti dalle indagini geognostiche e geofisiche, evidenzia che l'area oggetto del piano di intervento è situata su sedimenti alluvionali costituiti da alternanze di materiale fine (limi argillosi e sabbiosi) e materiale grossolano. Tale materiale coinvolge uno spessore di circa 20 m su cui si andranno ad impostare le strutture di fondazione.
A tal proposito è stata utilizzata 1 sezione lito-stratigrafica profonda ricavata dalla banca dati geologica della regione Emilia-Romagna di cui sotto si riporta la planimetria (fig. 6.3).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

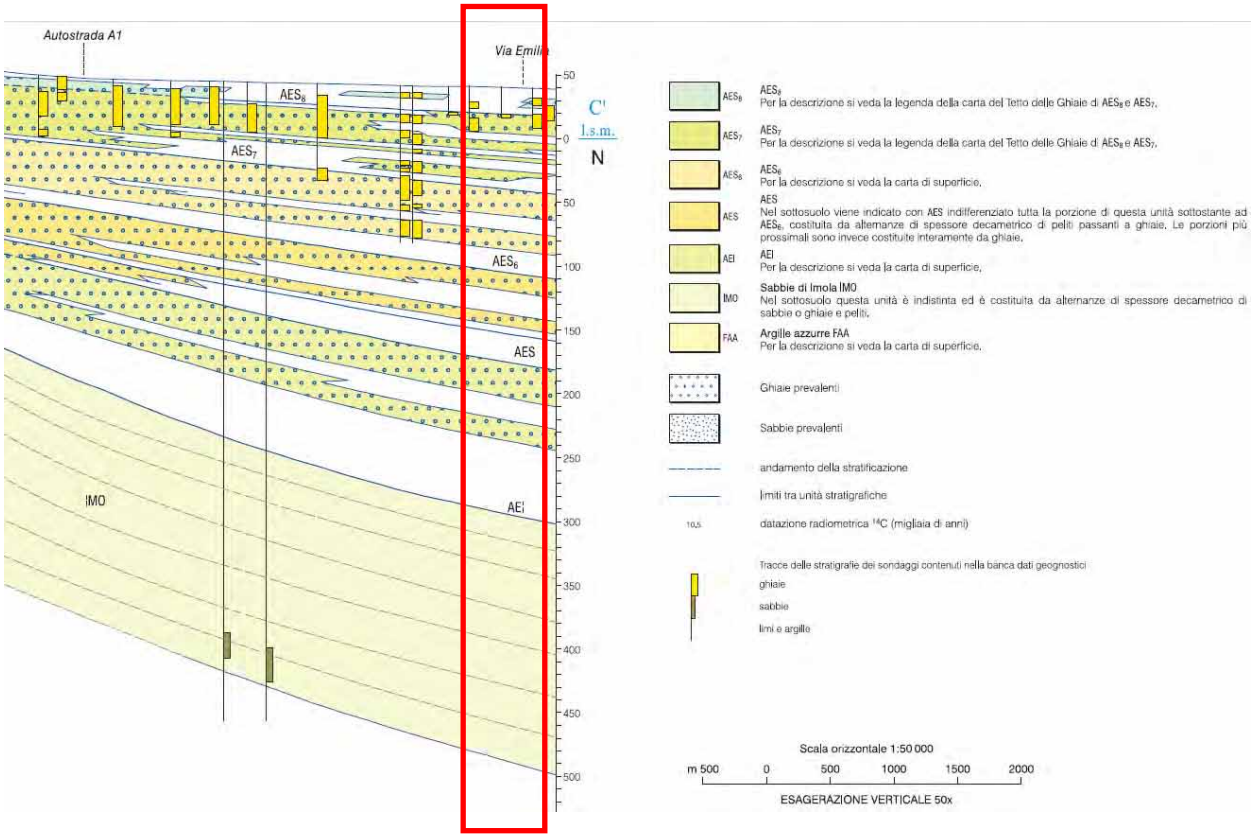
Figura 6.3: Planimetria della sezione litostratigrafica.

Sezione 012



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Particolare Sezione 012



Tale sezione sarà utilizzata, dopo aver completato tutte le indagini geofisiche sul sito, ai fini della ricostruzione della geologia profonda necessaria all'individuazione del bedrock sismico utile per le analisi di risposta sismica locale (RSL).

Il modello geologico di dettaglio evidenzia che, partendo dall'alto (piano campagna):

0.00 -0.80/1.00 m Materiale di riporto;

0.80/1.00 - 1.00/1.50 m Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A);

1.00/1.50 -3.60/4.30 m Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B);

3.60/4.30 - 6.30 m Sabbia limosa grigia mediamente addensate (C);

6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D);

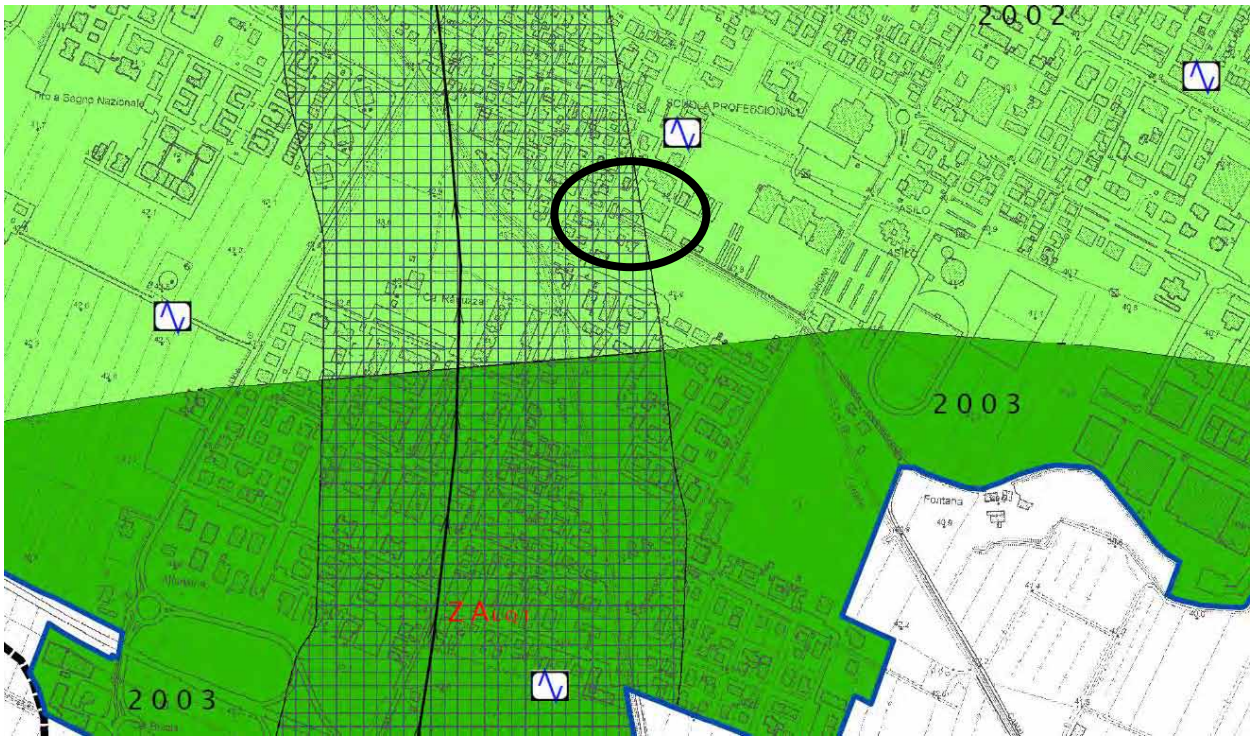
15.00 - 16.10 m Livello di Torba (E);

16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

7. VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Il Comune di Castelfranco Emilia ha approvato la variante al PSC in data 20 marzo 2017 tramite accordo di programma con la Provincia di Modena. In tale variante sono contenuti gli studi di microzonazione sismica. Tali carte, come sopra ricordato, sono finalizzate agli studi di microzonazione pertanto costituiscono un valido riferimento per la progettazione senza essere comunque normativa cogente.
L'area in oggetto dell'intervento ricade nella tavola delle Microzonee Omogenee in prospettiva sismica (MOPS) in "Zona suscettibile di instabilità per liquefazione". Occorre pertanto valutare il coefficiente di amplificazione e verificare la presenza di condizioni predisponenti la liquefazione.



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zona 1 — Successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente fini (limi e argille), talora intercalati da sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose

Zona 2 — Successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente fini (limi e argille), intercalati da corpi ghiaiosi plurimetrici, a partire da una profondità di circa 20 m da p.c., e talora da sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose.

Zona 3 — Successione stratigrafica costituita da una copertura di depositi prevalentemente limoso-argillosi, al cui interno si possono rinvenire sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose, sotto la quale, a partire da circa 5÷10 m da p.c., sono presenti alternanze di orizzonti plurimetrici a tessitura grossolana (ghiaie e, in subordine, sabbie) e fine (limi e e argille)

Zone di attenzione per instabilità

ZA_{Liq1} — Zona di Attenzione per liquefazioni tipo 1

L'area di intervento ricade all'interno della zona sismogenetica 912 della Zonazione sismogenetica ZS9 del 2004 dell'intero territorio italiano realizzata da INGV e pertanto è stata scelta come "Magnitudo di riferimento" Mw = 6.14, mentre l'accelerazione di riferimento ag = 0.27 è stabilita sulla base del periodo di riferimento dell'azione sismica dell'opera in progetto.
La verifica del potenziale di liquefazione, per ciascuna verticale di indagine, è stata condotta utilizzando il metodo di Boulanger & Idriss (2014). La verifica è stata effettuata con Software CLiq v 3.0 della Geologismiki Geotechnical Engineers - Serrai(Grecia).

In considerazione del fatto che l'"Indice del potenziale di liquefazione (**I_L**)" è definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz$$

Dove, secondo la classificazione di Sonmez (2003), adottata anche dalla Regione Emilia-Romagna, risulta che:

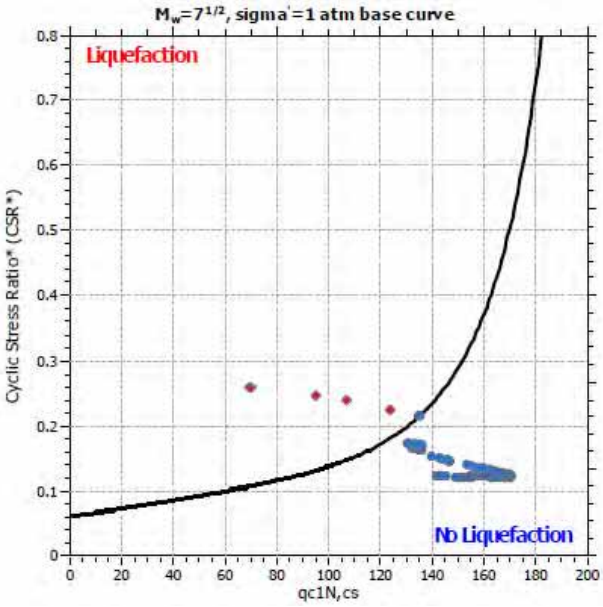
- $I_L = 0$ il rischio di liquefazione è "Molto basso";
- $0 < I_L < 2$ il rischio di liquefazione è "Basso";
- $2 \leq I_L < 5$ il rischio di liquefazione è "Moderato";
- $5 \leq I_L < 15$ il rischio di liquefazione è "Elevato";
- $I_L \geq 15$ il rischio di liquefazione è "Estremamente elevato".

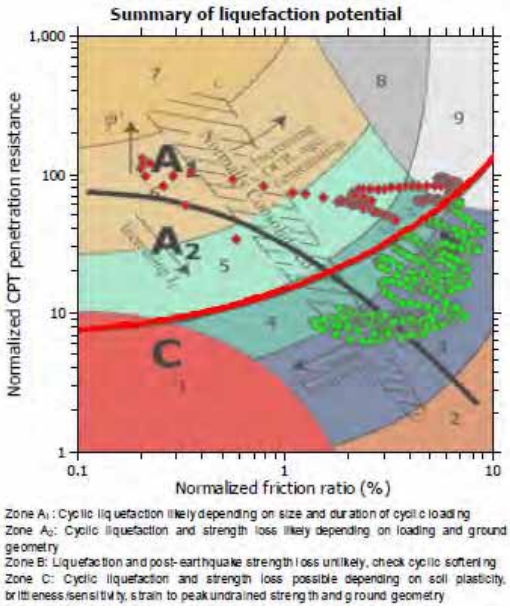
In allegato sono riportati i risultati completi della verifica a liquefazione.

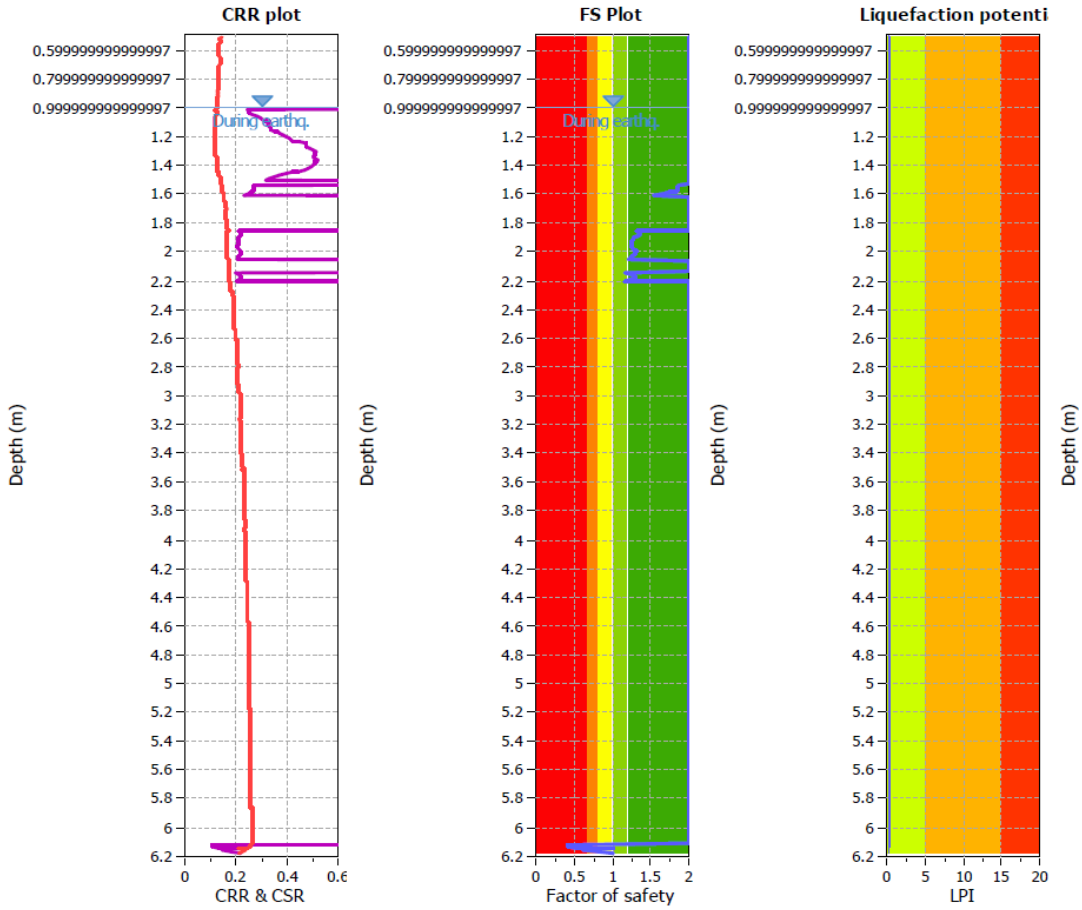
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CPTu01

- Metodo di Boulanger & Idriss (2014)





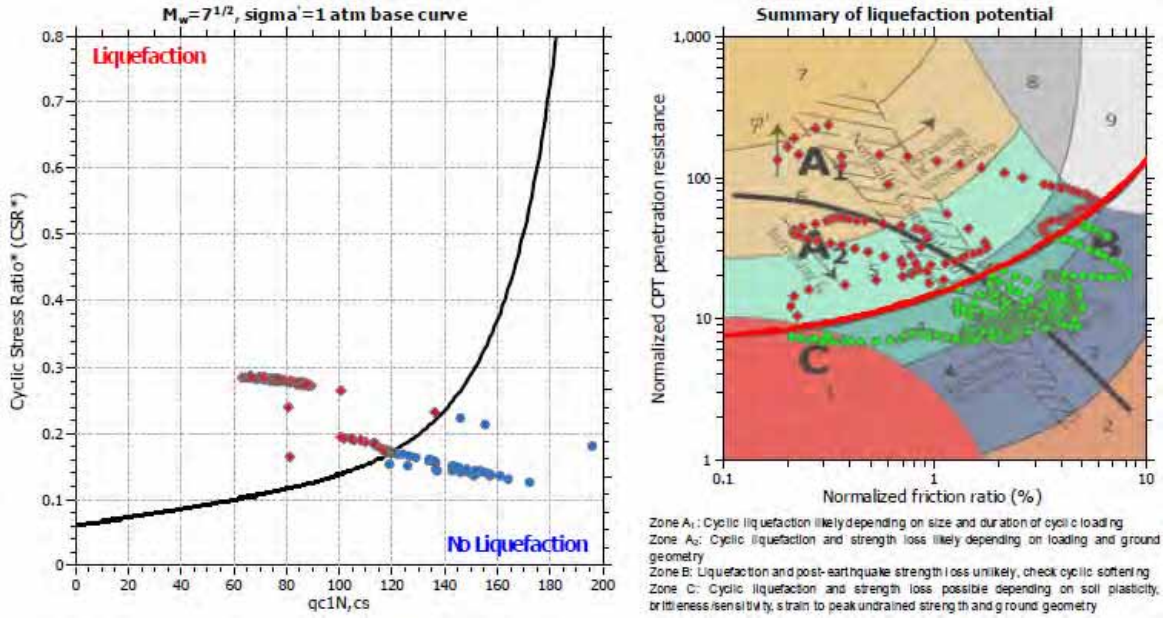


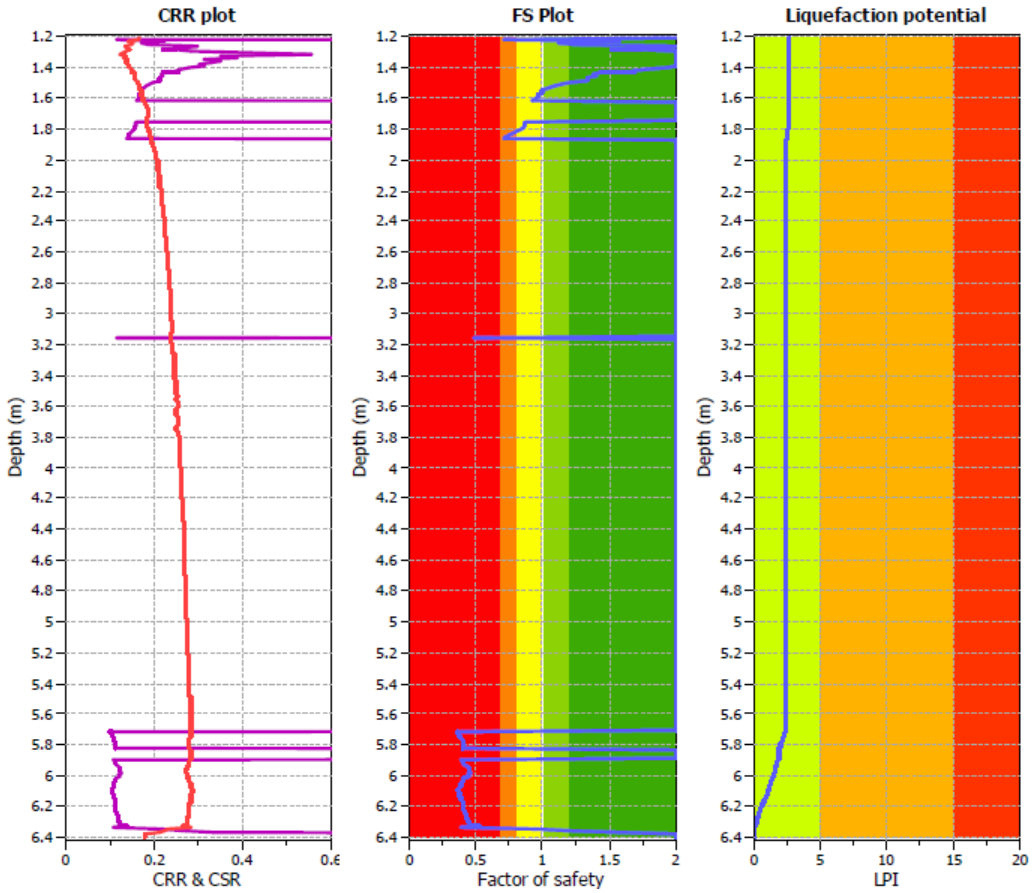
Abbiamo che i livelli risultano essere non liquefacibili con $I_L = 0.15$

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CPTu02

- Metodo di Boulanger & Idriss (2014)

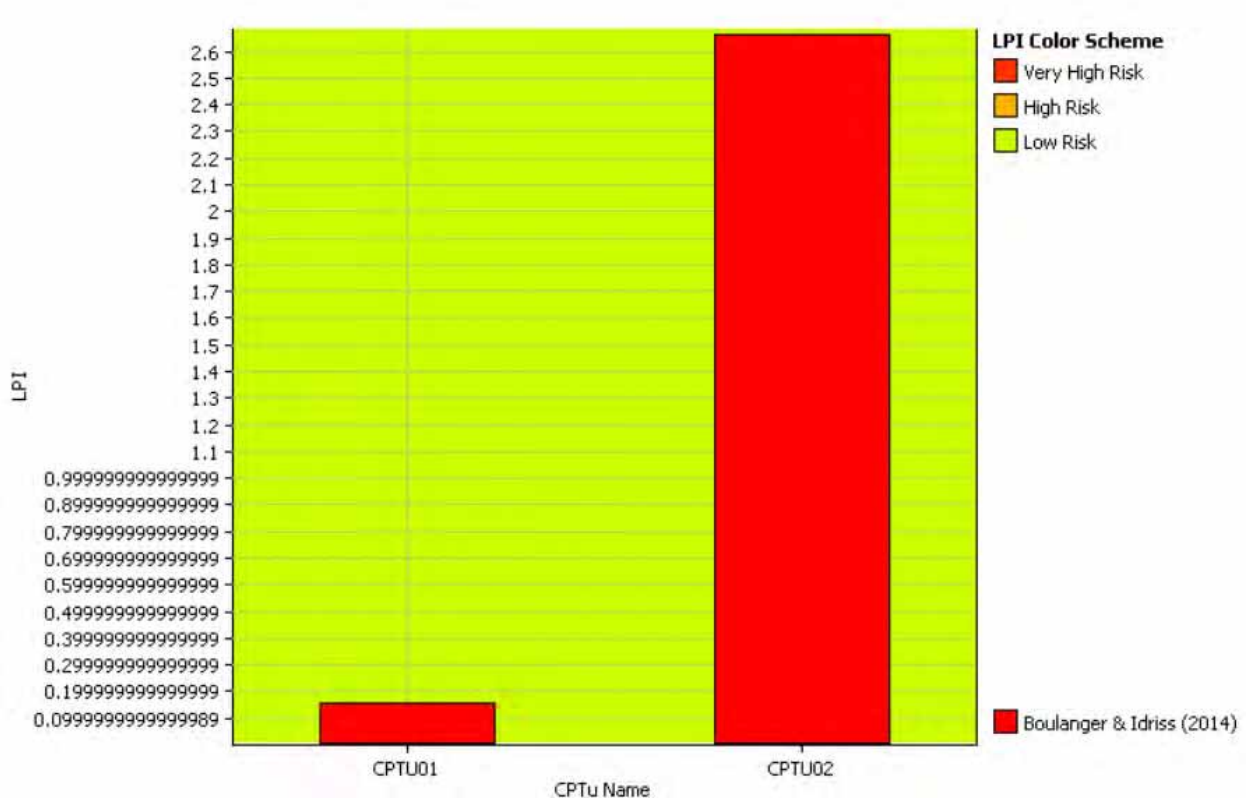




Abbiamo che i livelli risultano essere non liquefacibili con I_L = 2.66

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Riassumendo si può concludere che la verifica del potenziale di liquefazione, condotta secondo il metodo sotto elencato, evidenzia:



PROVA	INDICE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE I_L (B&I 2014)	RISCHIO (Sonmez 2003)
CPTu01	**0.15**	**BASSO**
CPTu02	**2.66**	**MODERATO**

Pertanto la verifica a liquefazione evidenzia un rischio di liquefazione da "Basso a Moderato".

Sulla base dei risultati sopra descritti al fine di evidenziare eventuali criticità legate ai problemi di liquefazione è stato deciso di applicare per l'intervento in oggetto il metodo di Ishihara (1985). Si tratta di una procedura empirica basata sull'impiego degli spessori dello strato o degli strati di copertura non liquefacibili (H1) e quello dei sottostanti livelli suscettibili di liquefazione (H2) oltre all'accelerazione orizzontale massima in superficie; la procedura pertanto fornisce, in maniera puramente qualitativa, l'entità delle deformazioni, e quindi del danno, indotte dal sisma in caso di liquefazione.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

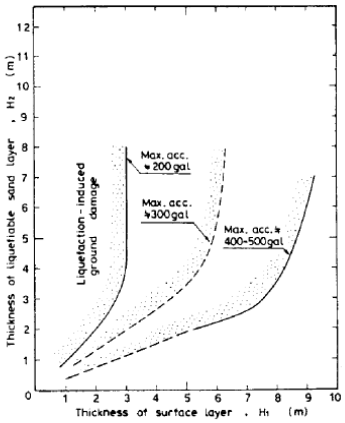
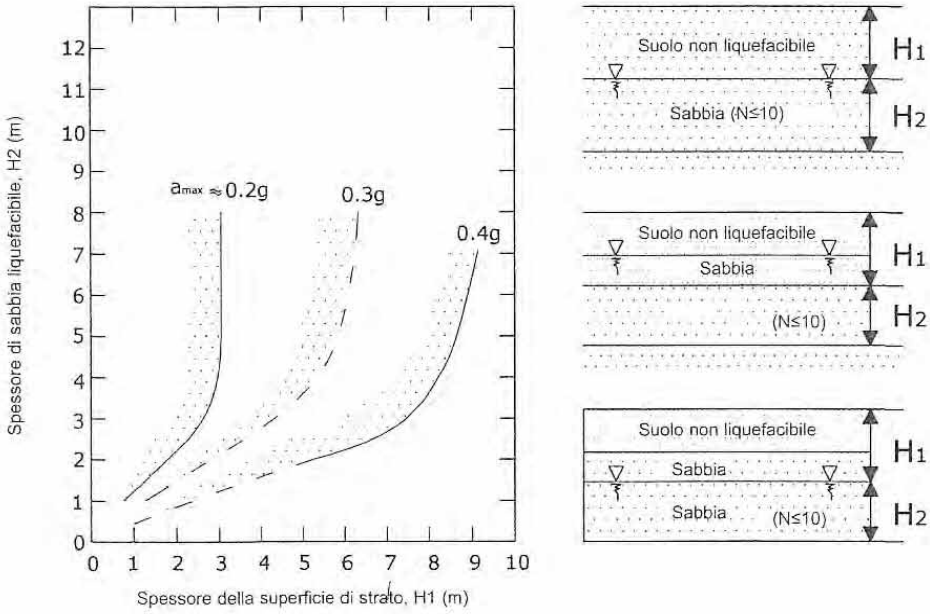


Figure 2. Proposed Boundary Curves for Discriminating Between Occurrence and Non-occurrence of Surface Effects of Liquefaction (After Ishihara, 1985)



(a) (a)

Relazione fra lo spessore dello strato liquefacibile e lo spessore dello strato sovrapposto (Ishihara, 1985)

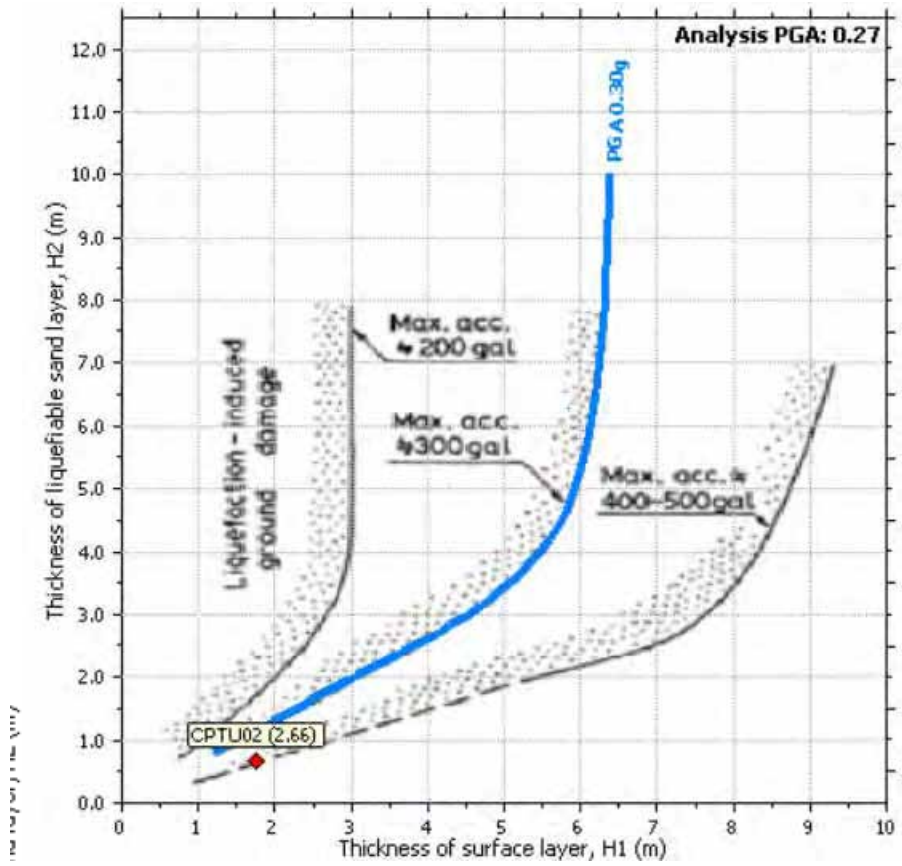
Valutazione delle manifestazioni superficiali in funzione del rapporto fra lo spessore dello strato superficiale non liquefacibile e quello sottostante liquefacibile

Accelerazione [gal] 1 gal = 1 cm/s²	Condizione	Propagazione della liquefazione verso l'alto	Manifestazioni superficiali
200	$h_1 \geq 3$ m e $h_2 < 3$ m	IMPEDITA	NO
	$h_1 \leq 3$ m e $h_2 > 3$ m	NON IMPEDITA	SI
300	$h_1 < 5$ m e $h_2 > 4$ m	NON IMPEDITA	SI
	$h_1 > 5$ m e $h_2 < 4$ m	IMPEDITA	NO
400 - 500	$h_1 < 7$ m e $h_2 > 3$ m	NON IMPEDITA	SI
	$h_1 > 7$ m e $H_2 < 3$ m	IMPEDITA	NO

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CPTu02

- Metodo di Boulanger & Idriss (2014)



Considerato comunque lo spessore dello strato liquefacibile, lo spessore dello strato non liquefacibile sovrastante e l'accelerazione massima attesa in superficie per il sito d'indagine (0.27g), si evidenzia (dal grafico sopra riportato - Ishihara 1985) che la liquefazione dello strato liquefacibile non si estende in superficie e pertanto non si dovrebbero avere deformazioni attese sulle strutture di fondazione da realizzare

In ogni caso, si sottolinea che la normativa in materia di costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, stabilisce al § (§7.11.3.4.3) che "*L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista*".

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

8. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SITO

a. Indagini geofisiche

a1. I dati ottenuti

L'indagine geofisica è stata eseguita mediante sismica a riflessione ad alta risoluzione e a stazione singola (HVSR) sia per la definizione del picco di risonanza dei terreni di fondazione (**f_o**) sia per la determinazione della categoria di suolo richiesta dalla normativa, mediante la ricostruzione delle **Vs_{Eq}**.

a2. Interpretazione delle indagini geofisiche

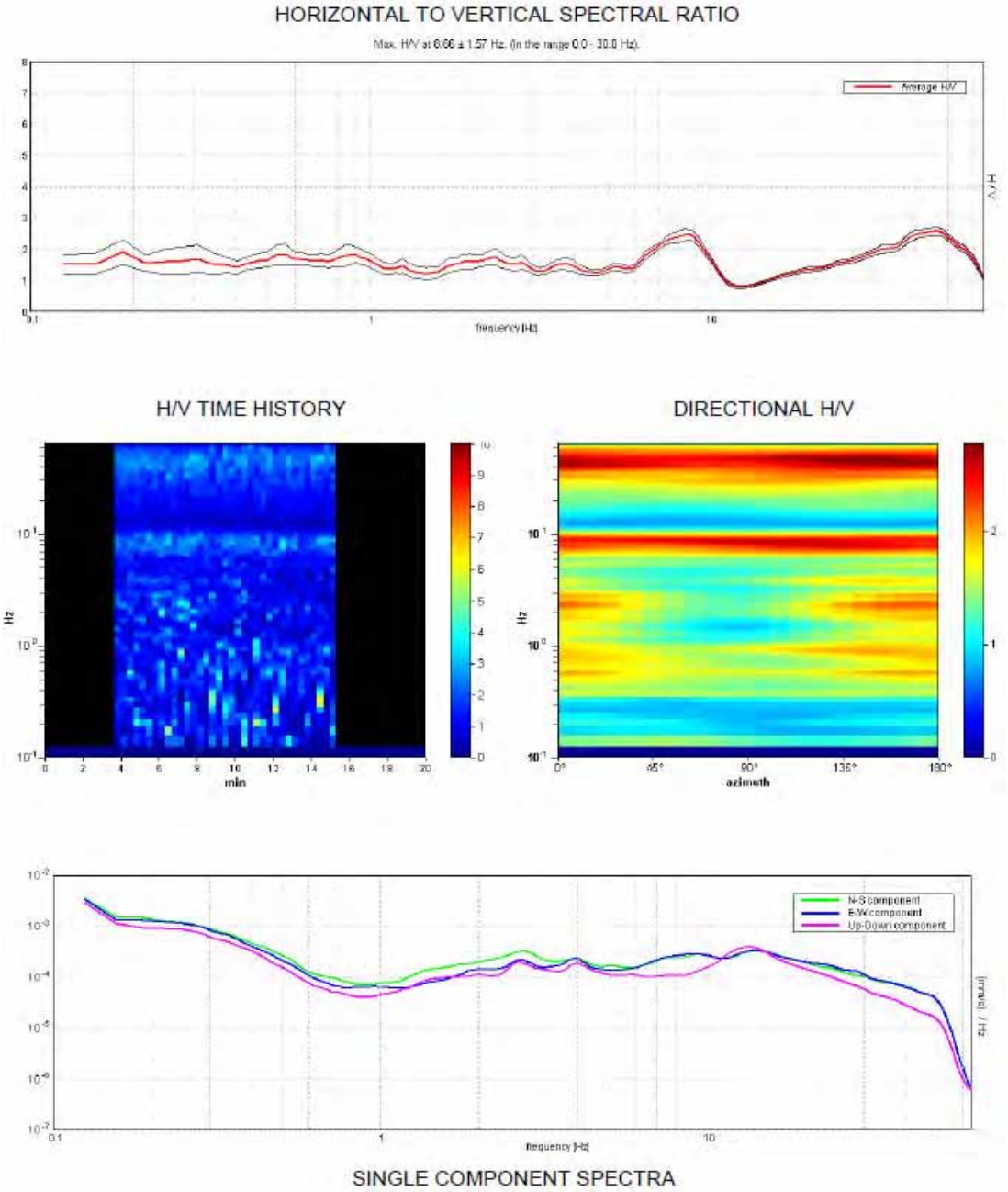
La campagna di prospezione geofisica è stata eseguita nell'ottobre 2019. Tale indagine ha consistito nelle acquisizioni di microtremori a stazione singola di tipo HVSR e nella definizione del profilo di Vs mediante analisi sismica a riflessione. I dati ottenuti dalla curva HVSR forniscono utili indicazioni soprattutto per quanto riguarda le frequenze di risonanza e sui fattori di amplificazione sismica dei suoli durante un terremoto mentre attraverso la tecnica a riflessione è stato possibile definire l'andamento delle Vs con la profondità e quindi la definizione delle V_{SEq} ai fini della classificazione sismica dei suoli di fondazione come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.
Dall'analisi dei risultati delle indagini geofisiche specifiche si è riscontrato che il terreno di fondazione su cui andrà realizzato l'intervento in esame, appartiene alla categoria di sottosuolo "C", ai sensi del D.M. 17/01/18.
Le acquisizione HVSR, risultano in parte convalidate dalle linee guida SESAME 2005.
si riportano di seguito i report delle indagini sismiche a stazione singola (HVSR) e a riflessione ad alta risoluzione:

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CASTELFRANCO (MO) - via Solimei - HVSR01

Strumento: Tromino - Micromed Srl
Inizio registrazione: 16/10/19 Fine registrazione: 16/10/19
Nomi canali: NORTH-SOUTH; EAST-WEST; UP-DOWN
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 0h20'00" tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Secondo le linee guida SESAME, 2005.

0.0-30.0Hz frequency range **Peak frequency (Hz): 8.66 (±1.57)** **Peak HVSR value: 2.5 (±0.3)**

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.66 > 0.5	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6059 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz**		OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.688 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.47 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$			NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.568 < 0.432		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.170 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

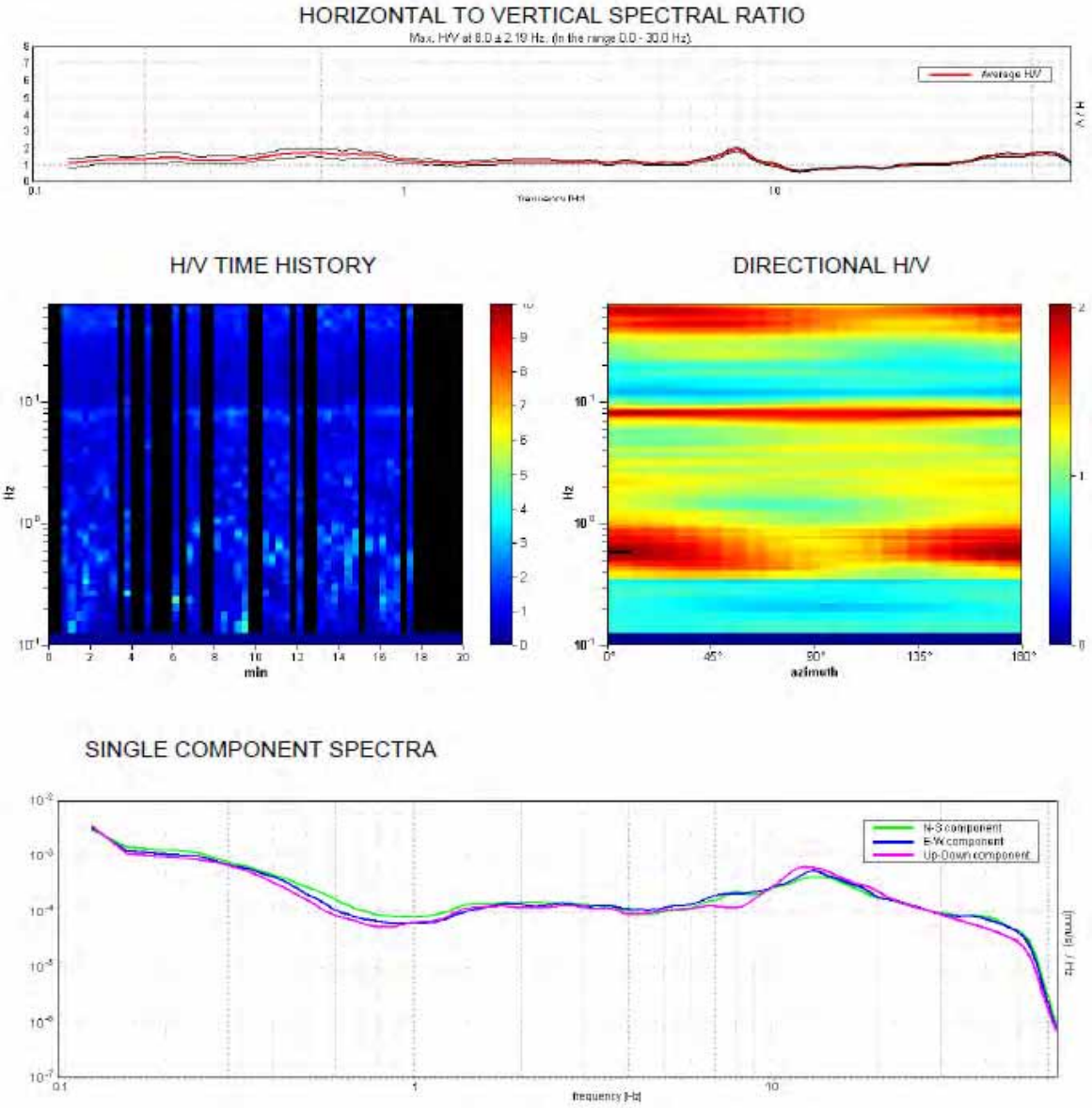
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CASTELFRANCO (MO) - via Solimei - HVSR02

Strumento: Tromino - Micromed Srl
Inizio registrazione: 16/10/19 Fine registrazione: 16/10/19
Nomi canali: NORTH-SOUTH; EAST-WEST; UP-DOWN
Durata registrazione: 0h20'00''. Analizzato 0h20'00'' tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Secondo le linee guida SESAME, 2005.

0.0-30.0Hz frequency range **Peak frequency (Hz): 8.0 (±2.2)** **Peak HVSR value: 1.9 (±0.3)**

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.00 > 0.5	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5600 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz**		OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.9 > 2		NO
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$			NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.188 < 0.4		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.118 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

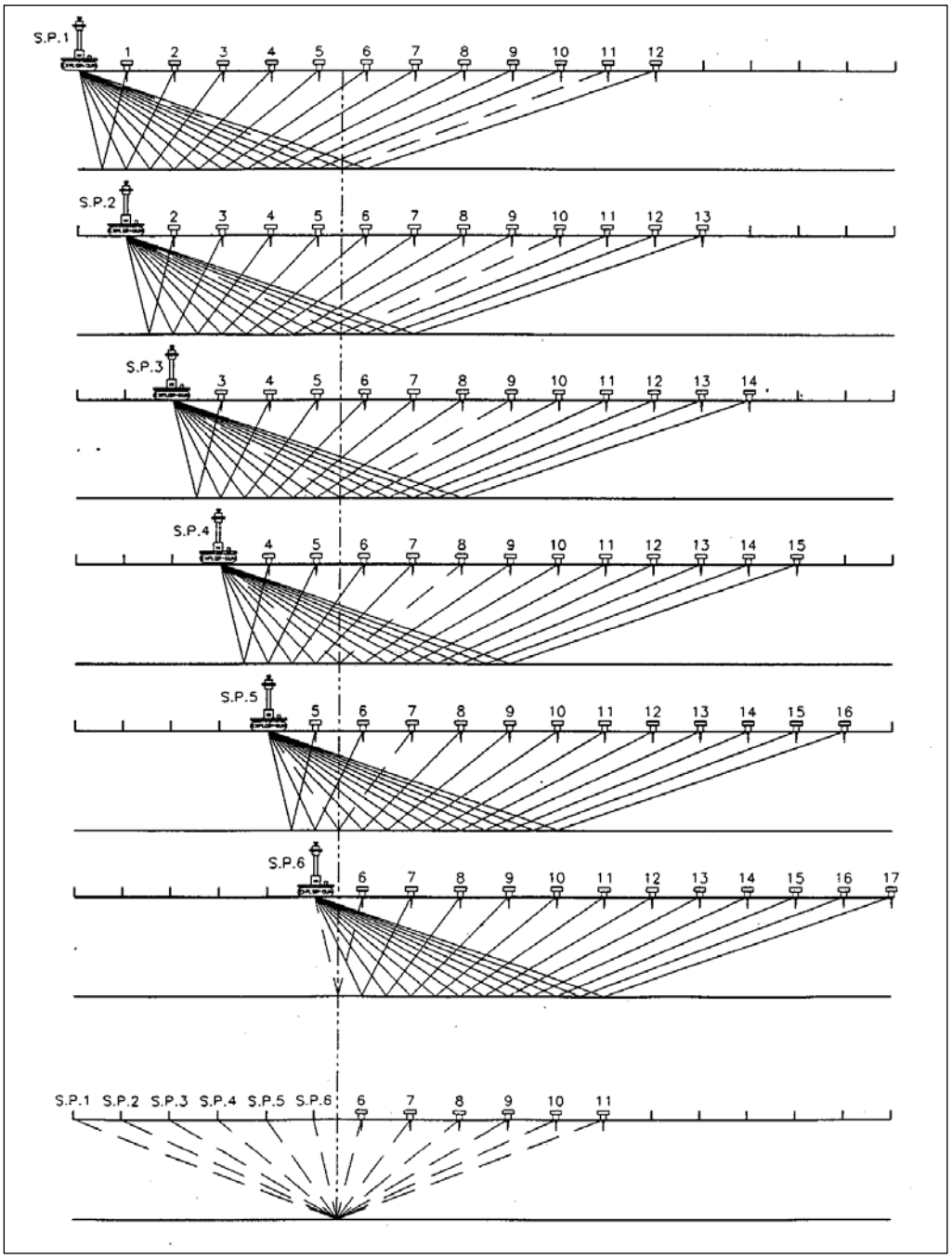
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CASTELFRANCO (MO) - via Solimei - Sismica a riflessione ad alta risoluzione

L'indagine ha avuto lo scopo di caratterizzare i terreni in profondità dal punto di vista sismico, in particolar modo per la misura bidimensionale delle velocità sismiche di taglio (Vs) fino al raggiungimento del *bedrock sismico*.
Lo stendimento sismico è stato effettuato mediante n. 60 geofoni a interdistanza2 m per una lunghezza complessiva di 120 m. Come sorgente sismica è stato utilizzato un dispositivo mini-vibroseis. I vantaggi di una sorgente vibrazionale rispetto a quella impulsiva vengono illustrati di seguito. Sullo stack sismico finale sono riportati valori di velocità sismica Vs, rappresentati con opportuna scala cromatica, ottenuti a seguito dell'analisi di velocità bidimensionale. Segue una breve descrizione dei metodi geofisici utilizzati e delle modalità esecutive delle prospezioni ed a conclusione del rapporto lavori, vengono commentati i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati
La tecnica sismica a riflessione è il metodo geofisico più largamente impiegato soprattutto nella ricerca di strutture geologiche e tettoniche profonde.
La tecnica di prospezione più comune presuppone il cosiddetto rilievo continuo: gli orizzonti riflettenti vengono seguiti in modo continuo lungo il profilo mediante stendimenti simmetrici (*split spread*) o asimmetrici (*end on*) rispetto al punto di energizzazione. Il risultato di un profilo sismico dipende in gran parte dai parametri utilizzati nel corso dell'acquisizione dati, parametri che vengono scelti dopo aver realizzato test preliminari.
In via teorica si può considerare il *maximum offset* (distanza tra il punto di energizzazione più lontano dallo stendimento e l'ultimo geofono dello stendimento stesso) circa uguale alla profondità che si vuole raggiungere; il *minimum offset* (distanza fra il punto di energizzazione ed il geofono ad esso più vicino) dovrebbe essere il più piccolo possibile al fine di registrare anche i primi arrivi sismici delle onde rifratte, indispensabili per le correzioni statiche, compatibilmente con l'esigenza di evitare sia la saturazione del segnale ai geofoni, sia la registrazione di disturbi che, in prossimità della sorgente, hanno un'ampiezza tale da occultare completamente gli eventi riflessi.
Un altro punto fondamentale è la scelta della distanza intergeofonica, che è funzione del *maximum offset*, del *minimum offset*, del numero di canali disponibili e della risoluzione richiesta.
Una riflessione si verifica sempre in presenza di altri segnali sismici o "rumori" che possono interferire con essa o addirittura oscurarla; da qui la necessità di migliorare il più possibile il rapporto segnale/disturbo con vari espedienti.
Una delle tecniche più diffuse è quella di operare con la cosiddetta "copertura CDP" (*Common Depth Point*), ovvero riunire i dati provenienti dallo stesso punto della superficie riflettente. In seguito si dovranno apportare le dovute correzioni in tempi, misurate durante la determinazione della velocità media al di sopra del riflettore (percorsi diversi dell'onda riflessa legati a differenti distanze sorgente- geofono) e quindi sommare le tracce relative ai tragitti esaminati (*stacking*) rafforzando il segnale riflesso

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

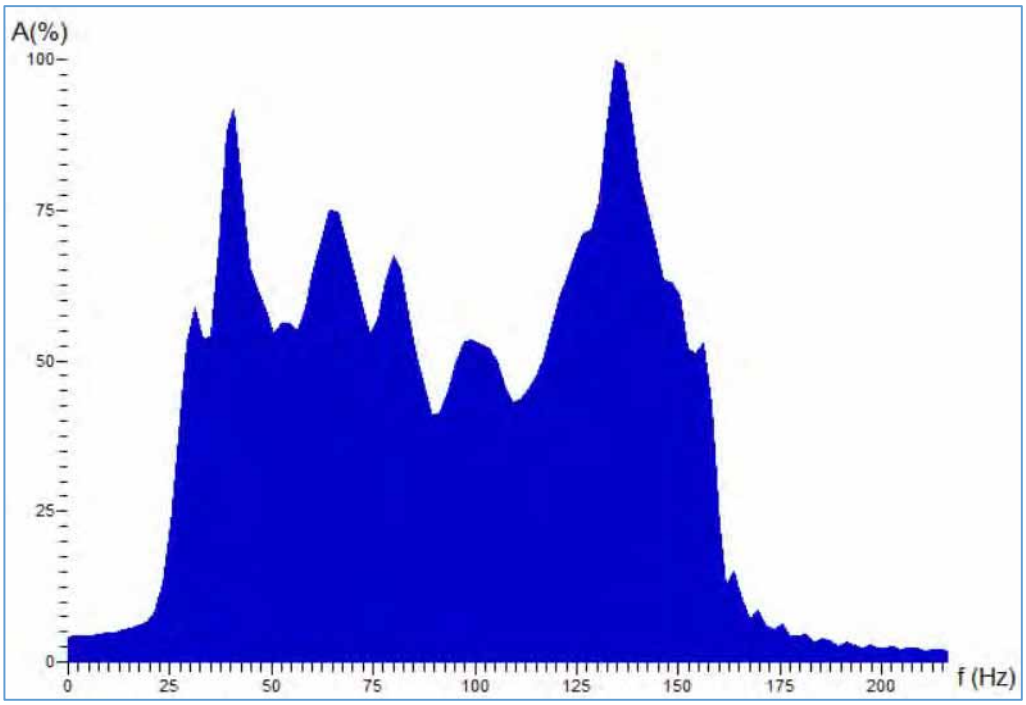


Registrando quindi più segnali riflessi da uno stesso punto riflettente (copertura multipla) che abbiano seguito percorsi diversi, è evidente che gli impulsi che giungono in fase (segnali) si sommano e quelli non in fase (disturbi vari) si attenuano.

Le coperture multiple più usate vanno dal 1200% al 2400% ordine in funzione del dettaglio e del miglioramento del segnale che si vuole ottenere

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

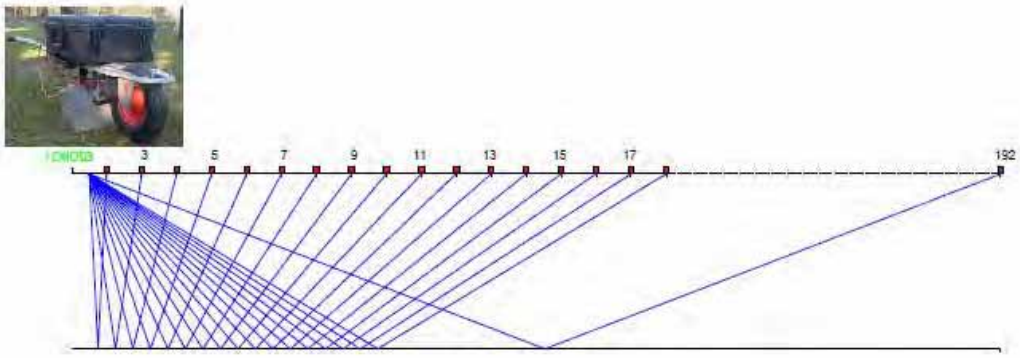
Le operazioni di campagna sono iniziate col posizionamento dei geofoni sul terreno, il loro collegamento tramite morsetti bipolari ai cavi sismici e la connessione di questi ultimi al sismografo. In seguito è stata verificata la trasmissione del segnale di riferimento tra apparato sorgente e sismografi e la ricezione degli eventi sismici su tutti i geofoni. Infine sono state realizzate alcune energizzazioni di prova al fine di scegliere le frequenze (sweep) da immettere nel terreno ed i parametri ottimali d'acquisizione sul sismometro; vedasi esempio di spettro di frequenza adottato (20-160 Hz) riportato in figura sotto

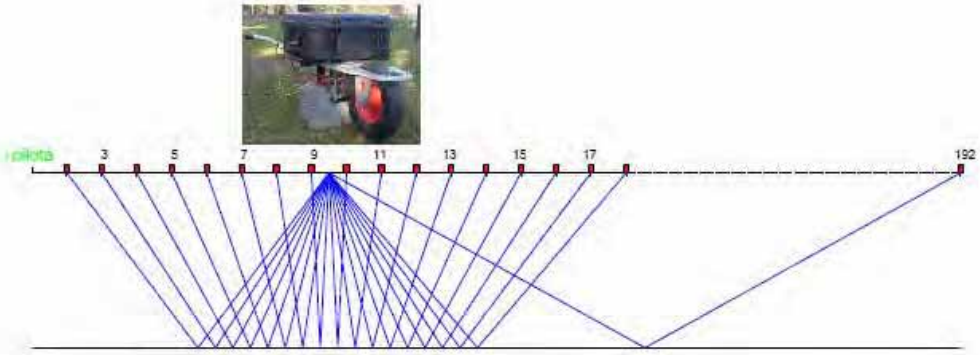


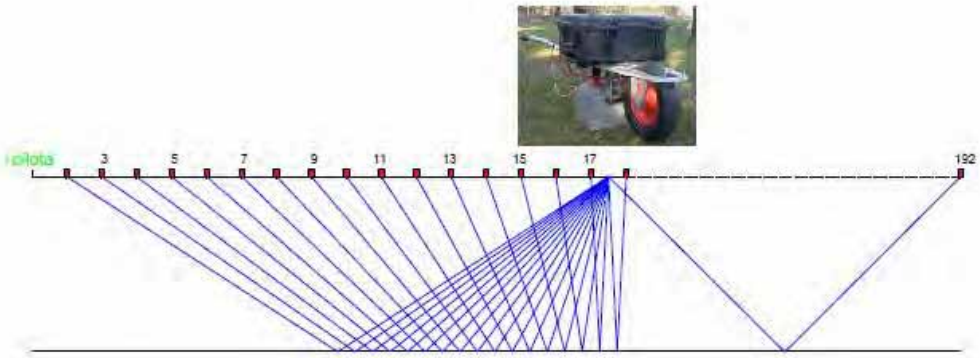
Spettro di frequenza sweep 20-160 Hz

Dopo aver effettuato la taratura della strumentazione, si è proceduto alla prospezione sismica a riflessione vera e propria in modo tale che dopo ogni energizzazione (o somma di energizzazioni) su ciascun punto d'energizzazione prestabilito, si fosse acquisito e registrato il segnale sull'hard-disk del pc portatile collegato al sismografo per la successiva elaborazione dati. Su ogni punto d'energizzazione vibrazionale, per generare le onde di taglio S sono state eseguite due energizzazioni: la prima che iniziava con la fase positiva e la seconda con quella negativa; successivamente durante l'elaborazione dati si è sommata alla prima per aumentarne l'ampiezza in fase dei segnali riflessi e diminuire il rumore ambientale. Come sorgente d'energia è stato utilizzato il nostro sistema esclusivo Vibroseis ElVis III generando le onde di taglio S su ogni geofono per ottenere una copertura del 3000%.
Le energizzazioni così realizzate consentono di avere a disposizione una reale copertura ed una quantità di dati tale da coprire, con la giusta geometria dei raggi ed in maniera omogenea, le intere sezioni sismiche in tutti i settori e fino alle profondità adeguate senza lasciare tratti scoperti o disomogenei

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione







Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Sulla linea LS i dati sono stati registrati utilizzando n. 3 sismografi Geometrics Geode con 24 canali per unità e capacità di 64000 campioni per traccia, per complessivi 60 geofoni attivi su ogni sismogramma. I parametri di acquisizione sono riportati in Tabella sottostante

Tempo di registrazione	11 secondi
Intervallo di campionamento	1 millisecondo
Filtri	esclusi
Stendimento	2D variabile rolling end-on, over ed end-off
Geofoni	orizzontali 10Hz interdistanza2 metri
Energizzatore	Vibroseis ElViS III, onde S
Tipo Sweep	20-160 Hz lineare, 10 secondi
Intervallo Punti Vibrazione	2 m (copertura pari al 3000%)
Primo Punto Vibrazione	2 m prima del primo geofono
Ultimo Punto Vibrazione	ultimo geofono (n.60)
Stacks/Punto Vibrazione	1 destra + 1 sinistra

Parametri di acquisizione Vibroseis

Quando si elaborano i dati sismici a riflessione è necessario "traslare" tutti i punti di energizzazione e le posizioni dei geofoni su un piano di riferimento che generalmente è orizzontale (vedi il livello del mare nella ricerca petrolifera) e possibilmente posto alla base dei terreni alterati di superficie.
Nel caso delle nostre due linee il profilo del terreno è pianeggiante e come riferimento è stato utilizzato il piano campagna.
L'elaborazione computerizzata, con impiego del software RadExPro Plus prodotto dall'Università di Stato di Mosca (Russia), è stata articolata come elencato nei principali punti successivi.
Per motivi di spazio e complessità esplicativa, la descrizione dettagliata e finalità applicativa delle singole operazioni di elaborazione riportate sotto, si rimanda alla bibliografia disponibile su testi scientifici e riviste specializzate.

- Correlazione dei sismogrammi;
- Inserimento delle geometrie;
- Mute chirurgico dei primi arrivi (top mute);
- Filtraggio in banda di frequenza (banda passante: 20/40-120/160 Hz;
- Analisi di velocità su CMP gathers;
- Applicazione di un guadagno di tipo AGC;
- Applicazione della correzione normal move out, sorting nel dominio CMP e stack;
- Bilanciamento ampiezze post-stack e filtraggio F-K

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

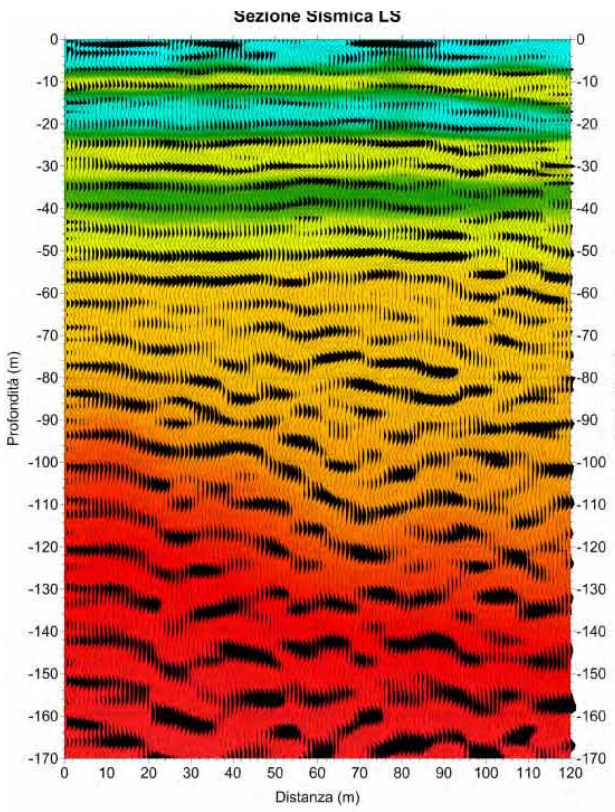
La tecnica sismica a riflessione ad alta risoluzione, con sorgente vibroseis a frequenza variabile (20-160 Hz) e copertura multipla CDP del 3000%, ha permesso di definire con qualità e dettaglio l'assetto geolitologico dei terreni indagati con particolare riguardo ai valori di Vs e al raggiungimento in profondità del *bedrock sismico* (Vs > 800 m/s).
Le analisi di velocità sugli eventi riflessi per l'allineamento dei CDP, oltre alla conversione dei tempi in profondità, hanno permesso di ottenere la distribuzione bidimensionale delle velocità Vs con la scala cromatica rappresentata nella sezione sismica finale di Tavola 2. Nella stessa tavola viene riportata la sezione LS con le isolinee di velocità sismica in onde di taglio (Vs) e n.3 profili Vs estrapolati a inizio, centro e fine sezione (rispettivamente alle progressive metriche 20 – 60 – 100).
Sotto allo strato superficiale (terreni prevalentemente limosi con spessore di circa 6 m e velocità Vs 160 m/s), la successione sismo-stratigrafica presenta diversi livelli riflettenti riferibili ad interfacce di velocità generalmente crescenti in profondità, fatta eccezione per due inversioni di velocità sismica Vs:

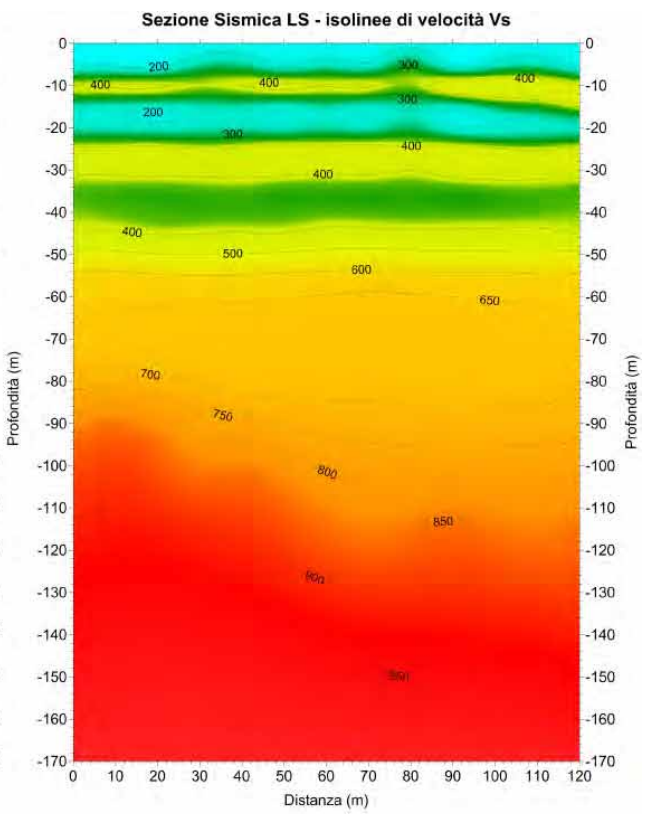
- la prima inversione si individua tra 13 e 23 m di profondità circa, al passaggio da terreni prevalentemente ghiaiosi a terreni meno consistenti costituiti da argille (Vs circa 240 m/sec);

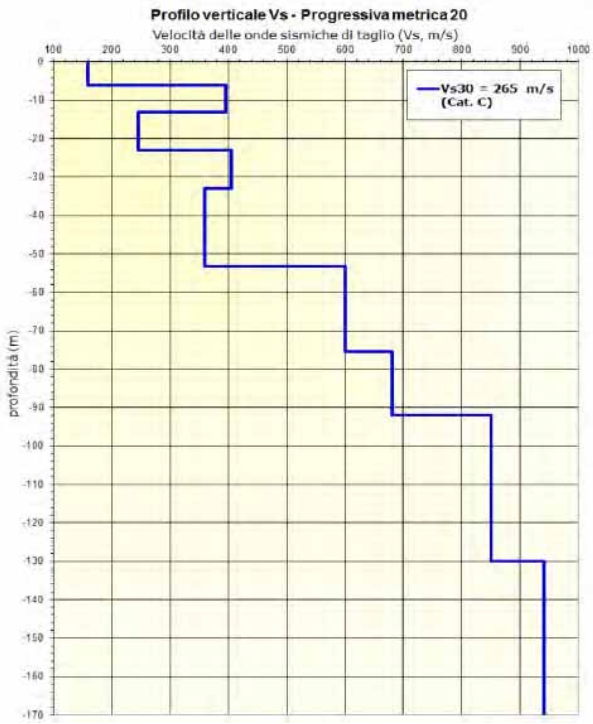
- la seconda rilevante inversione di velocità Vs (circa 360m/sec) si individua tra 33 e 52 m di profondità circa, in questo caso non si hanno dati geognostici di tipo diretto ma si ipotizza sempre un passaggio tra terreni più consistenti di tipo ghiaioso a terreni meno consistenti limosi-argillosi;

Al di sotto queste inversioni di velocità sismica le Vs aumentano gradualmente fino a valori massimi di circa 950 m/sec fino a una profondità stimata di 170 m da piano campagna; non si rilevano quindi ulteriori inversioni di velocità e di conseguenza situazioni che segnalano particolari criticità nella successione verticale dei sismo-strati.
Il riflettore relativo al *bedrock sismico* locale è caratterizzato da una velocità Vs di 850 m/s e, come visibile dai profili Vs riportati qui di seguito, si attesta a profondità comprese tra 92 m (inizio sezione) e 115 m (fine sezione).

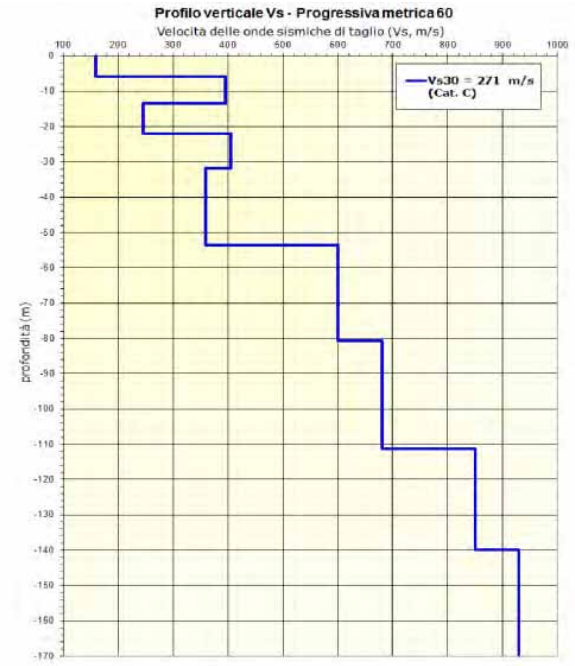
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

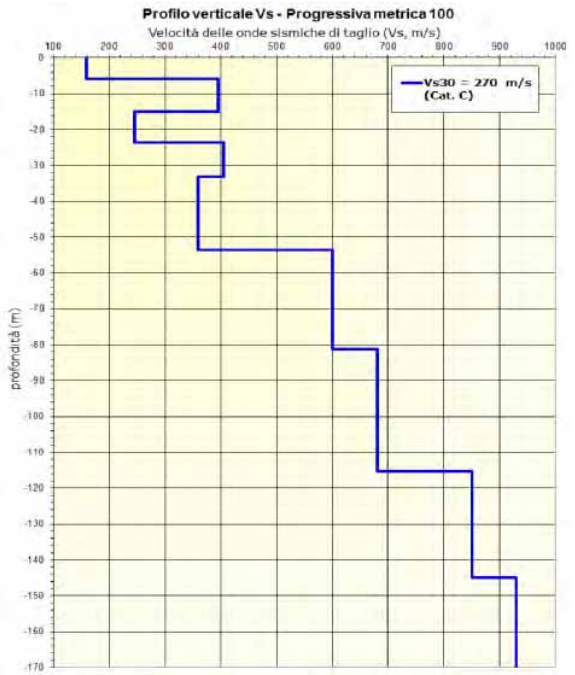






Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione





VsEq /Vs30 (m/s): 265/271 (categoria di sottosuolo "C")

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

b. Indagini geognostiche

b1. I dati ottenuti

Le indagini geognostiche sono state eseguite dalla ditta Prove Penetrometriche Srl di Castelnuovo Rangone (Mo).
Per l'ubicazione delle prove si veda la planimetria riportata in figura 5.1, mentre per le schede delle prove si rimanda all'allegato tecnico inserito nel presente documento.

b2. Interpretazione delle indagini geognostiche

b2a. Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

Durante l'esecuzione del sondaggio sono state eseguite le seguenti attività:

- descrizione delle litologie riportata nella stratigrafia;
- descrizione del colore del terreno;
- descrizione dello stato di addensamento o del grado di consistenza;
- fotografie delle carote depositate in cassetta.

I sondaggi hanno raggiunto rispettivamente la profondità di 10.0 e 20.0 m ed avevano lo scopo di caratterizzare in maniera dettagliata la stratigrafia su cui verrà realizzata l'opera e caratterizzare i terreni di fondazione.
Si riportano di seguito le stratigrafie sintetiche desunte:

Sondaggi	***Stratigrafia sintetica***
Sondaggio S1	0.00 - 1.00 m Terreno di riporto; 1.00 - 1.50 m Limo argilloso di colore nocciola asciutto; 1.50 - 3.50 m Limo argilloso debolmente sabbioso, nocciola ocra, molto consistente, asciutto; 3.50 - 4.30 m Limo sabbioso e sabbia limosa nocciola, grigio nocciola, consistente, umido.; 4.30 - 6.30 m Sabbia limosa / limo sabbioso, grigia, moderatamente addensata /consistente, umida fino a 4,50 m poi satura; 6.30 - 10.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in matrice sabbiosa localmente abbondante.
Sondaggio S2	0.00 - 0.80 m Terreno di riporto; 0.80 - 1.50 m Limo argilloso di colore nocciola asciutto; 1.50 - 3.70 m Limo argilloso sabbioso, grigio-nocciola, da asciutto a umido; 3.70 - 6.30 m Limo con argilla debolmente sabbioso, grigio striato nocciola, da umida a satura; 6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa; 15.00 - 16.10 m Livello di Torba; 16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, moderatamente consistente, umida.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Per le schede dei sondaggi e le immagini fotografiche delle carote si rimanda all'allegato tecnico inserito nel presente documento.

b2b. Prova penetrometrica statica con piezocono CPTu

Dall'analisi dei valori desunti dalla prova penetrometrica statica elettrica con piezocono(CPTu) è stato possibile dettagliare e ricostruire la stratigrafia del sottosuolo e determinare i parametri geotecnici di riferimento dei terreni di fondazione. I valori riportati nelle tabelle della prova penetrometrica statica con piezocono rappresentano i valori della resistenza alla penetrazione della punta elettrica (Qc), infissa nel terreno a velocità costante (v = 2 cm/s), espressi in MPa, i valori della resistenza laterale specifica (fs), in kPa, i valori U (pressione idrostatica nei pori) in kPa ed i valori del rapporto delle resistenze Qc/fs (Rapporto Robertson 1990, 2010 e 2016).
Nei diagrammi sono riportati i valori i valori della resistenza alla penetrazione della punta meccanica (Qc) in Mpa, i valori della resistenza laterale specifica (fs), in kPa, i valori U in kpa (pressione idrostatica nei pori). Il rilievo e la memorizzazione dei dati di prova sono stati eseguiti mediante l'impiego di una punta digitale "MK" della Pagani Geotechnical Equipment, delle seguenti caratteristiche tecniche:

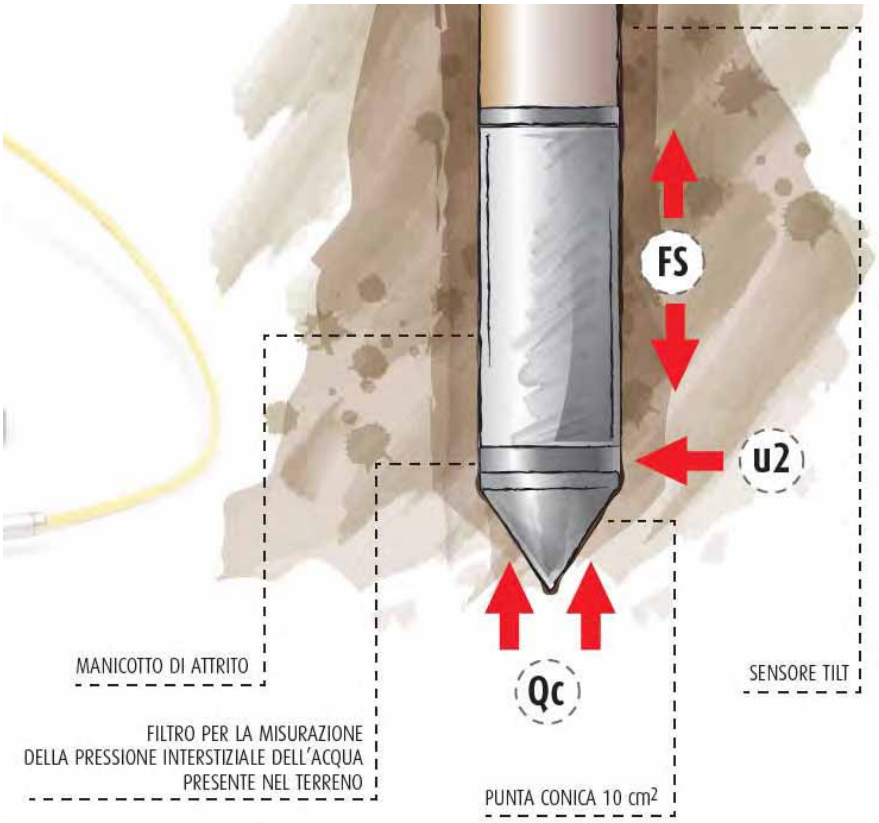
SPECIFICHE TECNICHE

Sensore	Fondo scala	Risoluzione	Precisione
QC	50 - 100 MPa	24 bit	0,005 MPa
FS	1600 kPa	24 bit	0,04 MPa
U2	2500 kPa	24 bit	0,04 MPa
TILT	0° - 20°	12 bit	0,5°

DIMENSIONI

Lunghezza	320 mm	Peso	1,8 kg
Diametro	35,8 mm	Angolo di apertura punta	60°
Sezione	10 cm²	Superficie manicotto laterale	150 cm²

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

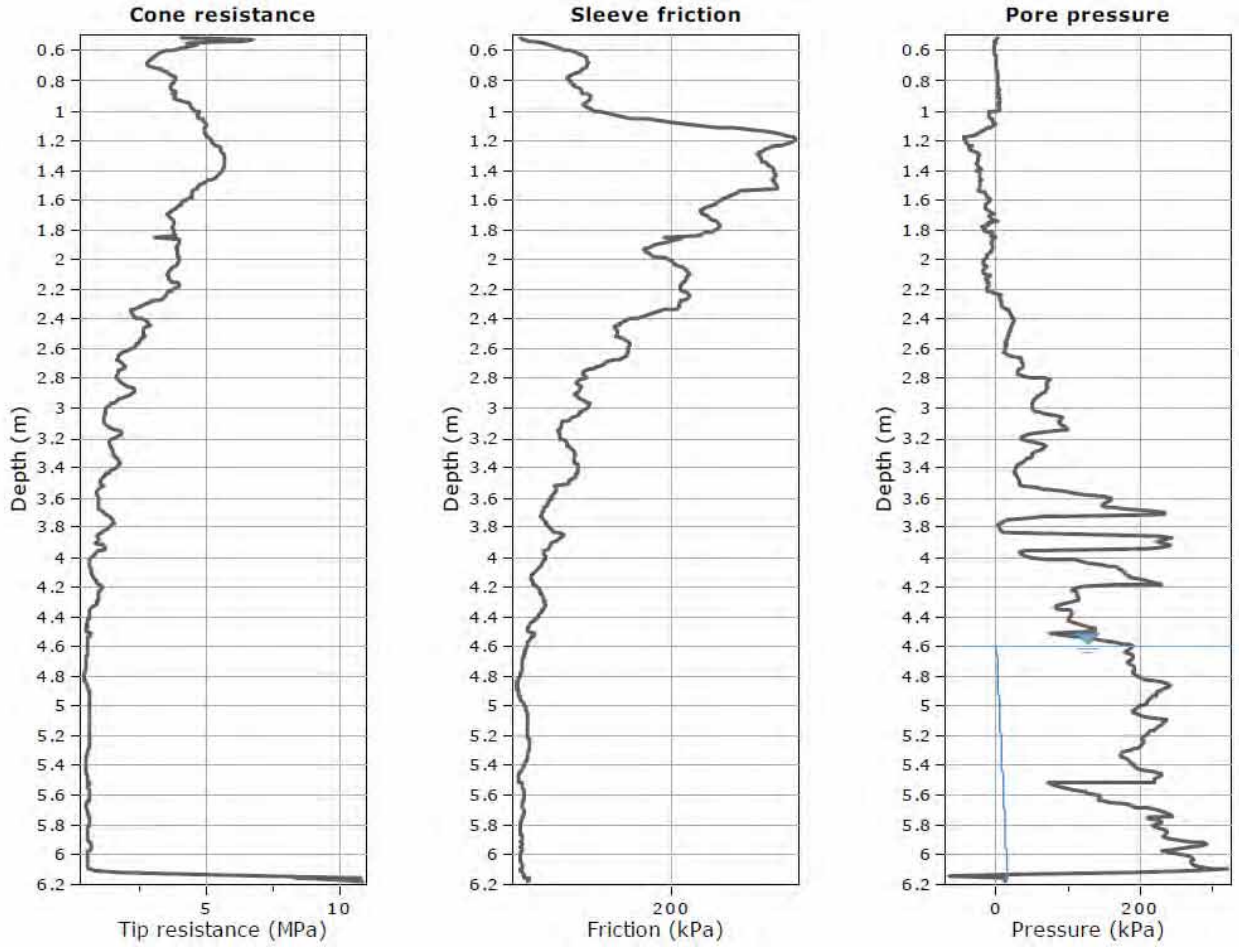


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

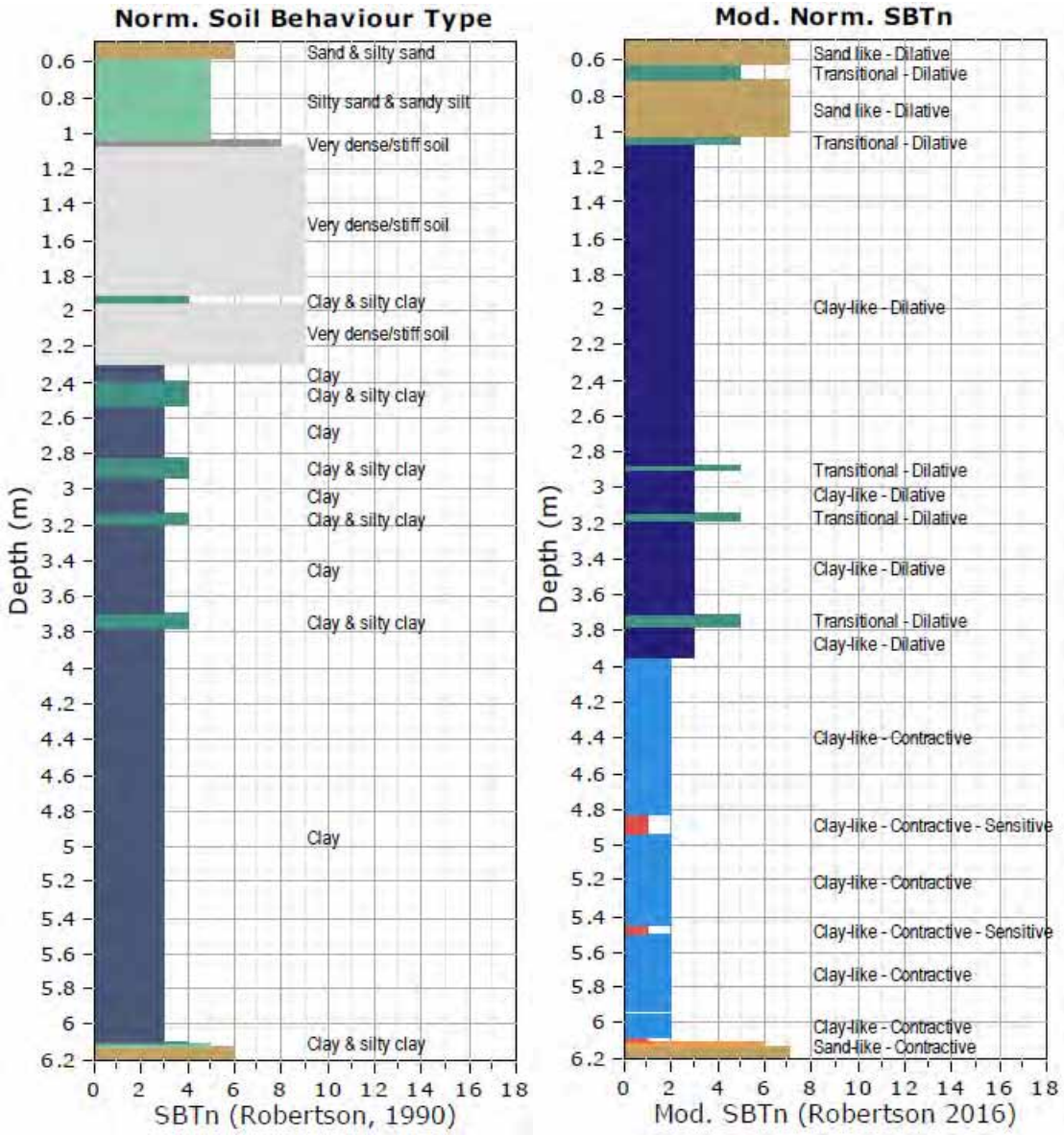
Vengono di seguito riportate le tabelle ed i grafici dei valori desunti dalle prove penetrometriche statiche con piezocono CPTu:

PROVA CPTu01

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: Pagani Piezocono MKj505
Prova eseguita in data: 18/10/2019
Profondità prova: 6.18 m
Località: Castelfranco E. - Via Solimei



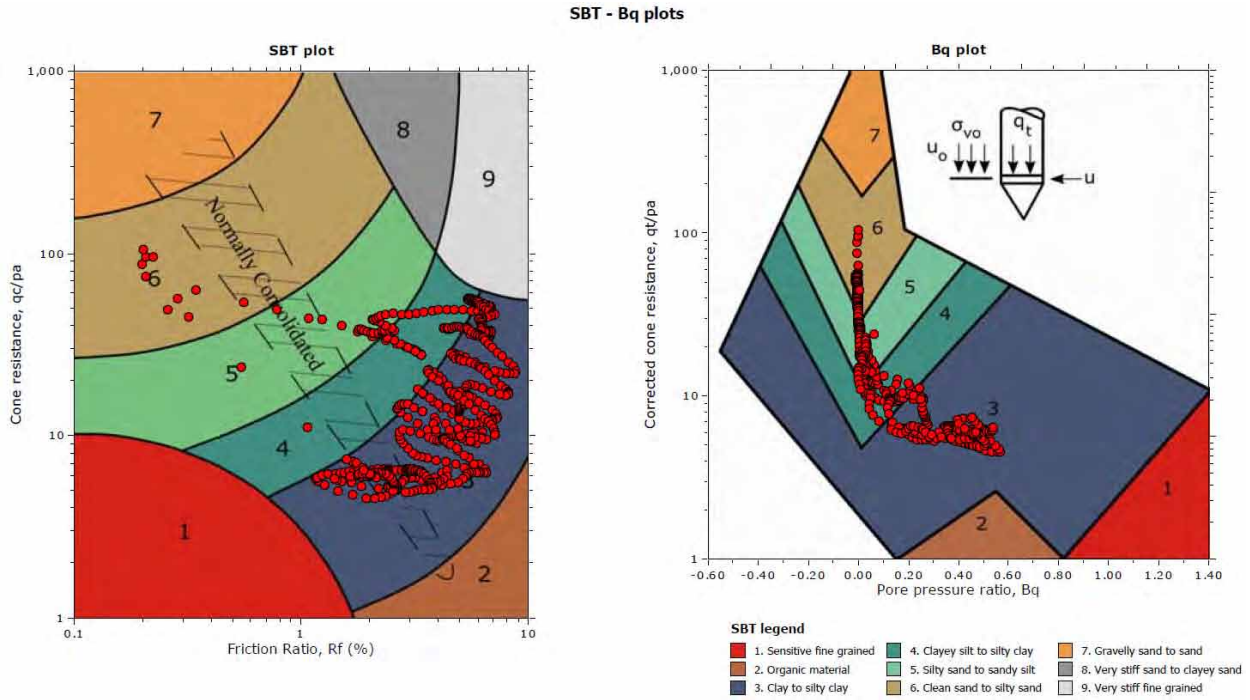
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

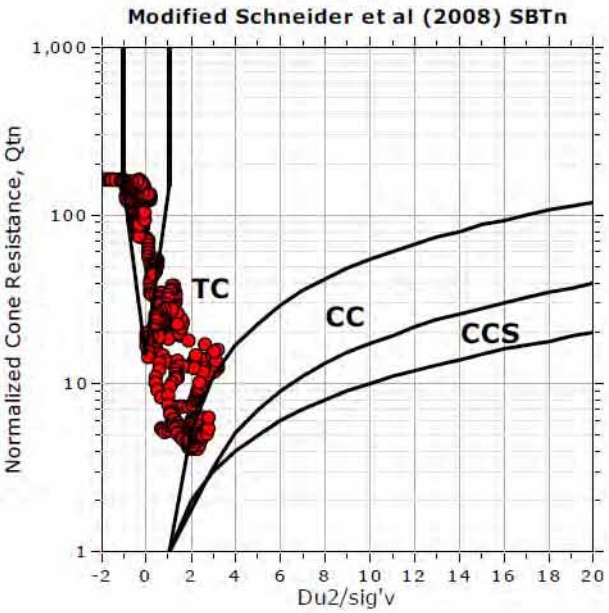


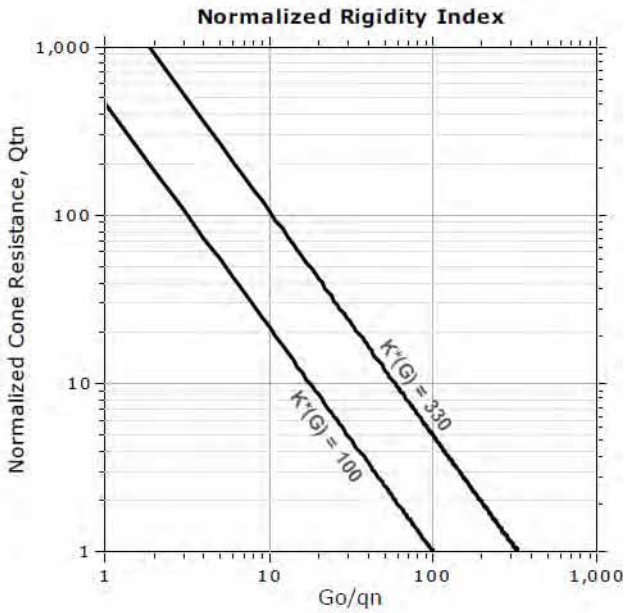
Mod. SBTn legend

1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
2. CC: Clay-like - Contractive
3. CD: Clay-Like: Dilative
4. TC: Transitional - Contractive
5. TD: Transitional - Dilative
6. SC: Sand-like - Contractive
7. SD: Sand-like - Dilative

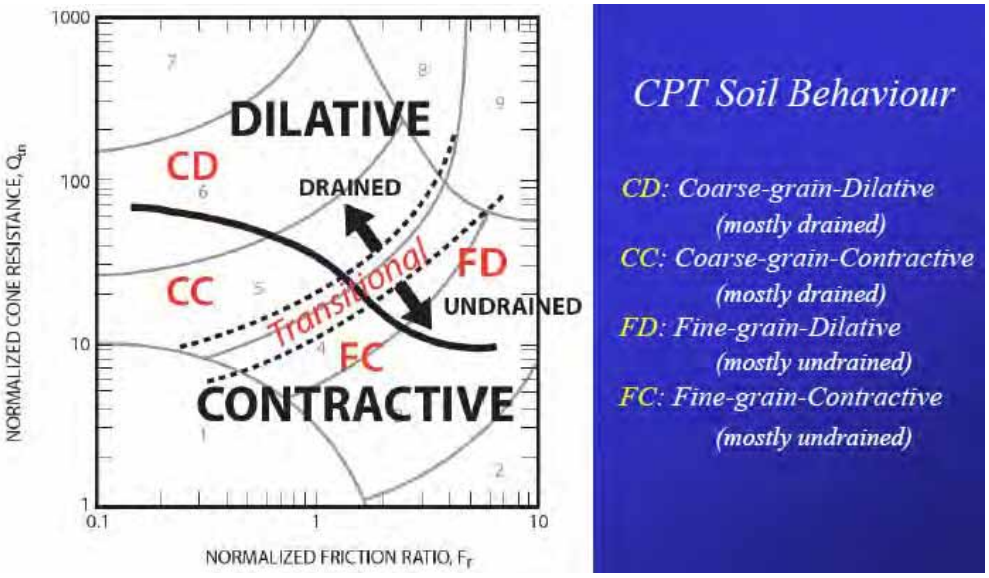
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

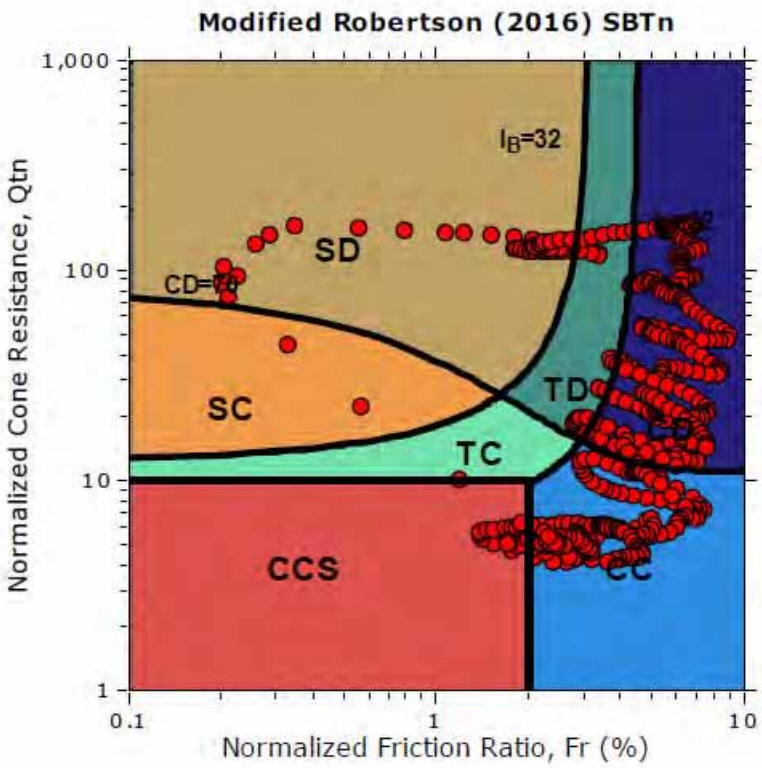






Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



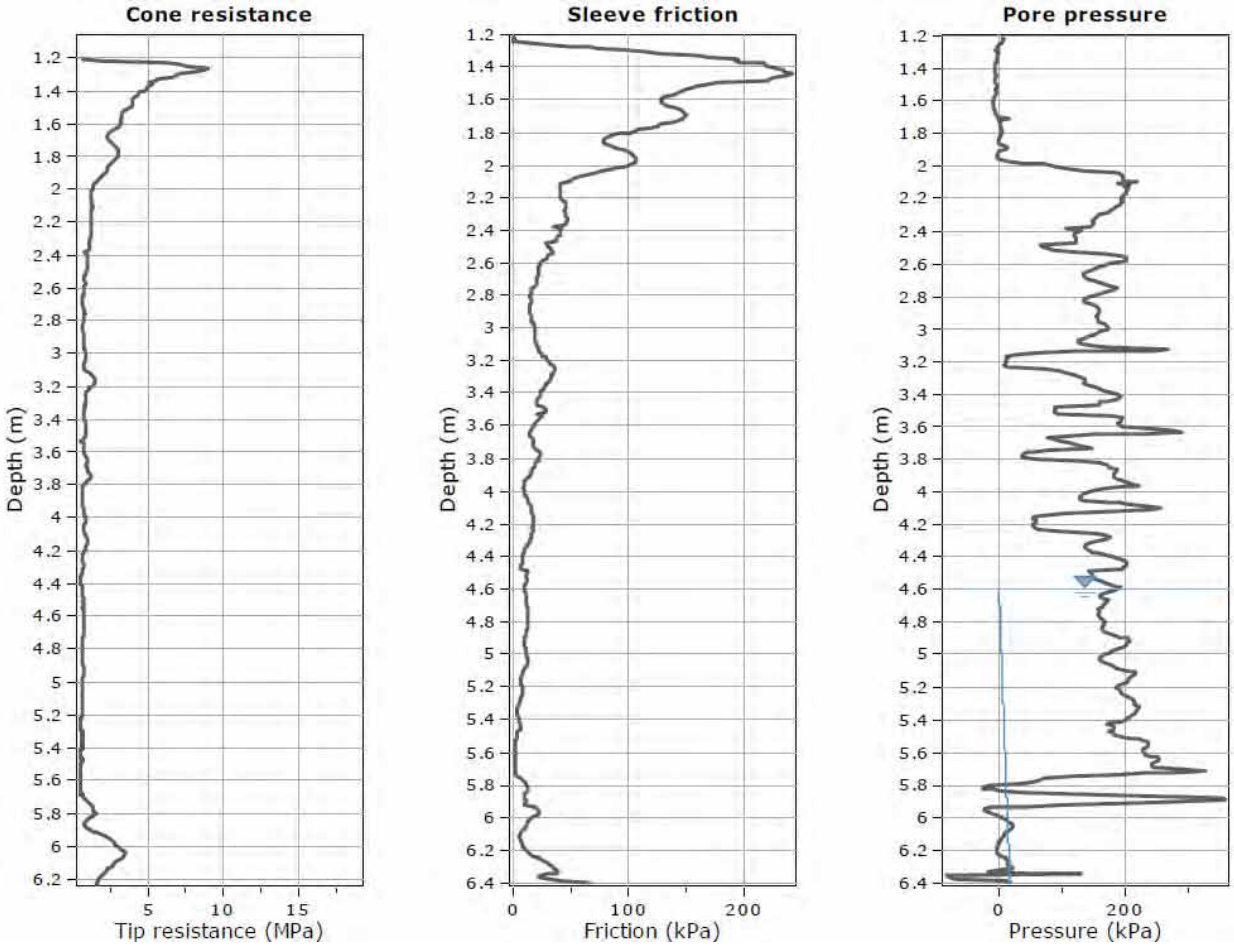


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

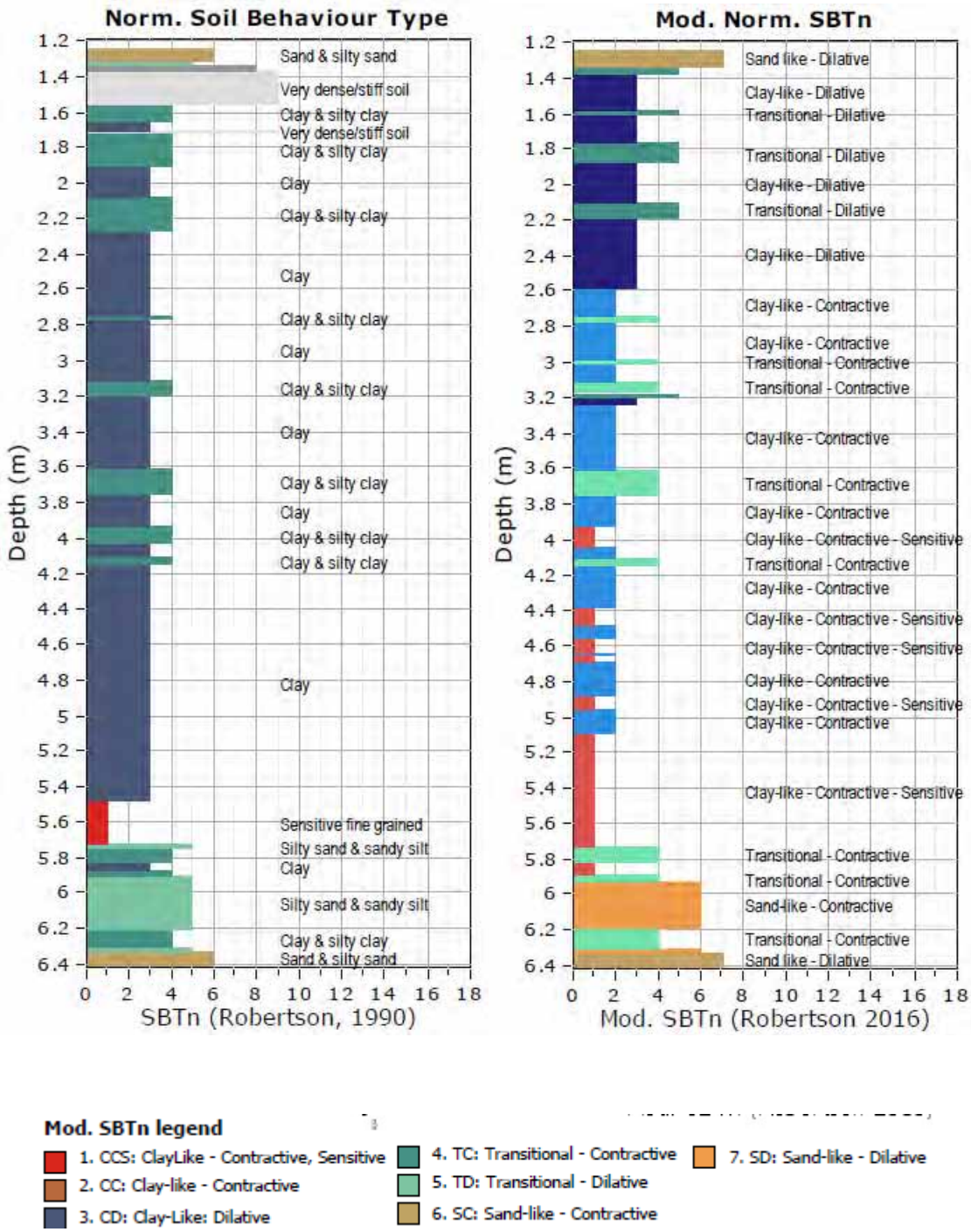
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVA CPTu02

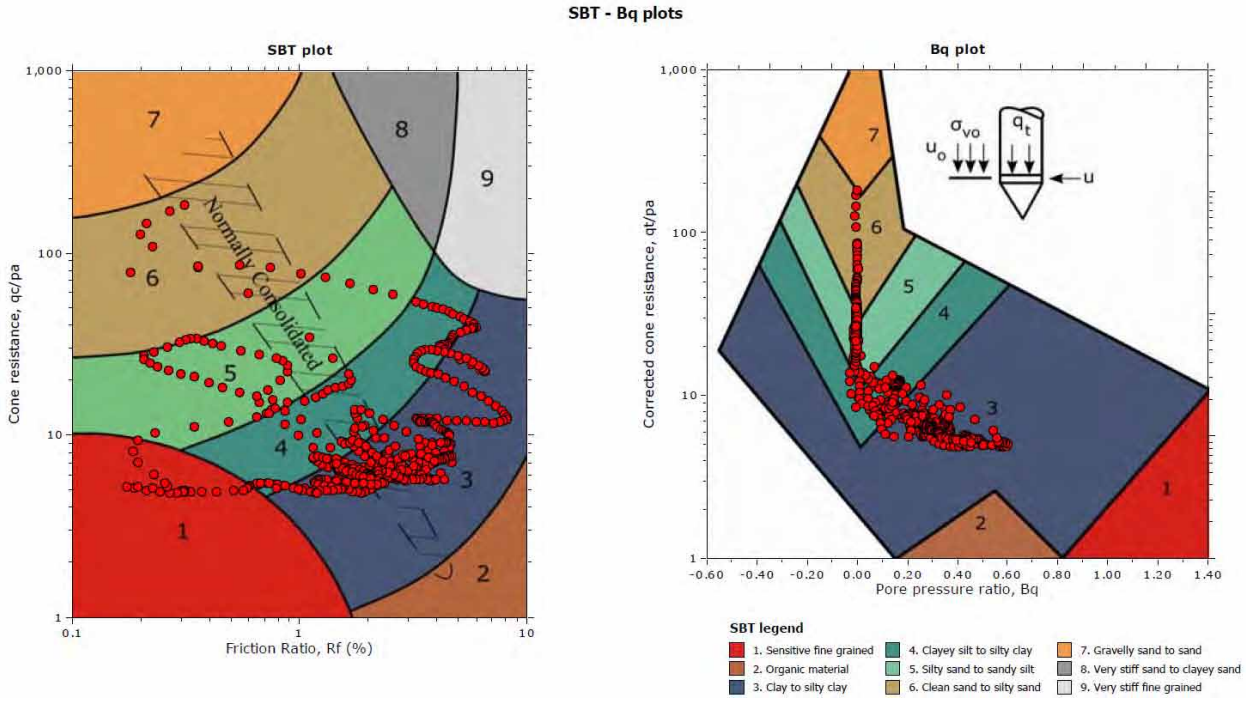
Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: Pagani Piezocono MKj505
Prova eseguita in data: 18/10/2019
Profondità prova: 6.40 m
Località: Castelfranco E. - Via Solimei

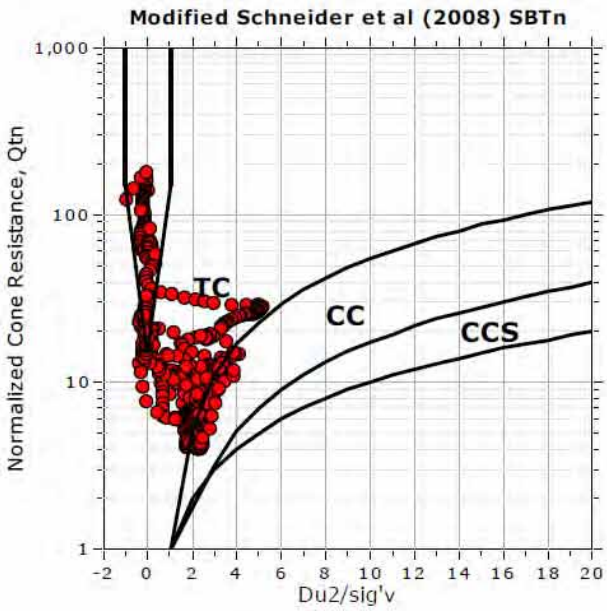


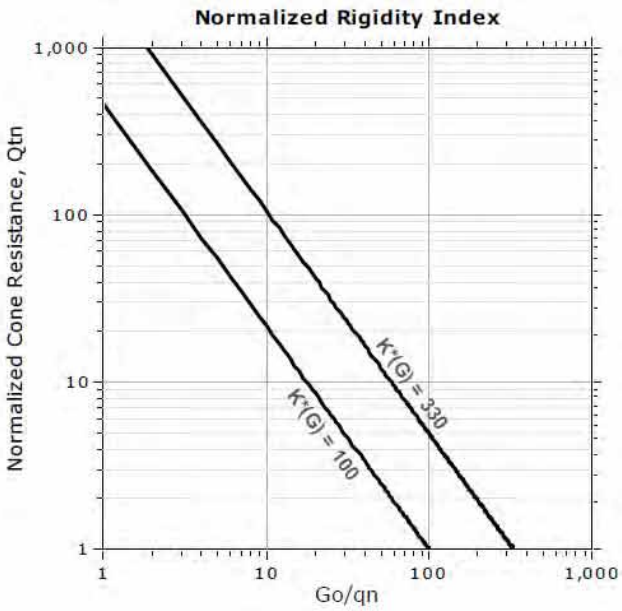
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



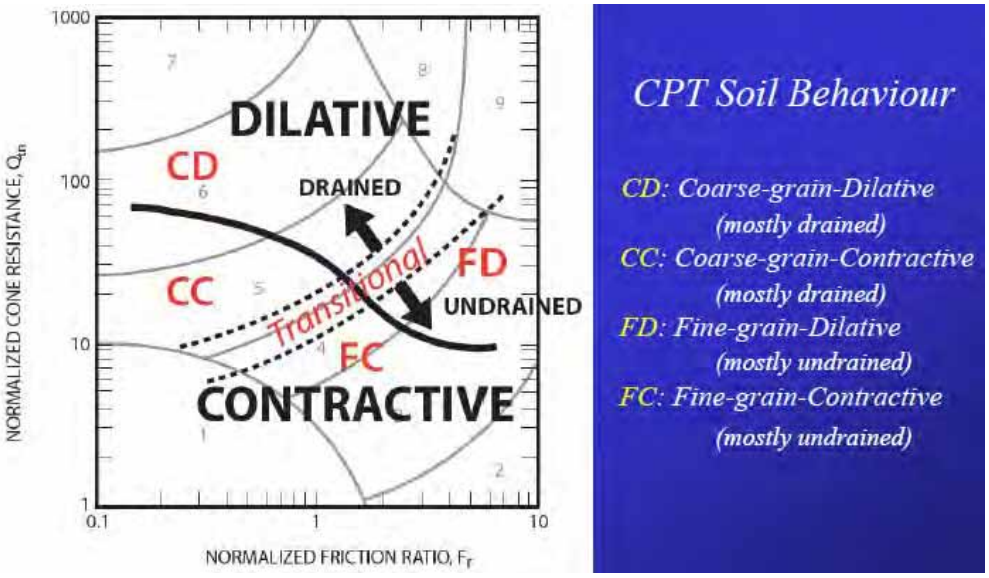
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

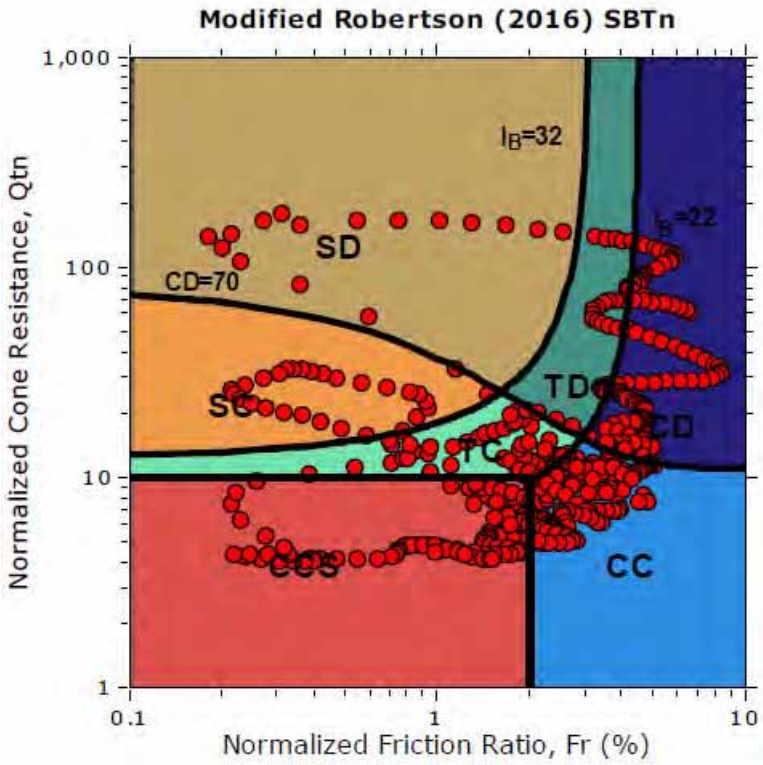






Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione





CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

b2b. Prova penetrometrica statica meccanica CPTm

I valori riportati nelle tabelle della prova penetrometrica statica meccanica rappresentano i valori della resistenza alla penetrazione della punta meccanica (Rp), infissa nel terreno a passo 20cm, espressi in MPa, i valori della resistenza laterale specifica (Rl), in MPa ed i valori del rapporto delle resistenze Rp/Rl (Rapporto Begemann 1965 e Rapporto Schmertmann 1978).
Nei diagrammi sono riportati i valori i valori della resistenza alla penetrazione della punta meccanica (Rp) in MPa, i valori della resistenza laterale specifica (Rl), in MPa ed i valori del rapporto delle resistenze Rp/Rl.
Vengono di seguito riportate le tabelle ed i grafici dei valori desunti dalle prove penetrometriche statiche meccaniche CPTm:

PROVA CPT01

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN
Prova eseguita in data: 17/10/2011
Profondità prova: 6.60 mt
Località: Castelfranco Emilia

Profondità (m)	Lettura punta (Mpa)	Lettura laterale (Mpa)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	1.9	0.0	
0.40	40.00	69.0	40.0	1.9	21.1	4.8
0.60	46.00	75.0	46.0	2.7	17.0	5.9
0.80	38.00	79.0	38.0	2.9	13.1	7.6
1.00	70.00	114.0	70.0	3.7	18.9	5.3
1.20	65.00	120.0	65.0	3.6	18.1	5.5
1.40	56.00	110.0	56.0	2.3	24.3	4.1
1.60	35.00	70.0	35.0	2.4	14.6	6.9
1.80	24.00	60.0	24.0	0.9	26.7	3.8
2.00	16.99	30.0	17.0	0.9	18.9	5.3
2.20	11.00	24.0	11.0	0.6	18.3	5.5
2.40	13.00	22.0	13.0	0.5	26.0	3.8
2.60	9.00	17.0	9.0	0.6	15.0	6.7
2.80	8.00	17.0	8.0	0.5	16.0	6.3
3.00	10.00	17.0	10.0	0.4	25.0	4.0
3.20	9.00	15.0	9.1	0.4	22.8	4.4
3.40	6.00	12.0	6.1	0.3	20.3	4.9
3.60	6.00	11.0	6.1	0.5	12.2	8.2
3.80	8.00	16.0	8.1	0.5	16.2	6.2
4.00	8.00	15.0	8.1	0.4	20.3	4.9
4.20	7.00	13.0	7.1	0.4	17.8	5.6
4.40	6.00	12.0	6.1	0.3	20.3	4.9
4.60	6.00	11.0	6.1	0.3	20.3	4.9
4.80	6.00	11.0	6.1	0.5	12.2	8.2
5.00	6.00	13.0	6.1	0.4	15.3	6.6
5.20	6.00	12.0	6.1	0.4	15.3	6.6
5.40	7.00	13.0	7.1	0.4	17.8	5.6
5.60	9.00	15.0	9.1	1.1	8.3	12.1
5.80	15.00	32.0	15.1	0.5	30.2	3.3
6.00	18.00	26.0	18.1	0.7	25.9	3.9
6.20	26.00	36.0	26.1	1.3	20.1	5.0
6.40	220.00	240.0	220.1	1.3	169.3	0.6
6.60	250.00	270.0	250.1	0.0		0.0

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVA CPT02

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN
Prova eseguita in data: 17/10/2011
Profondità prova: 6.60 mt
Località: Castelfranco Emilia

Profondità (m)	Lettura punta (Mpa)	Lettura laterale (Mpa)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	1.4	0.0	
0.40	57.00	78.0	57.0	1.9	30.0	3.3
0.60	47.00	75.0	47.0	3.0	15.7	6.4
0.80	62.00	107.0	62.0	1.1	56.4	1.8
1.00	90.00	106.0	90.0	5.9	15.3	6.6
1.20	92.00	180.0	92.0	6.1	15.1	6.6
1.40	88.00	180.0	88.0	3.3	26.7	3.8
1.60	50.00	100.0	50.0	3.7	13.5	7.4
1.80	65.00	120.0	65.0	4.3	15.1	6.6
2.00	55.00	120.0	55.0	3.5	15.7	6.4
2.20	43.00	96.0	43.0	2.1	20.5	4.9
2.40	35.00	66.0	35.0	2.1	16.7	6.0
2.60	26.00	58.0	26.0	1.0	26.0	3.8
2.80	13.00	28.0	13.0	0.9	14.4	6.9
3.00	13.00	26.0	13.0	0.6	21.7	4.6
3.20	9.00	18.0	9.1	0.5	18.2	5.5
3.40	7.00	15.0	7.1	0.6	11.8	8.5
3.60	8.00	17.0	8.1	0.4	20.3	4.9
3.80	8.00	14.0	8.1	0.5	16.2	6.2
4.00	7.00	14.0	7.1	0.3	23.7	4.2
4.20	7.00	11.0	7.1	0.4	17.8	5.6
4.40	7.00	13.0	7.1	0.5	14.2	7.0
4.60	9.00	16.0	9.1	0.5	18.2	5.5
4.80	7.00	15.0	7.1	0.4	17.8	5.6
5.00	6.00	12.0	6.1	0.4	15.3	6.6
5.20	8.00	14.0	8.1	0.5	16.2	6.2
5.40	8.00	16.0	8.1	0.7	11.6	8.6
5.60	10.00	20.0	10.1	0.6	16.8	5.9
5.80	7.00	16.0	7.1	0.5	14.2	7.0
6.00	9.00	16.0	9.1	0.7	13.0	7.7
6.20	9.00	20.0	9.1	1.3	7.0	14.3
6.40	200.00	220.0	200.1	1.3	153.9	0.6
6.60	180.00	200.0	180.1	0.0		0.0

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

c. Il modello geologico-tecnico del volume significativo

La natura litologica dei terreni oggetto dei sondaggi geognostici e delle prove penetrometriche è dedotta dall'analisi delle cassette stratigrafiche e dai diagrammi penetrometrici mediante "Guide for estimating soil type from dutch friction-cone ratio" (Schmertmann, 1969 e Raccomandazioni A.G.I. 1977) per le prove meccaniche cptm e dall'analisi dei diagrammi penetrometrici mediante Robertson (2010, 2016) per le prove con piezocono cptu.
Le sequenze stratigrafiche desunte dall'analisi delle indagini geognostiche e geofisiche evidenziano i seguenti livelli litologici:

0.00 -0.80/1.00 m Materiale di riporto;
0.80/1.00 - 1.00/1.50 m Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A);
1.00/1.50 -3.60/4.30 m Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B);
3.60/4.30 - 6.30 m Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C);
6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D);
15.00 - 16.10 m Livello di Torba (E);
16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F).

La falda, in fase di indagine, è stata rinvenuta a 4.30 m dal p.c..

Infine sulla base delle indicazioni emerse dall'analisi delle prove penetrometriche e sulla base delle litologie presenti si è provveduto a caratterizzare e parametrizzare, dal punto di vista geotecnico, i terreni di fondazione.
In virtù delle considerazioni sopra esposte risulta che i parametrici geotecnici caratteristici per i materiali presenti sono i seguenti:

- In termini di parametri di resistenza:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	c'k(kPa)	ϕ'k(°)	Cuk(kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	3	18	70
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	2	17	60

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3.60/4.30 - 6.30	**Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)**	**17**	**19**	**1**	**20**	**70**
6.30 - 15.00	**Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)**	**20**	**21**	**0**	**32**	**/**
15.00 - 16.10	**Livello di Torba (E)**	**13**	**15**	**0**	**14**	**30**
16.20 - 20.00	**Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)**	**17**	**19**	**5**	**19**	**100**

- In termini di parametri di deformabilità:

Profondità dal p.c. (m)	**Unità Formazionale**	**γ'_d (kN/m³)**	**γ'_w (KN/m³)**	**Coeff. di Poisson (v)**	**Modulo Elastico E' (kPa)**	**Modulo Edometrico E_d (kPa)**
0.00 - 0.80/1.00	**Materiale di Riporto**	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	**Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)**	**17**	**19**	**0.45**		**4500**
1.00/1.50 - 3.60/4.30	**Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)**	**17**	**19**	**0.45**		**4000**
3.60/4.30 - 6.30	**Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)**	**17**	**19**	**0.45**		**3500**
6.30 - 15.00	**Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)**	**20**	**21**	**0.35**	**30000**	

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

15.00 - 16.10	**Livello di Torba (E)**	**13**	**15**	**0.48**		**2000**
16.20 - 20.00	**Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)**	**17**	**19**	**0.42**		**7000**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

9. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E LOCALE

a. Sismicità delle aree di interesse

Allo stato attuale la normativa di riferimento in materia sismica risulta essere il D.M. 17 gennaio 2018 recante "norme tecniche per le costruzioni", entrato in vigore a partire dal 22 marzo 2018.
La classificazione sismica dei comuni della regione Emilia-Romagna introdotta ai sensi del punto 3 dell'Allegato 1 dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 maggio 2003, prevede che il territorio nazionale sia suddiviso in quattro zone sismiche, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione (a_g).
Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formulazione degli elenchi delle medesime zone" all'allegato 1.A" sono individuate quattro zone sismiche orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.
Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima al suolo a_g, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $Vs_{30} > 800\ m/s$ secondo lo schema seguente. I valori di accelerazione delle quattro zone sismiche sono maggiormente specificati rispetto all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 secondo la schema di seguito proposto (tabella 9.1):

Tabella 9.1: Valori di accelerazione al suolo a_g

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g) – OPCM 3519	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g) – OPCM 3472
1	$0.25 < a_g \leq 0.35\ g$	$0.35\ g$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25\ g$	$0.25\ g$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15\ g$	$0.15\ g$
4	$\leq 0.05\ g$	$0.05\ g$

Di seguito si riportano le classificazioni della sismicità dei comuni interessati dagli interventi in base alle vecchie normative e ovviamente anche in base alla nuova e vigente classificazione proposta dall'OPCM 3274/2003 e s.m.i (tabella 9.2).

Tabella 9.2: Classificazione della sismicità del comune e valore dell'accelerazione al suolo a_g

Comune	Classificazione sismica (Decreti fino al 1984)	Classificazione sismica OPCM 3274/2003	a_g
Castelfranco E.	n.c.	3	0.15 g

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

b. Sismicità storica delle aree di intervento

Nella tabella 9.3 sono riportati i dati storici del comune di Castelfranco Emilia, definiti nel Gruppo di lavoro CPTI (2015) Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2015 (CPTI15), INGV, Bologna con aggiornamento DBMI15 (dicembre 2015) reperibile all'indirizzo web http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/

Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
F	1885	02	26	20	48		Pianura Padana	78	6	5.01
3	1898	03	04	21	05		Parmense	313	7-8	5.37
4	1904	02	25	18	47	5	Reggiano	62	6	4.81
NF	1904	11	17	05	02		Pistoiese	204	7	5.10
NF	1912	09	12	21	15		Carpi	13	4	3.76
NF	1913	11	25	20	55		Appennino parmense	73	4-5	4.65
2	1922	05	24	21	17	2	Ferrarese	7	4	3.70
3	1923	06	28	15	12		Modenese	22	6	5.04
4-5	1929	04	19	04	16		Bolognese	82	6-7	5.13
5-6	1929	04	20	01	10		Bolognese	109	7	5.36
6	1929	04	22	08	26		Bolognese	41	6-7	5.10
5-6	1929	04	22	14	19		Bolognese	12	5-6	4.61
6	1929	04	29	18	36		Bolognese	45	6	5.20
3	1929	08	17	04	25		Bolognese	10	4-5	3.89
2	1931	06	10	17	02		Modenese	14	4	4.59
3	1934	09	18	09	37		Vignola	6	4	3.95
5	1963	11	04	15	46		Bassa modenese	5	5	4.16
2	1967	04	03	16	36	1	Reggiano	45	5	4.44
4	1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8	5.51
NF	1971	09	11	23	18	1	Pianura emiliana	15	5	4.19
4	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
3-4	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
4	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
NF	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
NF	1992	04	17	11	59	0	Appennino bolognese	56	4-5	4.11
5	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
NF	1998	02	21	02	21	1	Pianura emiliana	104	5	3.93
3-4	1999	07	07	17	16	1	Frignano	32	5	4.67
3	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

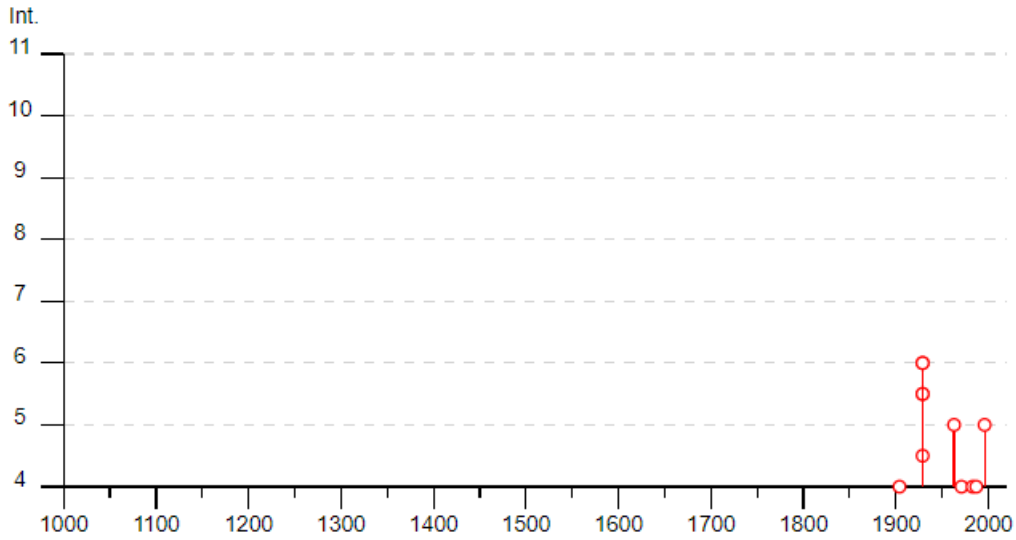


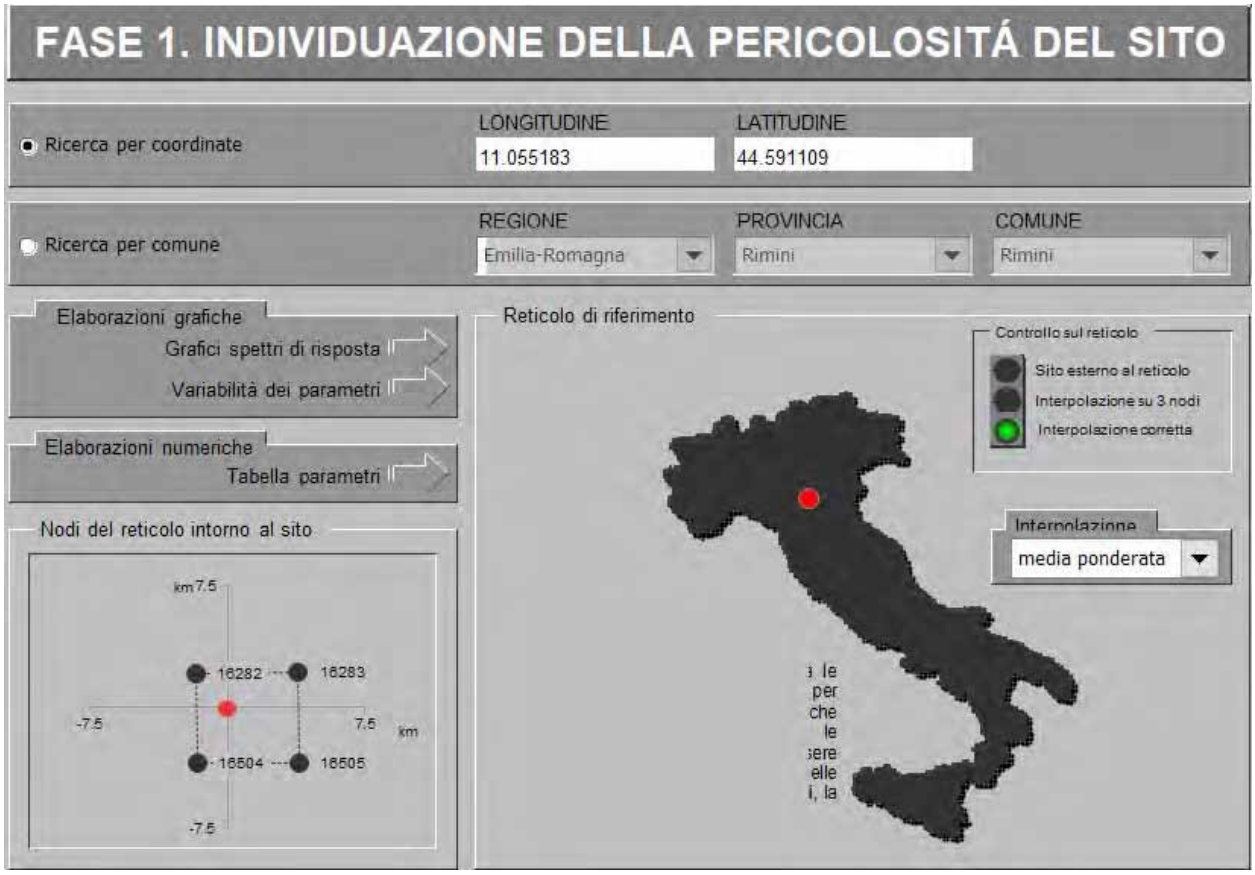
Tabella 9.3: Storia sismica del comune di Castelfranco Emilia (MO).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

c. Individuazione della pericolosità sismica del sito

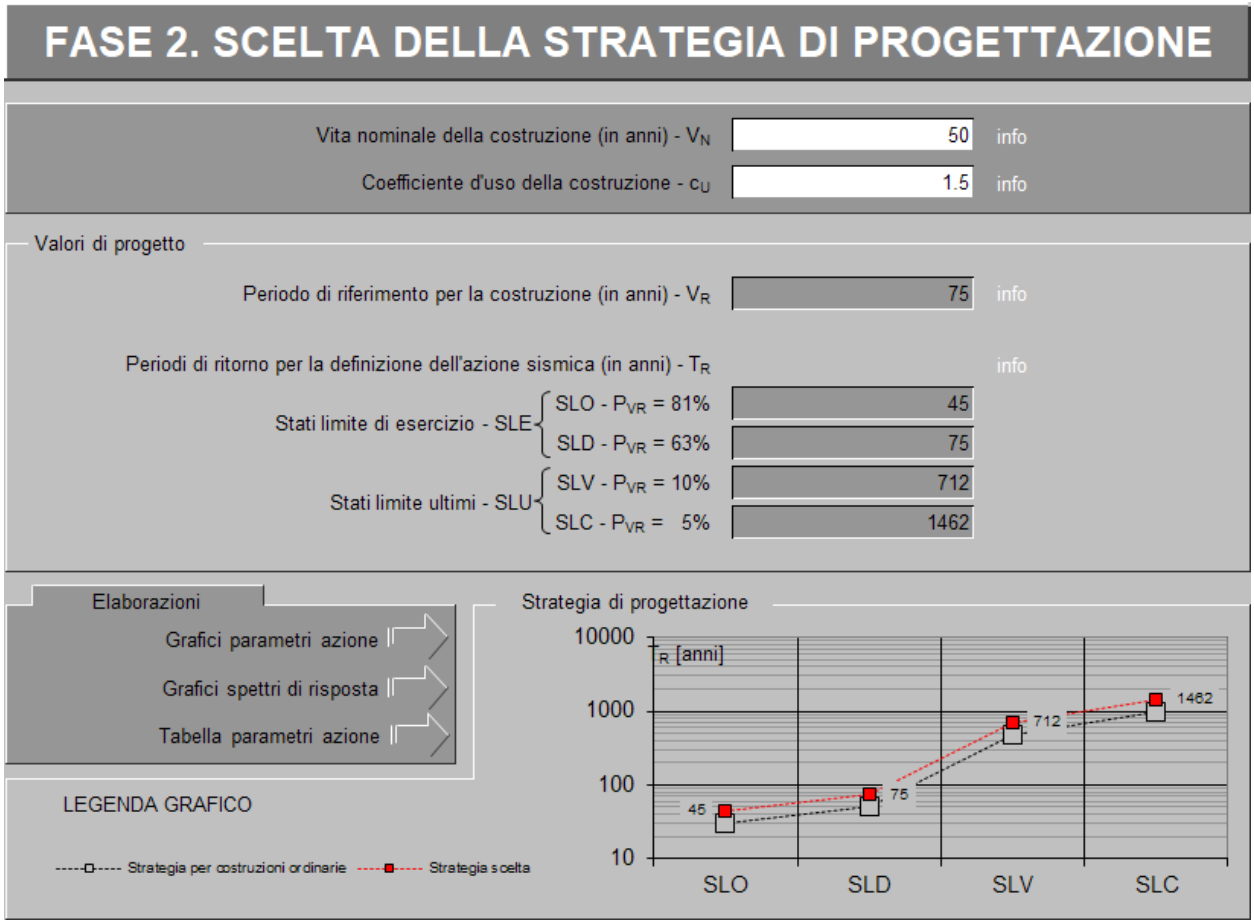
Di seguito si riportano i dati salienti per la definizione della pericolosità sismica del sito che sono stati inseriti nel foglio di calcolo "Spetti NTC v. 1.03" scaricabile dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (http://www.infrastrutture.gov.it/consuplp/).

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione

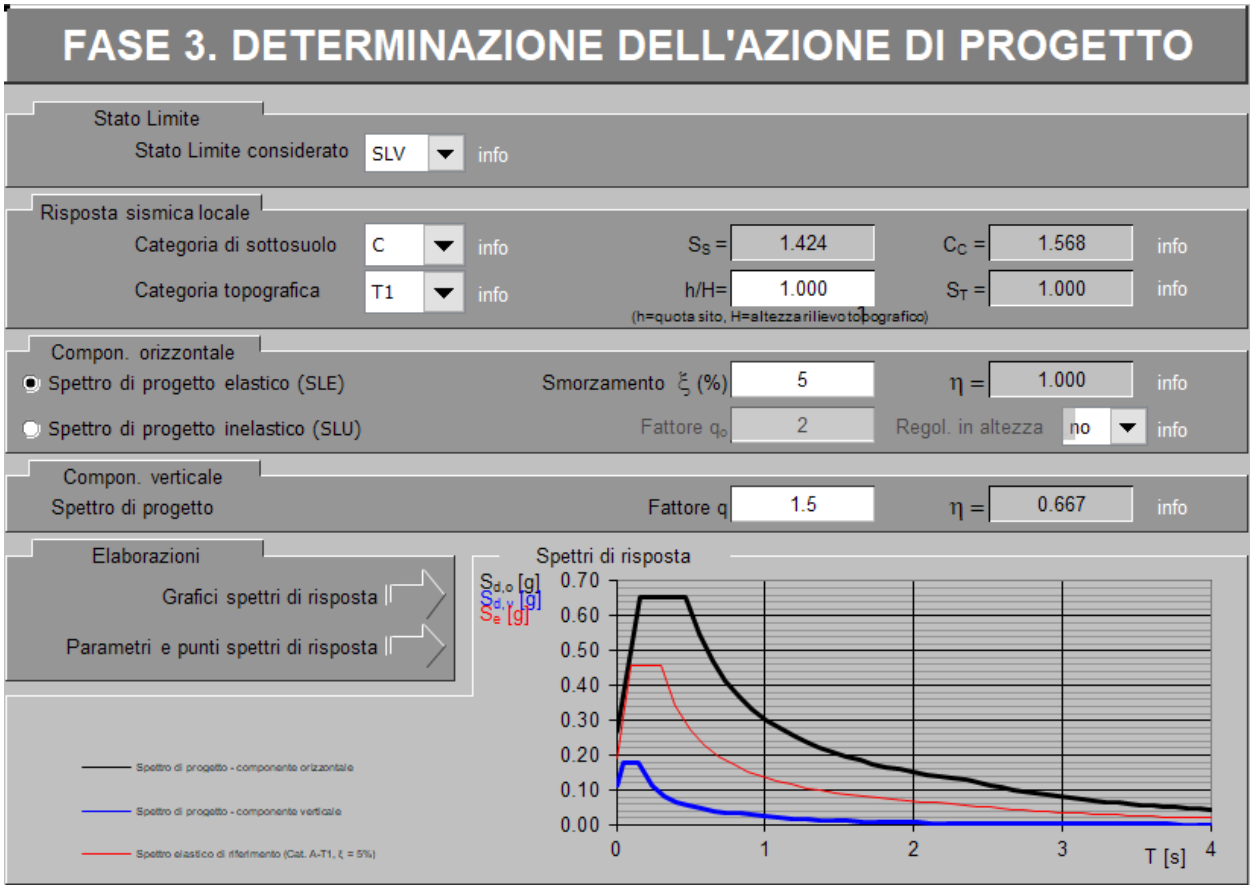


STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.059	2.505	0.268
SLD	75	0.074	2.483	0.277
SLV	712	0.190	2.421	0.296
SLC	1462	0.244	2.420	0.302

Tabella 9.4: Valori dei parametri a_g, F_o, T_c* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno Stato Limite.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

FASE 3 - Determinazione dell'azione di progetto



d. Ricostruzione del profilo sismo-stratigrafico del sito

In Pianura Padana la superficie di base del Sistema Emiliano Romagnolo (0.45 Ma) è la più recente superficie di discordanza angolare in scala regionale.
I terreni più recenti che registrano diffuse deformazioni alla mesoscala sono le Sabbie di Imola e il Sistema Emiliano-Romagnolo inferiore (SERI) di età compresa tra 0.8 e 0.45 Ma; risulta dunque evidente, anche da osservazioni di campagna, che gran parte del margine appenninico-padano e del sottosuolo padano-adriatico sono stati interessati da deformazioni più recenti di 0.45 Ma.
Nell'area di studio la SERS è indicata a una profondità compresa tra 50 e 100 m. Dall'analisi delle prove eseguite con sismica a riflessione ad alta risoluzione risulta che fino alla profondità di circa 100 m si registrano aumenti delle velocità di propagazione delle onde sismiche fino 550/600 m/s. La profondità di circa 100-120 m da p.c. può essere considerata come la quota del bedrock sismico.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

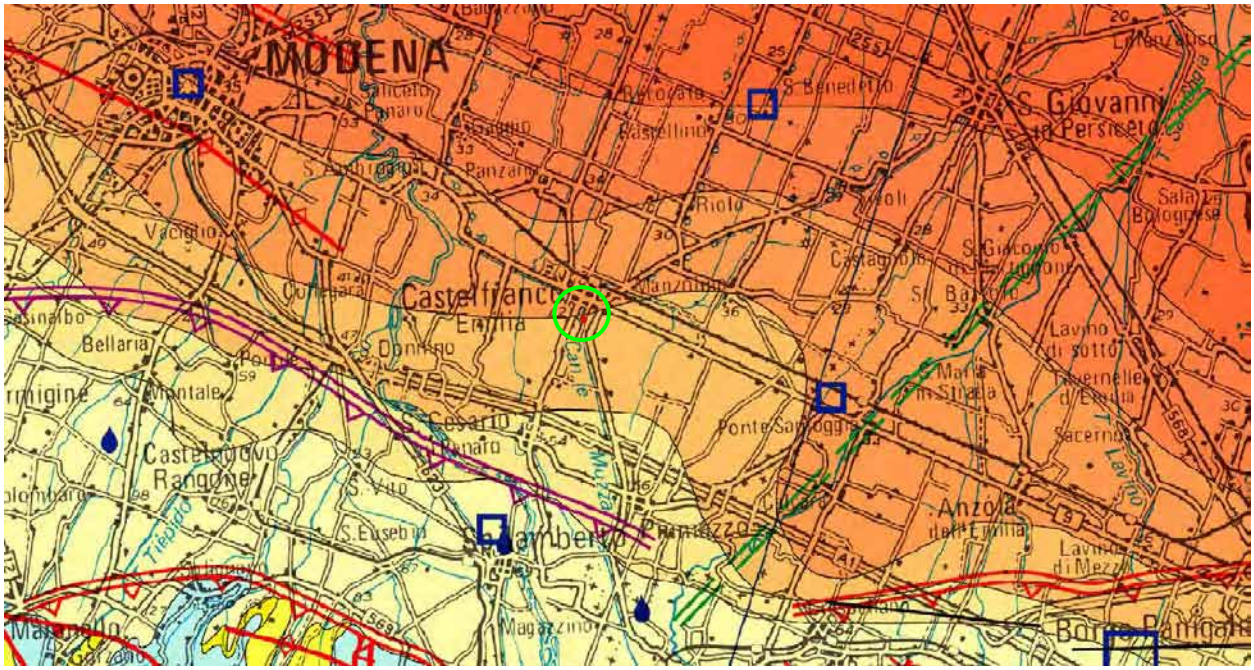


Figura 9.1: Carta Sismotettonica redatta dalla Regione Emilia Romagna (2016).

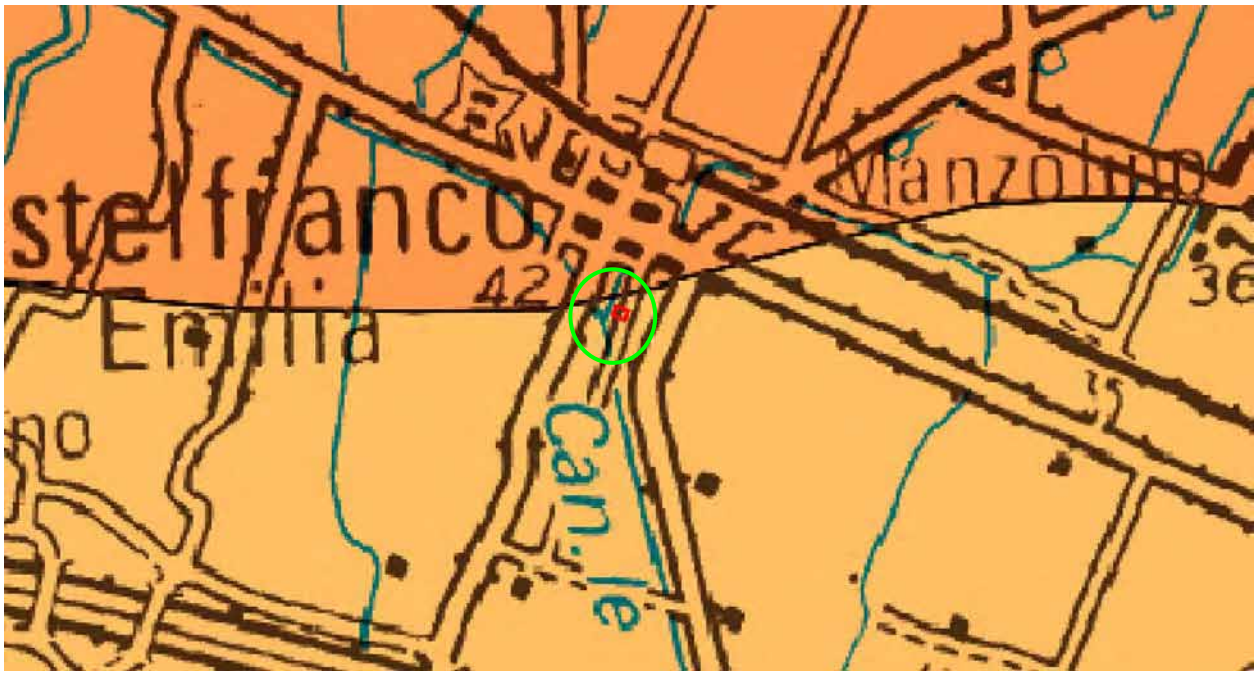
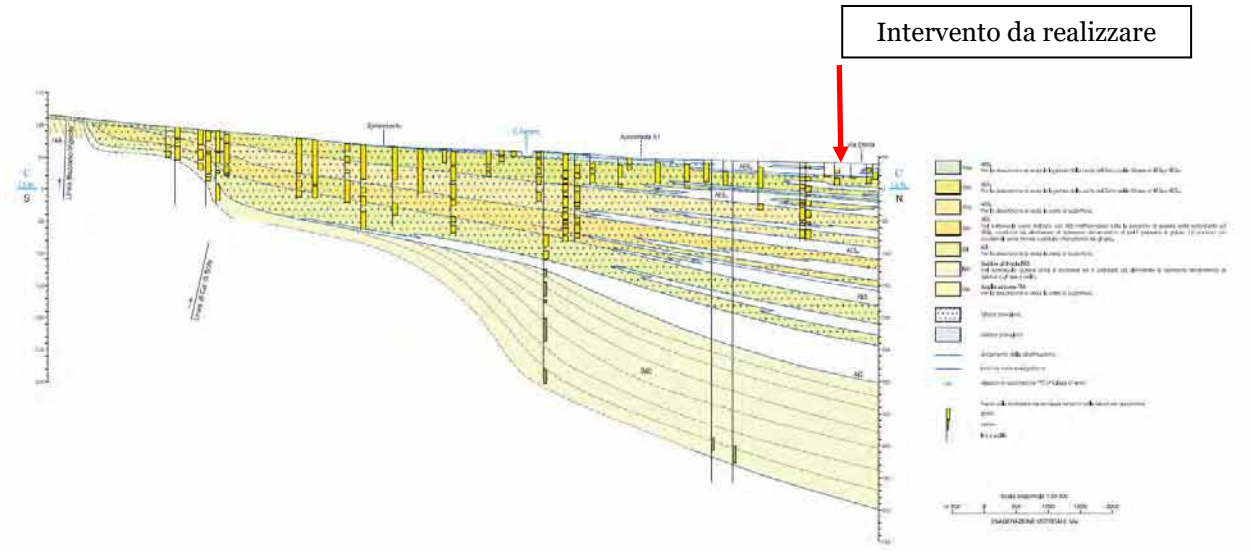


Figura 9.2: Particolare della Carta Sismotettonica redatta dalla Regione Emilia Romagna (2016).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

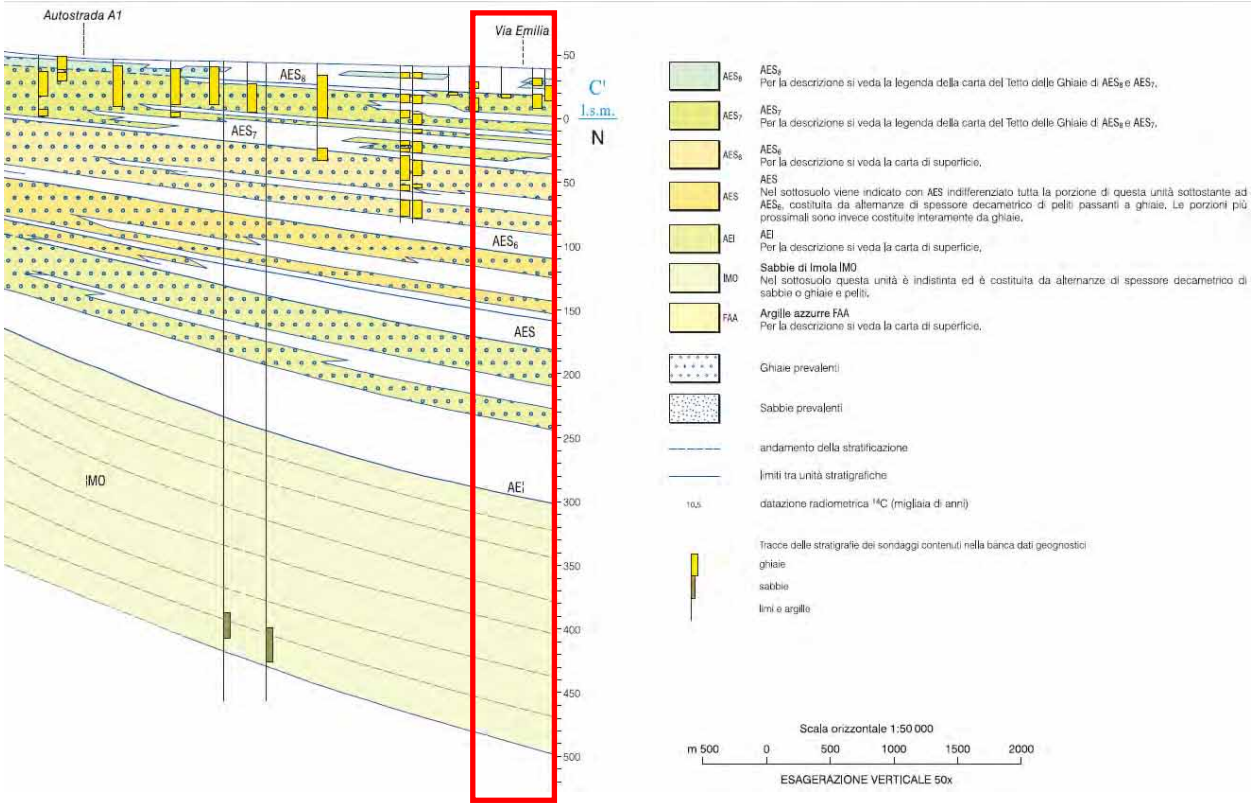
Tali dati desunti dalla Carta sismotettonica di cui sopra sono stati integrati con la banca dati geognostica della Regione Emilia Romagna e le sezioni profonde ricavate. La profondità del bedrock sismico risulta pertanto ipotizzata a 100-120 m di profondità.

Si riporta la Sezione 12 con ubicata l'area di realizzazione dell'intervento in progetto ed un suo particolare (in rosso la freccia con ubicato l'intervento).



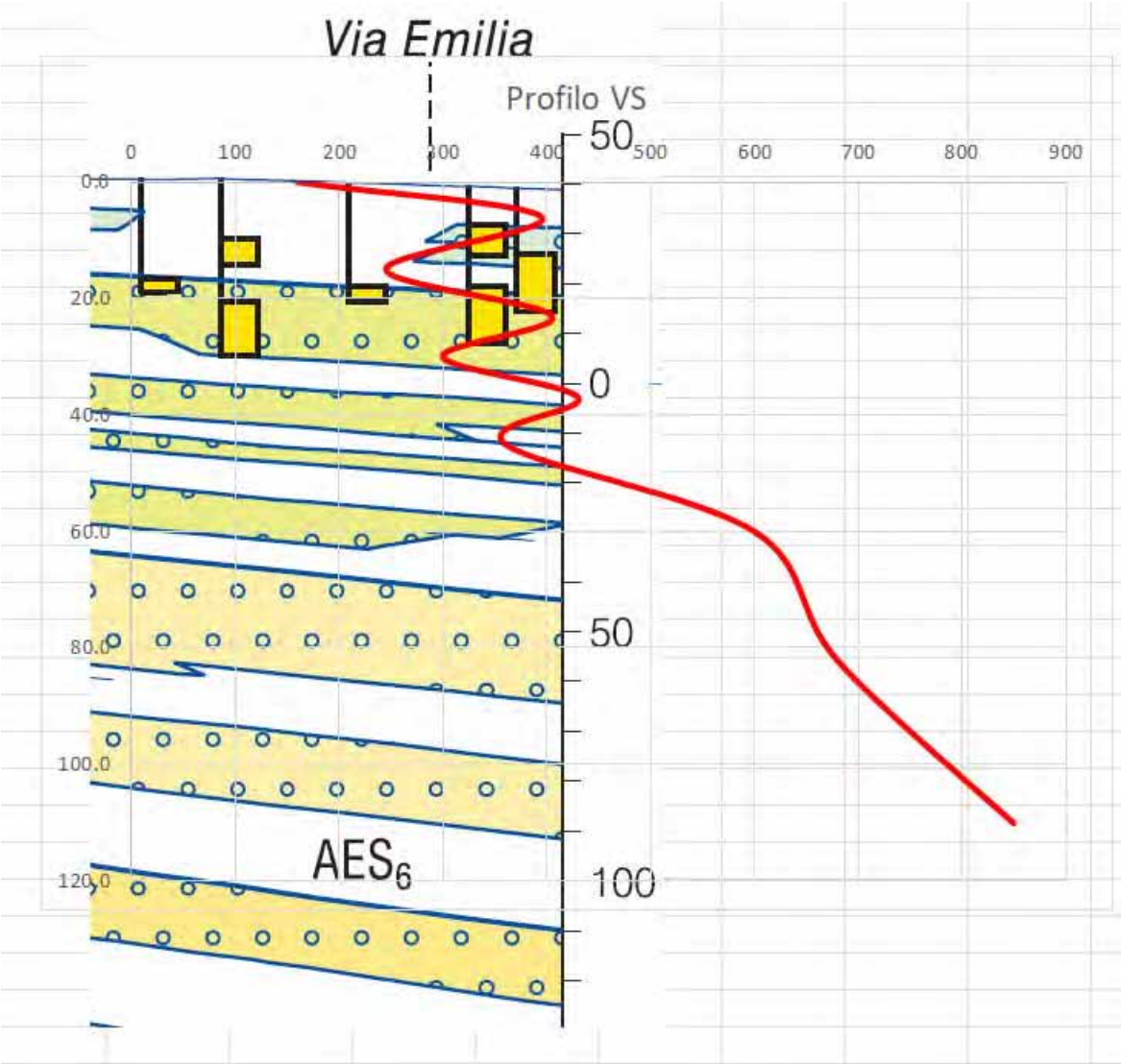
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Particolare Sezione 12



Ai fini della ricostruzione della geologia profonda necessaria all'individuazione del bedrock sismico utile per le analisi di risposta sismica locale (RSL) da effettuare sono stati utilizzati i dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate nel sito e i dati dei pozzi (in prossimità dell'intervento) profondi.
Nel confronto tra la sezione geologica 12 ed i dati di cui sopra si può individuare la profondità del bedrock sismico (in rosso il profilo di Vs fino alla profondità del bedrock sismico)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



Prof.	Spessore	Vs
0.0	6.00	160
6.0	9.00	395
15.0	8.00	245
23.0	7.00	405
30.0	7.00	300
37.0	8.00	430
45.0	15.00	360
60.0	22.15	600
82.2	28.00	680
110.2	38.00	850

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

e. Risposta sismica locale (RSL)

e1. Premessa

Per il sito di indagine è stato effettuato lo studio dell'analisi di risposta simica locale (RSL) finalizzata alla valutazione dell'azione sismica in superficie.
Tale analisi costituisce lo studio di "riferimento" del sito in esame, i cui risultati sono stati conseguiti opportunamente nei confronti delle SLV per strutture di tipo ordinario (Classe III).
Si ricorda che le norme NTC2018 al Paragrafo 3.2.2 recitano: "Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2……." .
Dal punto di vista strettamente fisico, per analisi di risposta sismica locale si intende la valutazione quantitativa delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite da un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S).

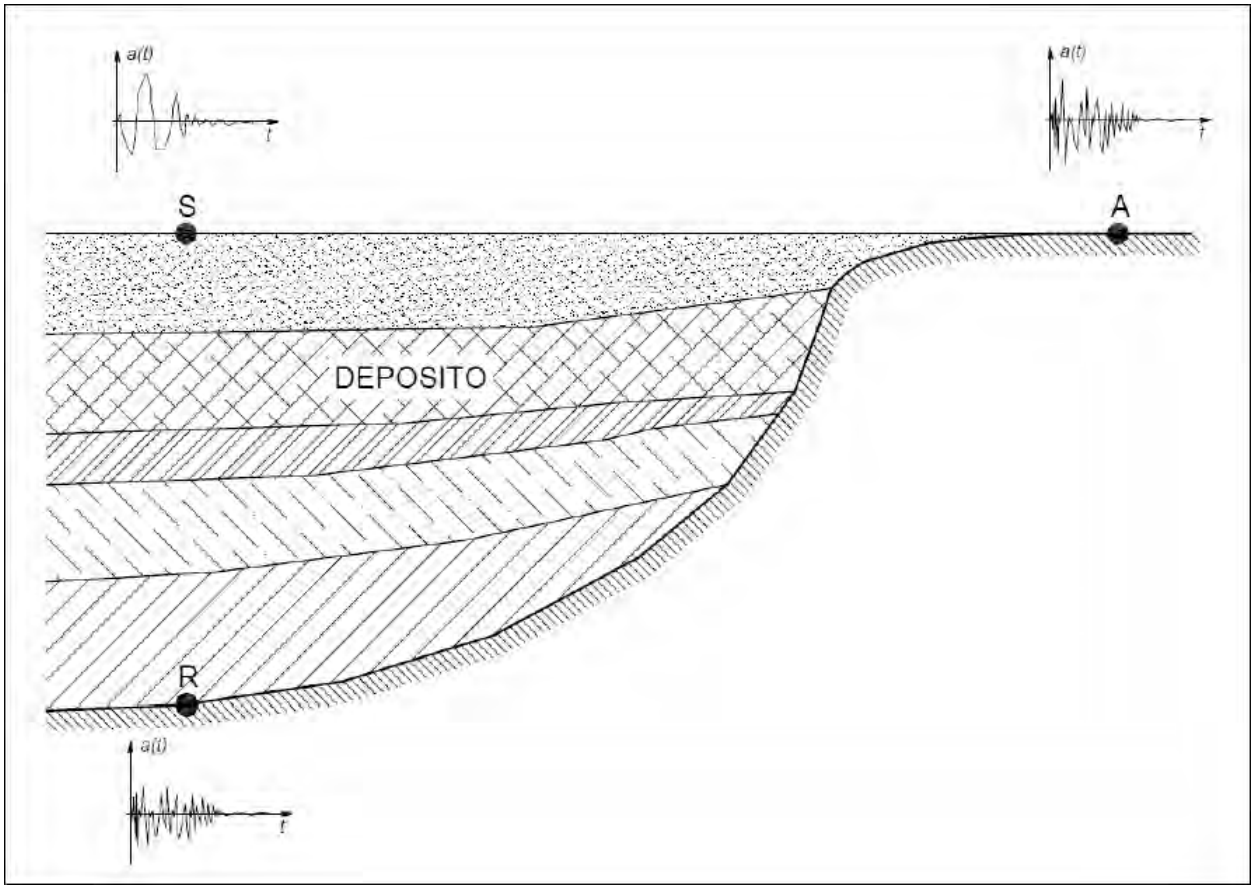


Figura 9.3: Schema di riferimento per la valutazione della risposta sismica locale.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Dal punto di vista tecnico, è forse più significativa una valutazione alternativa di tale fenomeno, cioè quella che assume come moto sismico di riferimento quello relativo ad un ipotetico (o reale) affioramento della formazione rocciosa di base (A). La valutazione quantitativa della risposta sismica locale può quindi effettuarsi sulla base del confronto tra le diverse grandezze rappresentative del moto sismico alla superficie del terreno e quello di riferimento (roccia di base o affiorante), nel dominio del tempo o delle frequenze. Nel dominio del tempo un parametro spesso utilizzato è il fattore di amplificazione:

$$FA = \frac{a_{max,S}}{a_{max,A}}$$

dove $amax,S$ rappresenta l'accelerazione massima registrata sulla superficie del deposito e $amax,A$ l'accelerazione massima sulla roccia affiorante. Tale fattore può risultare maggiore o minore dell'unità identificando un effetto di amplificazione o di smorzamento. Il fattore di amplificazione così definito però ha il limite di non descrivere l'effetto di "filtraggio" esercitato dal deposito nei confronti del moto sismico di riferimento, ma si limita a descriverne soltanto gli effetti di amplificazione in termini di ampiezza. Operando nel dominio delle frequenze, un parametro spesso utilizzato ed in grado di superare i limiti del fattore di amplificazione è la cosiddetta funzione di trasferimento:

$$H(f) = \frac{F_S(f)}{F_A(f)}$$

dove $F_S(f)$ ed $F_A(f)$ sono entrambe funzioni complesse della frequenza e rappresentano rispettivamente lo spettro di Fourier del moto in superficie al deposito e lo spettro di Fourier del moto su roccia affiorante. Entrambe i termini del rapporto sono funzioni complesse e pertanto anche il loro rapporto (funzione di trasferimento) risulta una funzione complessa; è utile far riferimento al modulo di tale funzione (spettro di ampiezza) detto *funzione di amplificazione*:

$$A(f) = |H(f)|$$

Dal punto di vista fisico tale funzione è in grado di indicare quali componenti del moto sismico (in termini di frequenza), rispetto al moto di riferimento, sono state amplificate ed in che rapporto e quali componenti sono state smorzate. Tuttavia, è necessario osservare che è lecito applicare il principio di sovrapposizione degli effetti, e quindi le trasformate di Fourier, solo se la risposta meccanica del terreno è governata da leggi costitutive di tipo lineare. In tali ipotesi, la funzione di amplificazione è una proprietà della geometria del sito e delle caratteristiche meccaniche dei materiali che lo costituiscono.
Operando nel dominio delle frequenze, nota la funzione di trasferimento, è possibile ottenere, mediante un'operazione detta di *convoluzione*, il moto in superficie a partire dal moto di riferimento.

$$F_S(f) = H(f)\, F_A(f)$$

Questo significa che il moto in superficie ottenuto è fortemente condizionato dal contenuto in frequenza del moto di riferimento, il quale a sua volta è caratterizzato da contenuti in frequenza dipendenti da

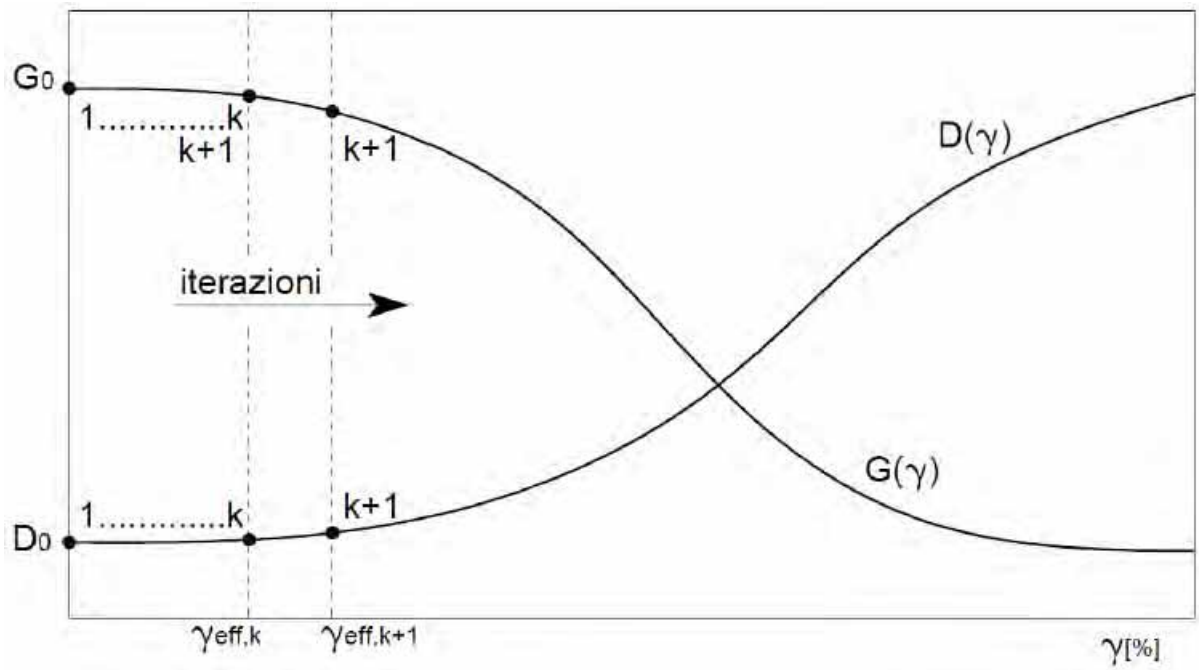
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

meccanismo di sorgente, magnitudo e percorso di propagazione. Si osservi inoltre, che la risposta meccanica di un sottosuolo reale non è affatto lineare e pertanto la funzione di trasferimento non può essere univoca, ma dipendente dal livello deformativo raggiunto dal terreno e quindi dalle caratteristiche del moto sismico che lo attraversa. In altre parole, se l'energia del moto sismico che attraversa il deposito è bassa, il livello deformativo raggiunto sarà lieve e viceversa se l'energia del moto è elevata; nei due casi le funzioni di trasferimento risultano differenti.
Pertanto, dovendo tener conto del comportamento non lineare del terreno, oltre che di aspetti legati alla topografia o alla morfologia sepolta, nei casi pratici è necessario ricorrere a delle procedure numeriche. Le possibili procedure utilizzate per tener conto del legame costitutivo non lineare nella soluzione dell'equilibrio dinamico del sistema di equazioni si distinguono in:
- *Analisi lineare equivalente* che consiste nell'esecuzione di una serie di analisi lineari complete che utilizzano dei parametri di rigidezza e smorzamento secanti dei materiali, i quali vengono aggiornati fino al soddisfacimento di un certo criterio di convergenza;
- *Analisi non lineare incrementale* che consiste nell'integrazione passo-passo delle equazioni del moto ottenute nel rispetto dei legami costitutivi non lineari del terreno.

Mentre il primo schema di analisi si presta ad una soluzione sia nel dominio del tempo che nel dominio delle frequenze, il secondo schema di analisi ricerca necessariamente la soluzione nel domino del tempo, vista l'impossibilità di applicare il principio di sovrapposizione degli effetti e quindi l'analisi di Fourier.
Lo schema lineare equivalente e largamente adottato nella pratica professionale in quanto rappresenta il giusto compromesso tra l'accuratezza dei risultati ottenuti e l'onere computazionale. Sono infatti numerosi i codici di calcolo che adottano tale schema indipendentemente che si tratti di un problema monodimensionale, bidimensionale o tridimensionale. L'algoritmo lineare equivalente può essere sintetizzato nei seguenti passi:

- Si assumono dei valori iniziali per i moduli elastici e per i rapporti di smorzamento viscoso dei materiali;
- A partire dal terremoto di riferimento, schematizzato come accelerogramma in ingresso, si integrano le equazioni del moto dinamico in modo da ottenere le deformazioni massime γmax in ogni punto del modello;
- Dalle deformazioni massime si ottengono le deformazioni effettive mediante la relazione $\gamma eff = \beta\ \gamma max$ (β: rapporto di deformazione effettiva dipendente dalla magnitudo dell'evento sismico e variabile tra 0.5 e 0.7);
- Dalle deformazioni effettive, mediante le curve che descrivono la non linearità del terreno (Figura sottostante), vengono ottenuti i valori aggiornati dei moduli di taglio e dei rapporti di smorzamento viscoso;

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



- Con i valori dei parametri dei materiali così ottenuti si ritorna al punto 2. fintanto che non risulta soddisfatto il seguente criterio di convergenza:

$$\left|\gamma_{eff}{}^{k} - \gamma_{eff}{}^{k-1}\right| \leq toll$$

dove con l'indice k indica la generica iterazione e $toll$ un valore di tolleranza massimo assunto per le deformazioni a taglio.

L'analisi di RSL è stata condotta secondo i seguenti step:

e2. Ricostruzione del modello sismo-stratigrafico del sottosuolo.

La ricostruzione accurata del modello sismo e geologico-tecnico è desumibile dal paragrafo precedente, che ha permesso anche la ricostruzione del profilo di velocità delle onde di taglio fino al substrato di terreno molto rigido caratterizzato dalla velocità delle onde di taglio > 800 m/s. E' stato utilizzato un modello deterministico poiché nonostante le incertezze negli strati più profondi si ritiene che la ricostruzione del modello sismo stratigrafico sia congrua con le evidenze sperimentali misurate.

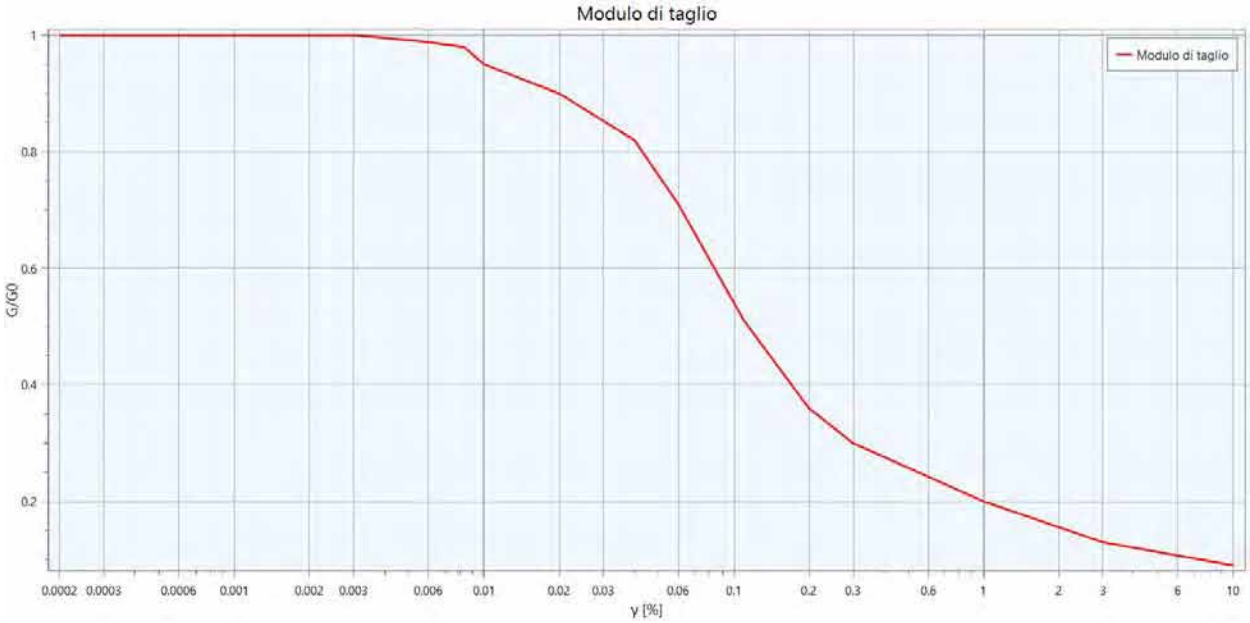
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

	Strato	Spessore [m]	ρ [Kg/m³]	Vs [m/s]	Ni	Modello geotecnico	Colore
1	**Strato (1)**	**6.00**	**1700.00**	**160.00**	**0.45**	**Argilla limosa RER 7.5m**	
2	Strato (2)	9.00	2000.00	395.00	0.35	Ghiaie_Yokota	
3	Strato (3)	8.00	1800.00	245.00	0.45	Clay Seed & Sun (1989)	
4	Strato (4)	7.00	2000.00	405.00	0.35	Ghiaie_Yokota	
5	Strato (5)	7.00	1800.00	300.00	0.45	Idriss (1990), Clay	
6	Strato (6)	8.00	2000.00	430.00	0.35	Ghiaie_Rollins	
7	Strato (7)	15.00	1800.00	360.00	0.40	Vucetic & Dobry, PI=15	
8	Strato (8)	22.00	2100.00	600.00	0.30	EPRI (93), 500-1000 ft	
9	Strato (9)	28.00	2100.00	680.00	0.30	EPRI (93), 500-1000 ft	

Per definire il comportamento non lineare dei terreni di fondazione sottoposti a carichi ciclici si è fatto riferimento, non avendo effettuate indagini dinamiche di laboratorio, a curve disponibili in letteratura sulle stesse tipologie di materiali e, ove disponibili, prelevate anche alle stesse profondità. In particolare per i tre strati in cui è stato discretizzato il terreno fino al bedrock sismico si sono utilizzate le seguenti curve di degrado dei materiali (in termini di Modulo di taglio e Fattore di smorzamento all'aumentare della deformazione):

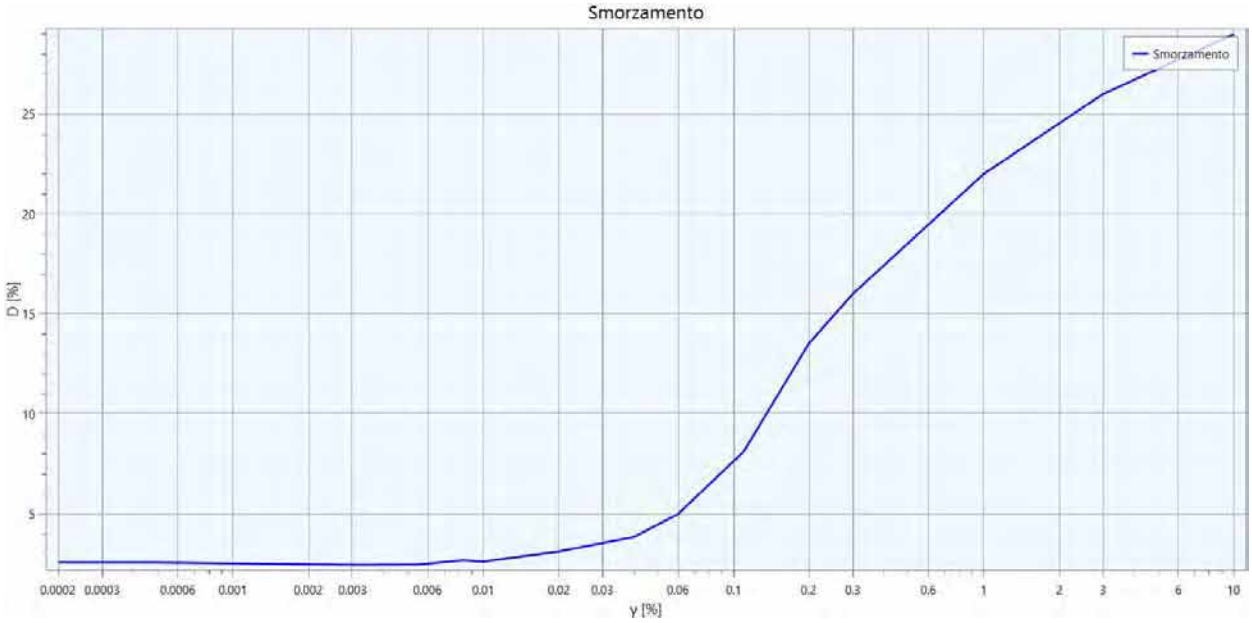
Materiale 1: Limo Argilloso e sabbioso

Modulo di taglio G



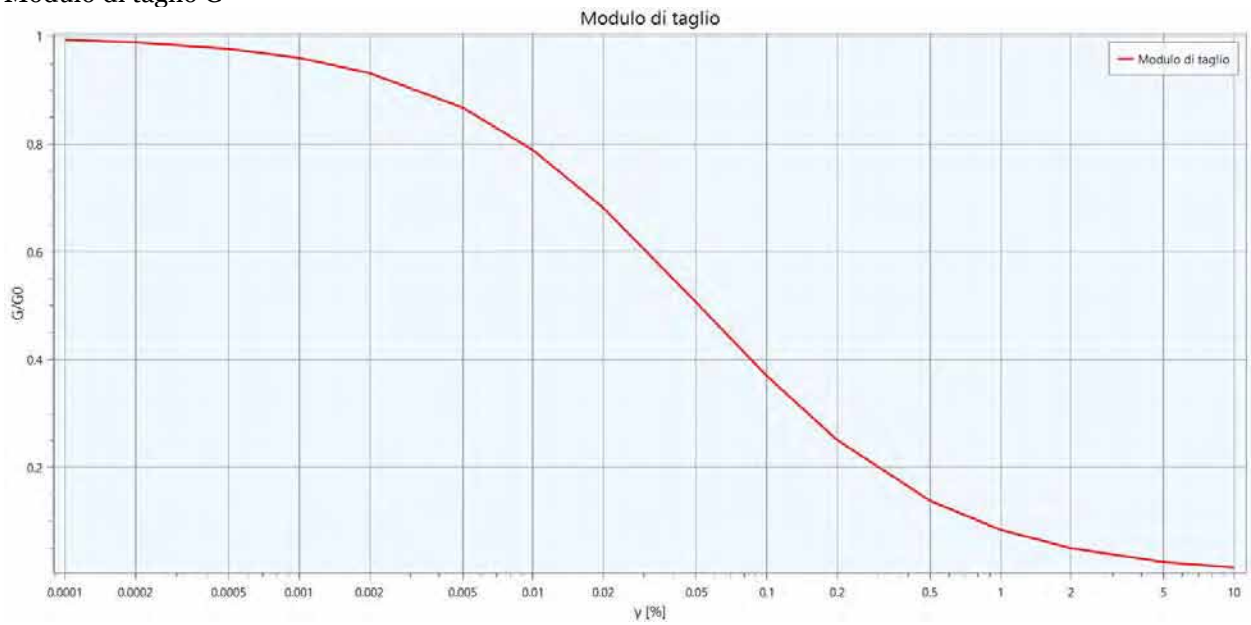
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento



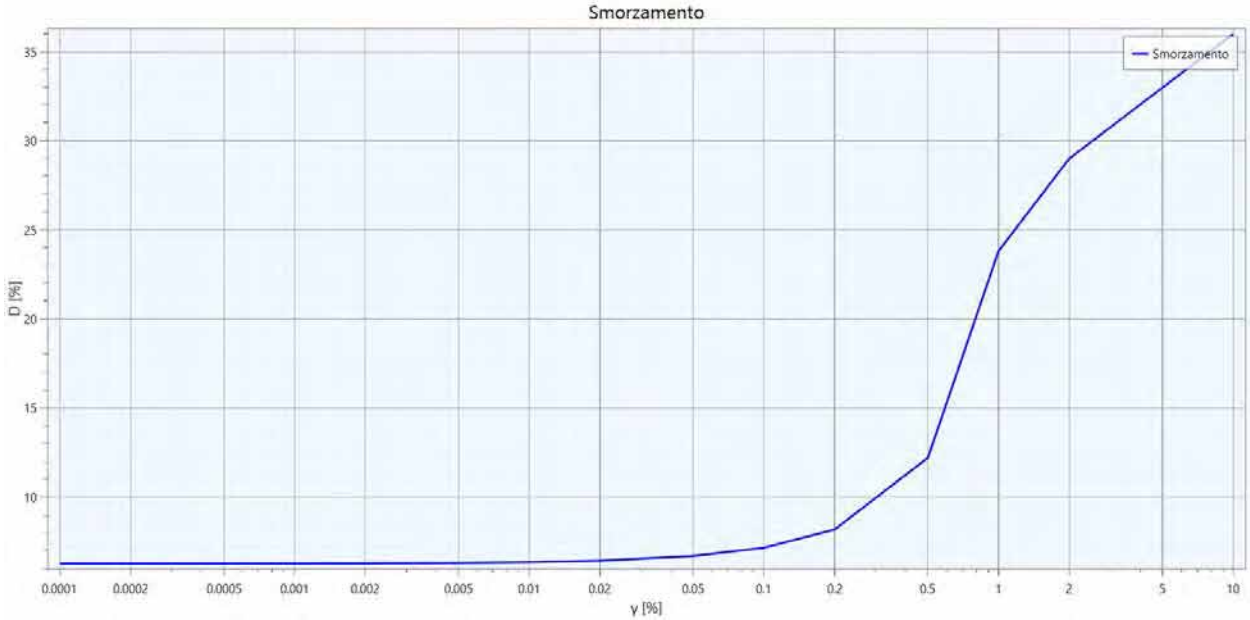
Materiale 2: Ghiaie

Modulo di taglio G



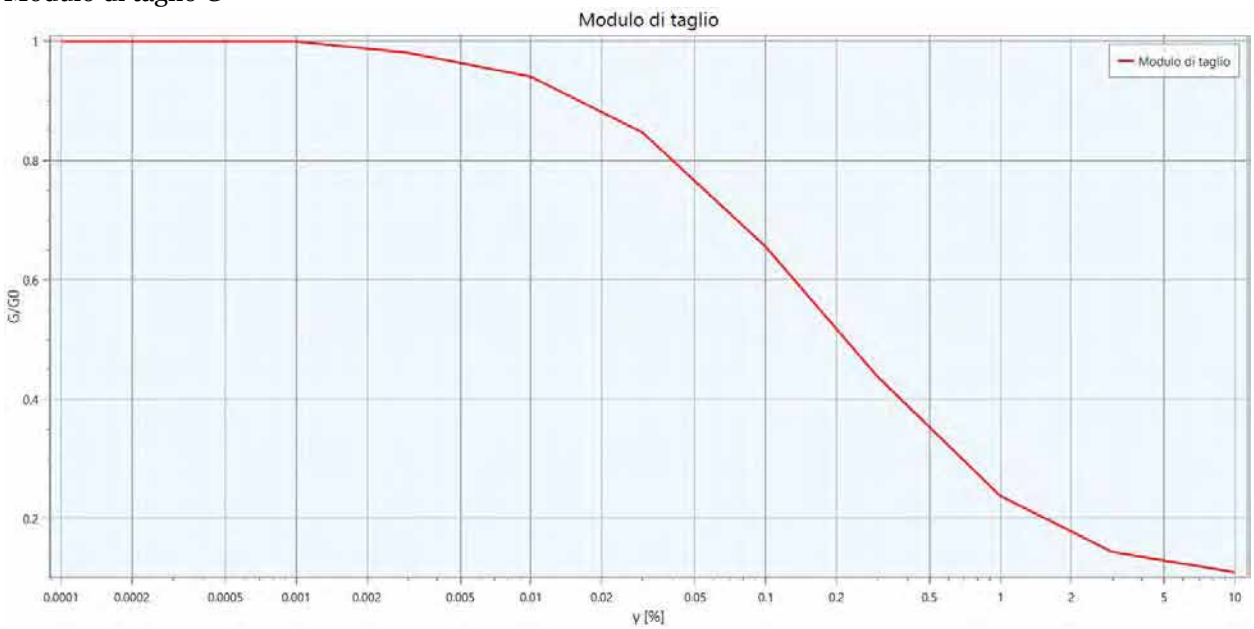
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



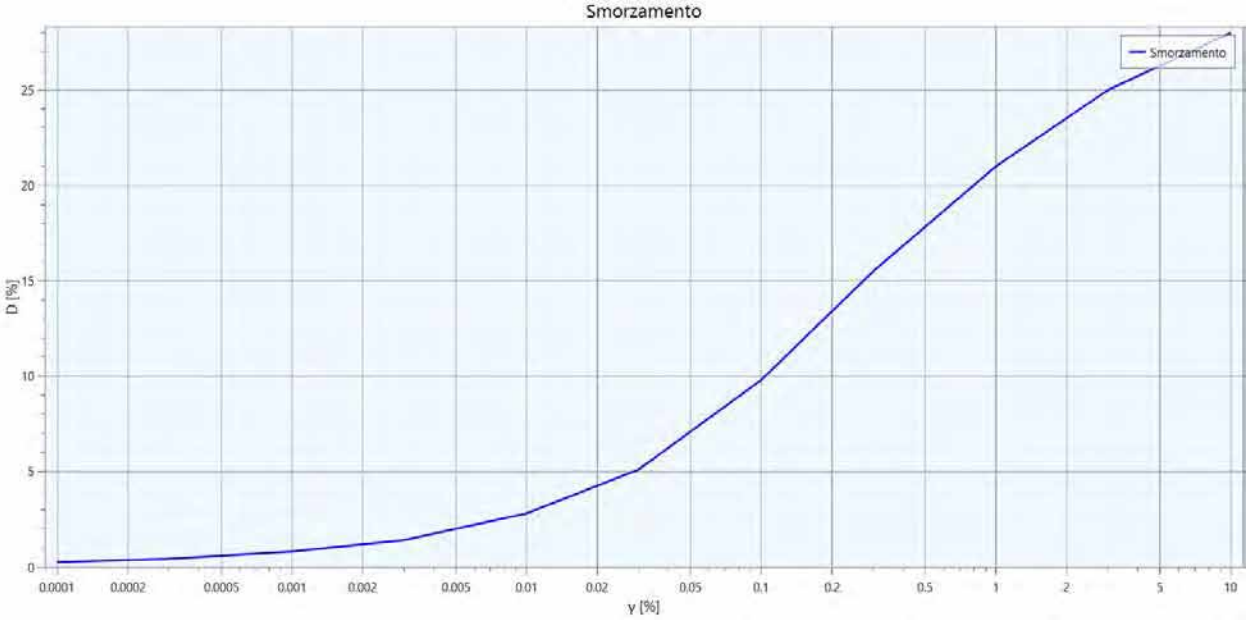
Materiale 3: Argille

Modulo di taglio G



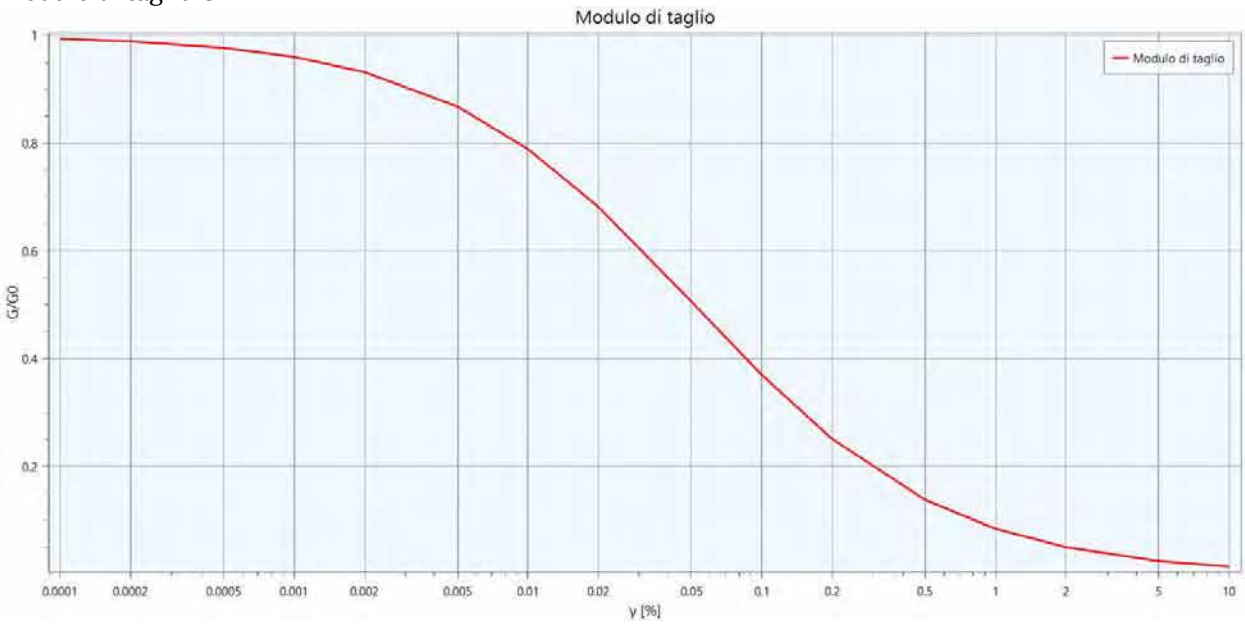
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



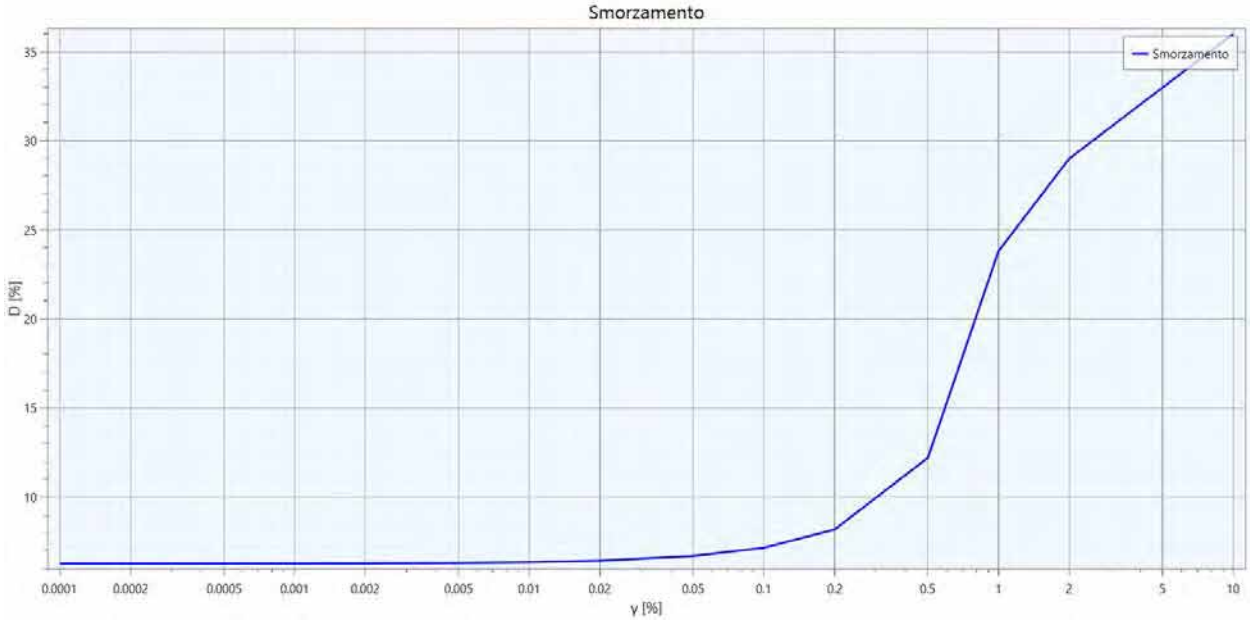
Materiale 4: Ghiaie

Modulo di taglio G



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D

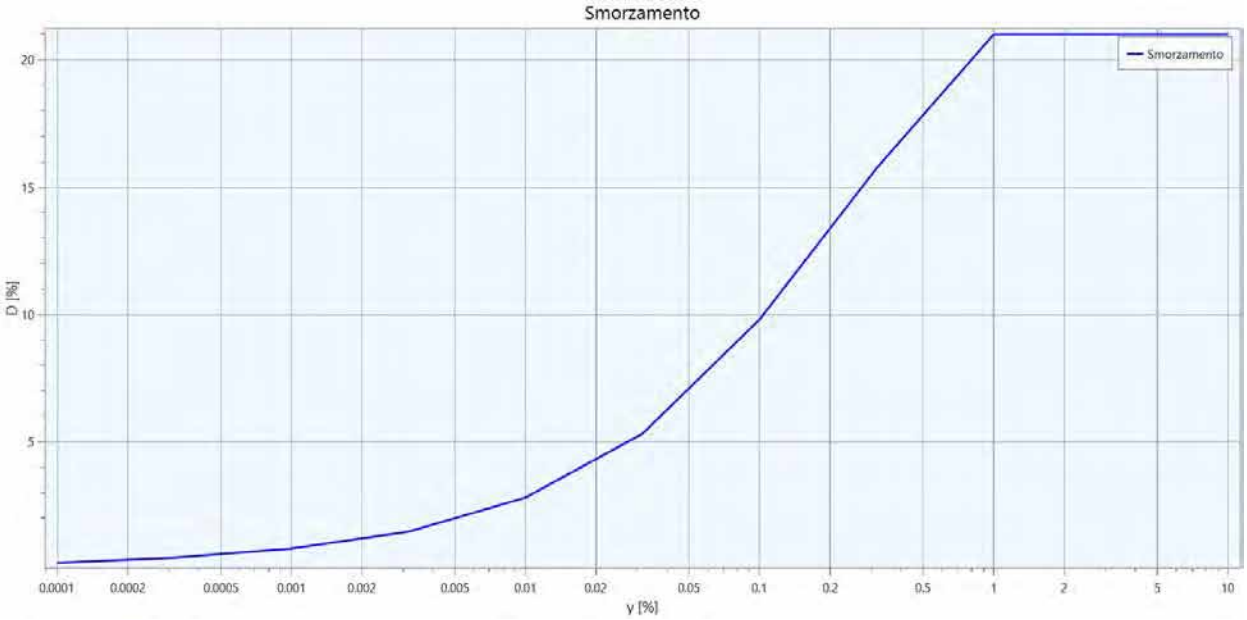


Materiale 5: Argille

Modulo di taglio G

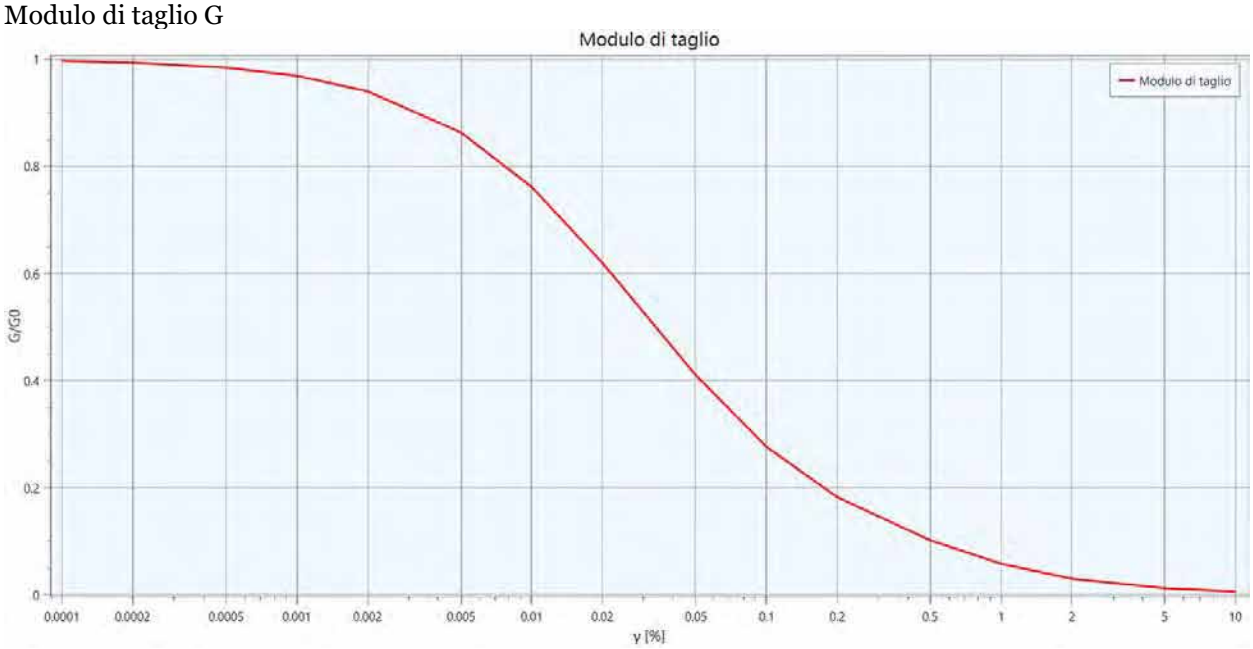
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



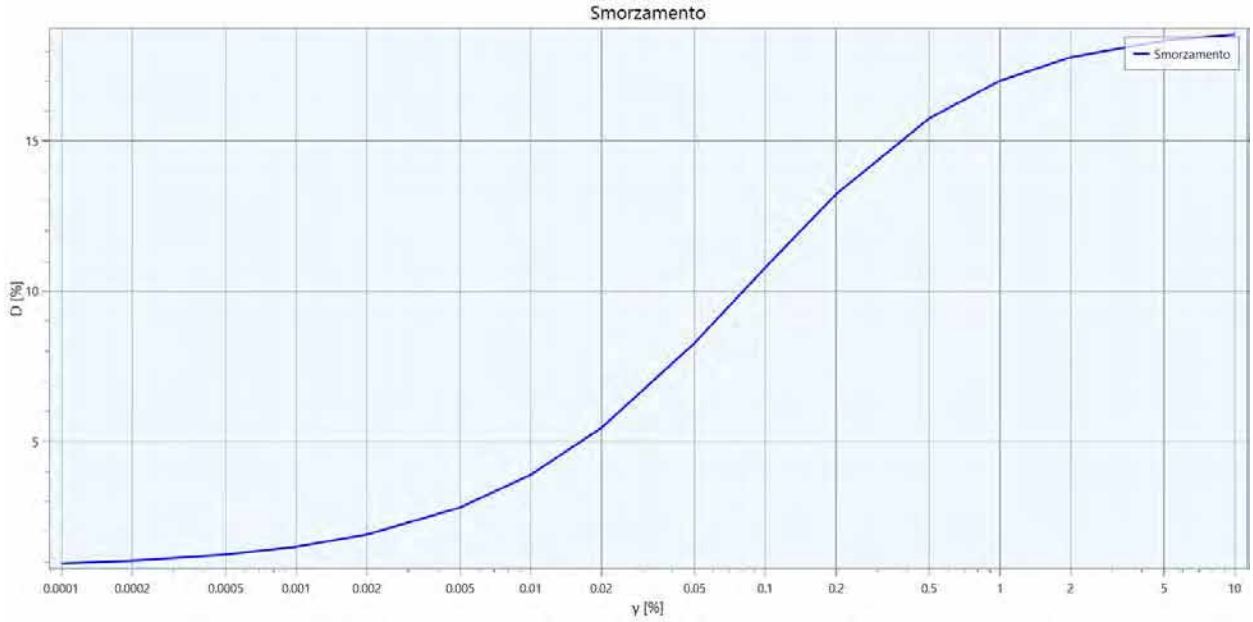
Materiale 6: Ghiaie

Modulo di taglio G



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D

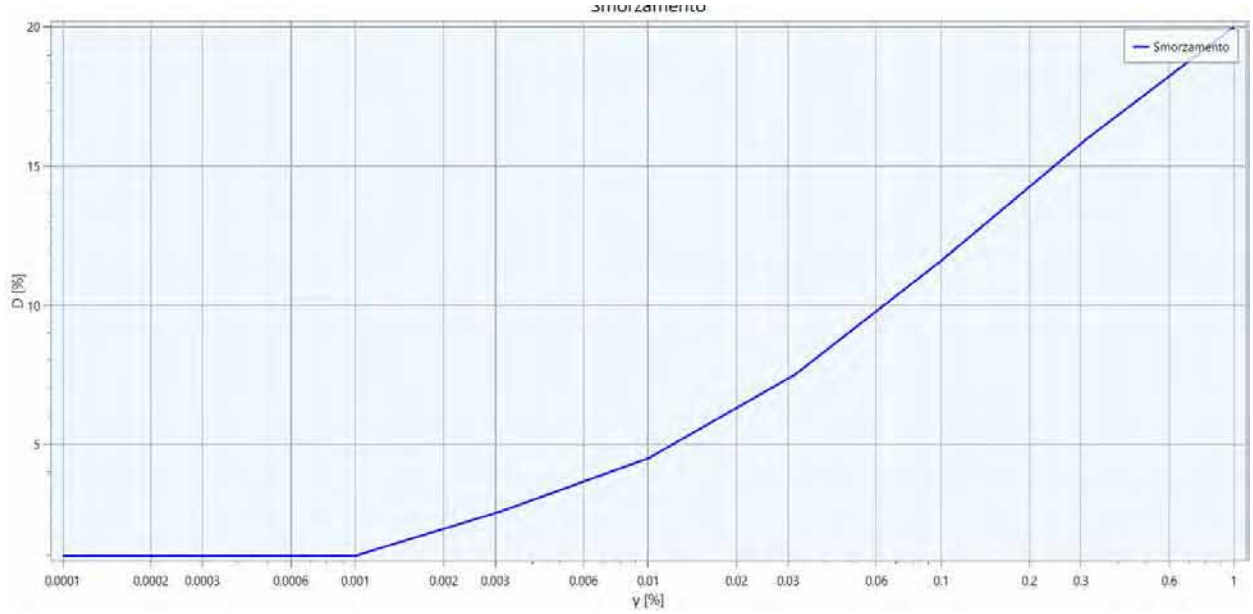


Materiale 7: Argille

Modulo di taglio G

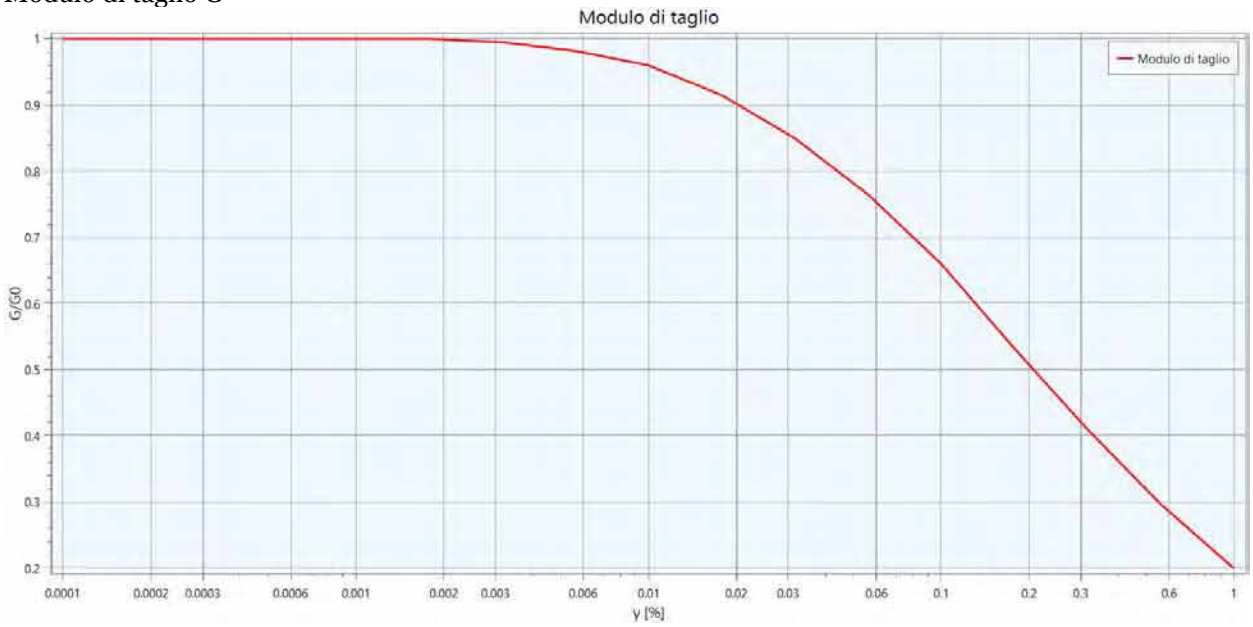
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



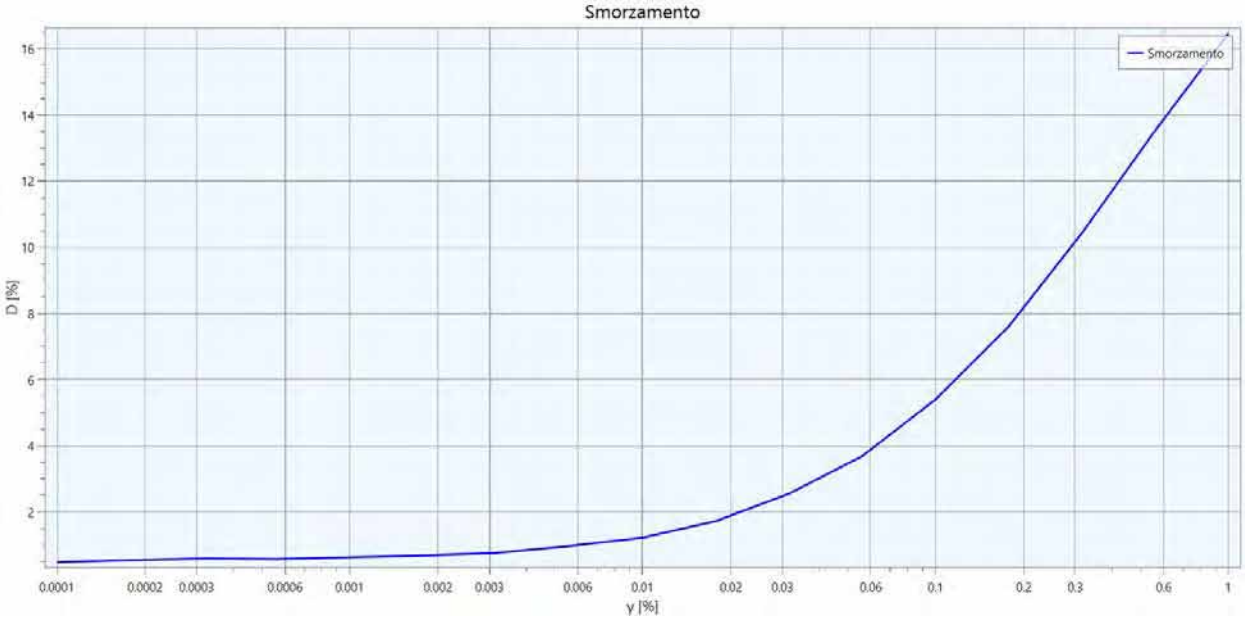
Materiale 8: Ghiaie

Modulo di taglio G



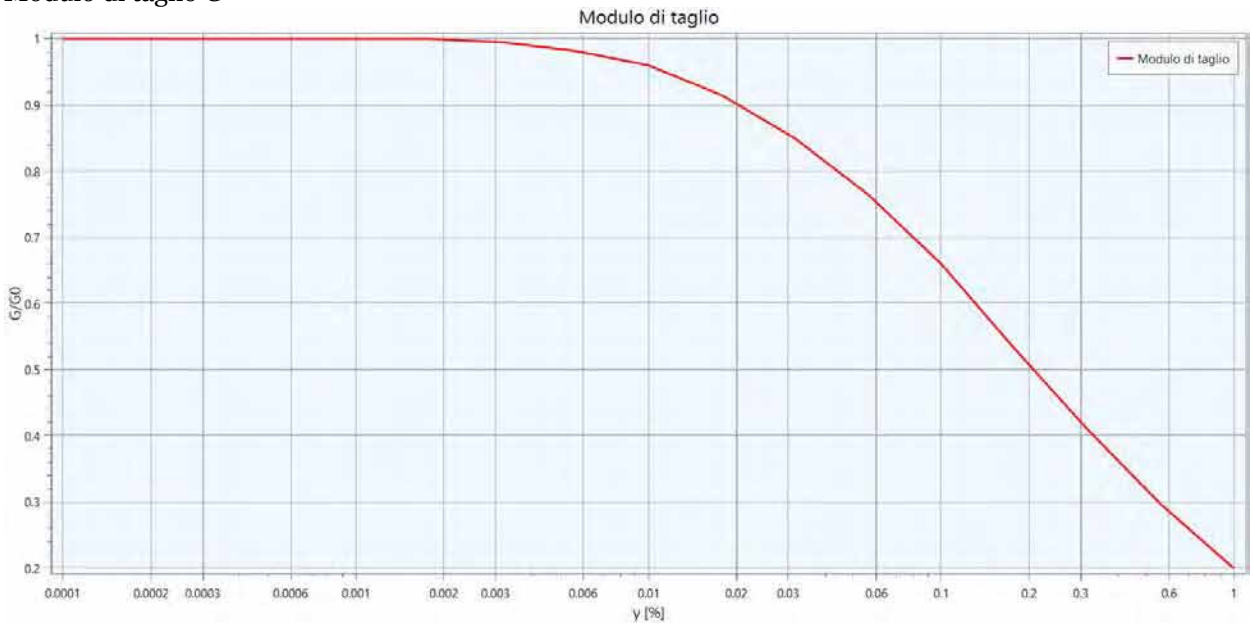
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



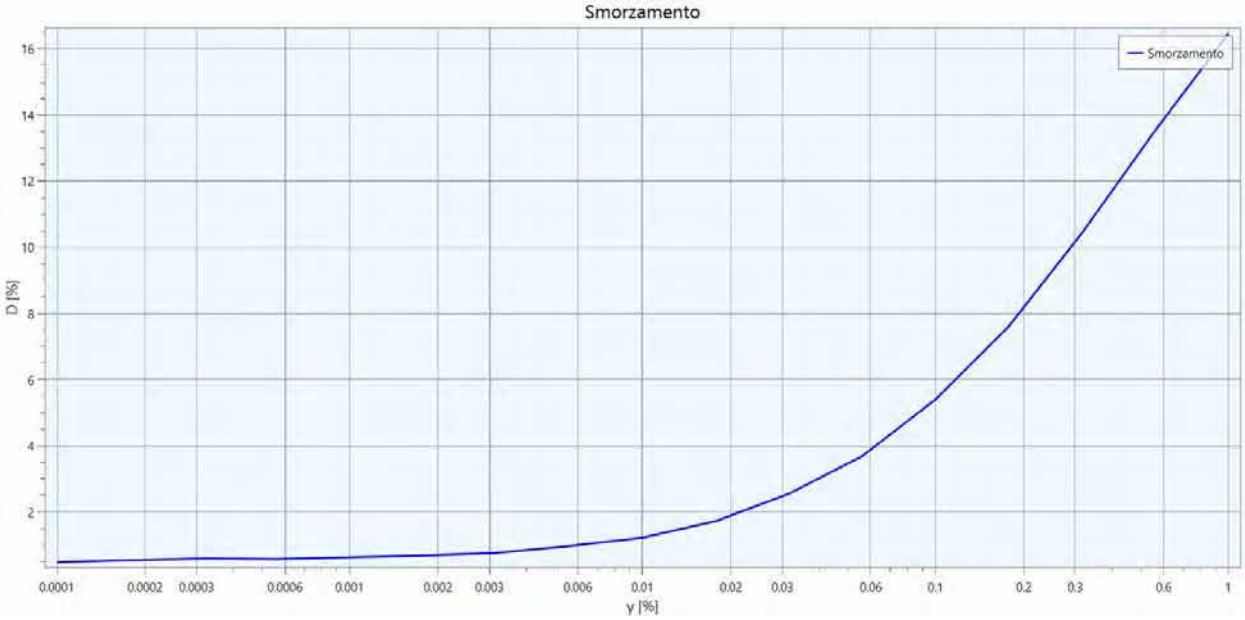
Materiale 9: Ghiaie

Modulo di taglio G



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



e3. Definizione del modello di calcolo

Il codice di calcolo adottato per le simulazioni numeriche è LSR2D - Stacec Srl. Tale codice consente di ottenere una soluzione numerica del problema di propagazione delle onde sismiche in un modello mono (1D) o bidimensionale (2D), il cui schema di analisi adottato è quello lineare equivalente nel dominio del tempo e le equazioni del moto vengono assemblate mediante il metodo degli elementi finiti nell'ipotesi di materiale viscoelastico in tensioni totali.
Nel modello bidimensionale (2D) il deposito viene discretizzato in una mesh di elementi di forma triangolare o quadrangolare, consentendo una efficace modellazione della variazione geometrica del contatto deposito-basamento, così come delle irregolarità della superficie topografica e dei contatti stratigrafici.
La scelta della griglia di calcolo rappresenta un punto fondamentale dell'analisi in quanto da essa dipende l'accuratezza della soluzione. In generale è possibile affermare che tanto più è fitta la mesh tanto più sarà accurata la soluzione, tuttavia una mesh troppo fitta fa aumentare notevolmente gli oneri computazionali; per contro una mesh troppo grossolana si traduce in un filtraggio delle componenti di alta frequenza poiché le piccole lunghezze d'onda non possono essere adeguatamente modellate da nodi troppo distanti tra loro. A tal proposito è stato scelto che la dimensione di ogni elemento non sia inferiore ad a 1/8 della più piccola lunghezza d'onda considerata nell'analisi:

$$p \leq \frac{1}{8}\frac{Vs}{f_{\max}}$$

dove Vs è la velocità di propagazione delle onde del materiale costituente l'elemento e $fmax$ è la massima frequenza considerata nell'analisi (in genere 20-25 Hz).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Il moto sismico di input $\ddot{u}b$ viene applicato simultaneamente a tutti i nodi della base sotto forma di onde trasversali SV e/o onde di compressione P (in plane motion) con direzione di propagazione verticale ed ha il significato fisico di un moto registrato su affioramento piano del basamento (outcropping bedrock). Per tenere conto della perdita di energia per radiazione alla base del modello sono presenti degli smorzatori viscosi lineari aventi costanti di smorzamento pari a:

$cx=\rho_b V_{S,b}$
$cy=\rho_b V_{P,b}$

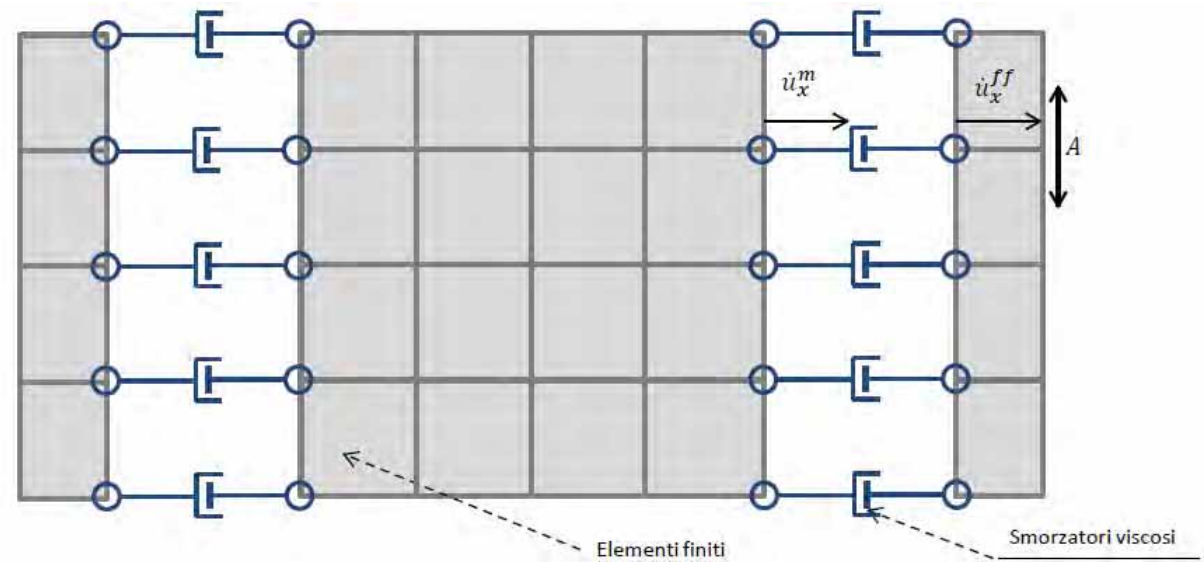
Nel sistema di equazioni globale tali coefficienti vengono assemblati all'interno della matrice di smorzamento $\boldsymbol{Cb}$.
Gli spostamenti in corrispondenza delle frontiere laterali del modello dovrebbero essere uguali a quelli di una colonna di terreno isolata in condizioni di campo libero. Se lo smorzamento del terreno è relativamente alto, tale condizione può essere raggiunta semplicemente allontanando di una certa distanza dalla regione di interesse le frontiere laterali ed assegnando delle restrizioni cinematiche nei confronti della componente verticale (condizione 1). Tuttavia, se lo smorzamento del terreno è basso la distanza necessaria per il raggiungimento della condizione desiderata risulta molto elevata, producendo un notevole incremento dei costi computazionali. Un metodo alternativo, è quello di "applicare" il moto di campo libero in modo tale che le frontiere agiscano come un sistema in grado di assorbire le onde riflesse che altrimenti verrebbero artificialmente reintrodotte nel modello. Nel codice LSR2D questo è implementato mediante l'accoppiamento di smorzatori viscosi tra i nodi delle frontiere laterali del modello e i nodi di opportune colonne di terreno monodimensionali (colonne free-field) in grado di descrivere il moto in condizioni di campo libero. Le coordinate dei nodi delle frontiere laterali del modello e delle colonne free-field sono uguali. È necessario, per il corretto funzionamento di tali condizioni al contorno, che le frontiere laterali del modello siano perfettamente verticali. Le forze interne agli smorzatori vengono ottenute mediante le seguenti equazioni:

$$F_x = -\rho V_p\left(\dot{u}_x^m - \dot{u}_x^{ff}\right) A \qquad (1)$$

$$F_y = -\rho V_s\left(\dot{u}_y^m - \dot{u}_y^{ff}\right) A \qquad (2)$$

- ρ: densità di massa del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- Vp: velocità delle onde P del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- Vs: velocità delle onde S del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- A: area di influenza relativa al nodo su cui agisce lo smorzatore;
- $\dot{u}xm$: velocità del nodo del modello in direzione x;
- $\dot{u}ym$: velocità del nodo del modello in direzione y;
- $\dot{u}xff$: velocità del nodo della colonna free-field in direzione x;
- $\dot{u}yff$: velocità del nodo della colonna free-field in direzione y.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



Le componenti della velocità dei nodi delle colonne laterali ad ogni istante di tempo vengono ottenute mediante una soluzione numerica monodimensionale a masse concentrate dell'equazione di propagazione delle onde. Tale soluzione è affidata ad un processo di calcolo che opera in parallelo rispetto a quello impiegato per la soluzione del modello principale. In altre parole, per il generico passo di integrazione temporale, vengono dapprima ottenute le componenti delle velocità delle colonne di campo libero attraverso la soluzione 1D, per poi essere convertite in carichi applicati al modello principale mediante le equazioni (1) e (2). Tali forze vengono assemblate all'interno del vettore $\boldsymbol{F}_{ff}(t)$ presente al secondo membro delle equazioni globali del moto.
Le risposta dissipativa del terreno viene modellata mediante il modello lineare viscoso e quindi, dal punto di vista matematico, attraverso la matrice di smorzamento globale $\boldsymbol{C_e}$. Essa viene ottenuta mediante una procedura di assemblaggio delle matrici locali di smorzamento degli elementi finiti presenti nel modello, le quali al loro volta sono ottenute mediante lo schema di smorzamento classico (alla Rayleigh). Per elemento i-esimo, questo prevede:

$$C_i = \alpha_{R,i} M_i + \beta_{R,i} K_i$$

dove $\alpha_{R,i}$ e $\beta_{R,i}$ sono i coefficienti di Rayleigh, M_i e K_i rispettivamente la matrice di massa e di rigidezza del singolo elemento finito.
I coefficienti di Rayleigh per il singolo elemento vengono determinati sulla base di due pulsazioni angolari globali ω_n e ω_m mediante le seguenti relazioni:

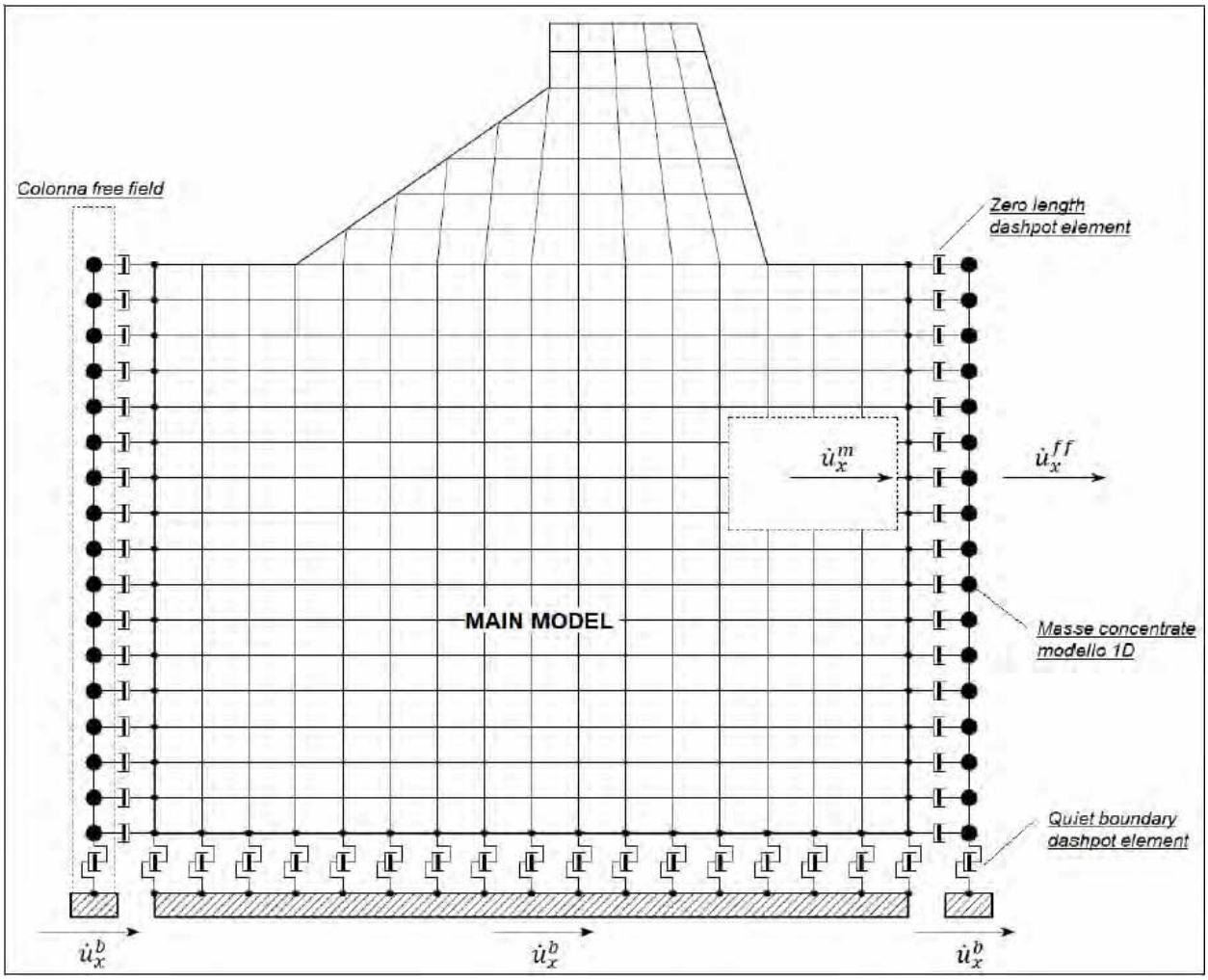
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

$$\alpha_{R,i} = \xi_i \frac{2\,\omega_n\,\omega_m}{\omega_n + \omega_m}$$

$$\beta_{R,i} = \xi_i \frac{2}{\omega_n + \omega_m}$$

dove:
- ξ_i: rapporto di smorzamento viscoso dell'i-esimo elemento finito;
- ω_n: prima frequenza naturale circolare dell'intero deposito (calcolata mediante analisi modale dal solutore);
- $\omega_m = n\ \omega_n$: essendo n l'intero dispari che approssima per eccesso il rapporto tra la frequenza predominante dell'input sismico ω_I e la frequenza ω_n.

La schematizzazione del modello agli elementi finiti adottato dal codice di calcolo LSR2D è riportata nella figura sottostante,



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

l'equilibrio dinamico globale per tale sistema può essere espresso mediante la seguente relazione:

$$\boldsymbol{M}\,\ddot{\boldsymbol{u}} + (\boldsymbol{C_e} + \boldsymbol{C_b})\dot{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{K}\boldsymbol{u} = -\boldsymbol{M}\boldsymbol{I_x}\,\ddot{u}_{b,x}(t) - \boldsymbol{M}\boldsymbol{I_y}\,\ddot{u}_{b,y}(t) + \boldsymbol{F}_{ff}(t)$$

dove:
- $\boldsymbol{M}$: matrice di massa globale del sistema;
- $\boldsymbol{C_e}$: matrice di smorzamento globale del sistema relativa agli elementi finiti;
- $\boldsymbol{C_b}$: matrice di smorzamento globale del sistema relativa agli smorzatori viscosi presenti alla base del modello;
- $\boldsymbol{K}$: matrice di rigidezza globale del sistema;
- $\ddot{\boldsymbol{u}}$: vettore delle accelerazioni globali del sistema;
- $\dot{\boldsymbol{u}}$: vettore delle velocità globali del sistema;
- $\boldsymbol{u}$: vettore degli spostamenti globali del sistema;
- $\boldsymbol{I_x}$: vettore globale di trascinamento in direzione orizzontale;
- $\boldsymbol{I_y}$: vettore globale di trascinamento in direzione verticale;
- $\ddot{u}b,x(t)$: storia temporale in direzione orizzontale dell'accelerazione in input;
- $\ddot{u}b,y(t)$: storia temporale in direzione verticale dell'accelerazione in input;
- $\boldsymbol{F}_{ff}(t)$: forze dinamiche dovute alle condizioni free-field.

La soluzione delle equazioni del moto all'*n*-simo istante di tempo viene ottenuta mediante un algoritmo di integrazione diretta nel dominio del tempo (metodo di Newmark). I metodi di integrazione facenti parti della famiglia dei metodi di Newmark si basano sulle seguenti espressioni:

$$\dot{u}_n = \dot{u}_{n-1} + \Delta t[(1-\gamma)\ddot{u}_{n-1} + \gamma\,\ddot{u}_n]$$

$$u_n = u_{n-1} + \Delta t\,\dot{u}_{n-1} + \frac{\Delta t^2}{2}[(1-2\beta)\ddot{u}_{n-1} + 2\ddot{u}_n]$$

Nel codice di calcolo LSR2D viene utilizzato il metodo CAA (Constant Average Acceleration Method) che risulta incondizionatamente stabile e non introdurre alcun damping numerico nella soluzione [Hughes, 1987]. In tal caso i coefficienti del γ e β valgono rispettivamente 0.5 e 0.25.
Riscrivendo l'equazione del moto nella seguente forma:

$$M\,\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = p$$

l'algoritmo di soluzione numerica viene di seguito illustrato.
Note le condizioni iniziali in termini di spostamento e di velocità, si determina l'accelerazione iniziale attraverso la relazione:

$$\ddot{u}_0 = M^{-1}(p_0 - C\dot{u}_0 - Ku_0)$$

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Assegnata l'ampiezza Δt dell'intervallo di integrazione, si calcolano le seguenti costanti:

$$\widehat{K} = \frac{1}{\beta \Delta t^2} M + \frac{\gamma}{\beta \Delta t} C + K; \qquad A = \frac{1}{\beta \Delta t} M + \frac{\gamma}{\beta} C; \qquad B = \frac{1}{2\beta} M + \Delta t \left(\frac{\gamma}{2\beta} - 1\right) C$$

Per ogni intervallo di integrazione si calcolano le quantità:

$$\Delta \hat{p}_n = \Delta p_n + A \dot{u}_n + B \ddot{u}_n; \qquad \Delta u_n = \frac{\Delta \hat{p}_n}{\widehat{K}}$$

$$\Delta \dot{u}_n = \frac{\gamma}{\beta \Delta t} \Delta u_n - \frac{\gamma}{\beta} \dot{u}_n - \Delta t \left(\frac{\gamma}{2\beta} - 1\right) \ddot{u}_n; \qquad \Delta \ddot{u}_n = \frac{1}{\beta \Delta t^2} \Delta u_n - \frac{1}{\beta \Delta t} \dot{u}_n - \frac{1}{2\beta} \ddot{u}_n$$

da cui si ottiene:

$$u_{n+1} = u_n + \Delta u_n; \qquad \dot{u}_{n+1} = \dot{u}_n + \Delta \dot{u}_n; \qquad \ddot{u}_{n+1} = \ddot{u}_n + \Delta \ddot{u}_n$$

Sostituendo n con n+1, si ripete il procedimento per il successivo intervallo di integrazione, e così via per tutti gli istanti di tempo.
Nel modello monodimensionale (1D), qui adottato, il deposito è rappresentato da una colonna di terreno utilizzando un modello di propagazione lineare delle onde, con proprietà dinamiche del terreno variabili in funzione del livello deformativo. Si basa anch'esso sul codice SHAKE ed è possibile eseguire analisi lineari elastiche, dove le proprietà del terreno sono mantenute costanti, oppure analisi equivalenti lineari dove le proprietà elastiche e lo smorzamento vengono fatte variare a seconda della curva di decadimento del terreno scelto. Il codice di calcolo non permette di eseguire analisi non lineari ed inoltre lavora esclusivamente in termini di tensioni totali.
Il comportamento meccanico dei terreni sotto l'effetto di carichi ciclici ad elevata frequenza è alquanto complesso e caratterizzato da marcata non linearità, accumulo di deformazioni permanenti, dissipazione di energia e degradazione progressiva delle caratteristiche meccaniche per effetto del numero di cicli di carico applicati. In presenza di fluido interstiziale, alle suddette problematiche si aggiunge l'accumulo di sovrappressioni interstiziali in condizioni di drenaggio impedito o parziale, che sono comunque le più frequenti, in considerazione della velocità di applicazione del carico.
La modellazione di tali fenomeni richiede l'utilizzo di legami costitutivi complessi, che oltretutto difficilmente riescono a riprodurre simultaneamente tutte le specificità del comportamento dei terreni. Per tale ragione spesso si preferisce fare riferimento a modelli costitutivi semplificati che, pur non essendo rigorosi, riescono a riprodurre il comportamento in modo adeguato in riferimento alla specifica applicazione.
In particolare, per quanto riguarda la risposta sismica dei depositi, l'approccio visco-elastico lineare equivalente rappresenta un valido compromesso tra semplificazione delle analisi ed accuratezza dei risultati. La strategia consiste sostanzialmente nel fare riferimento alle soluzioni visco-elastiche lineari per la propagazione delle onde sismiche adeguando in modo iterativo i parametri costitutivi in funzione del livello deformativo indotto dal moto sismico nel terreno.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Tale modello lineare equivalente, studia il comportamento tra tensione e deformazione del terreno basandosi sul modello di Kelvin-Voigt, illustrato in figura sottostante. La tensione τ dipende dalla deformazione γ e dalla sua derivata γ', secondo la relazione:

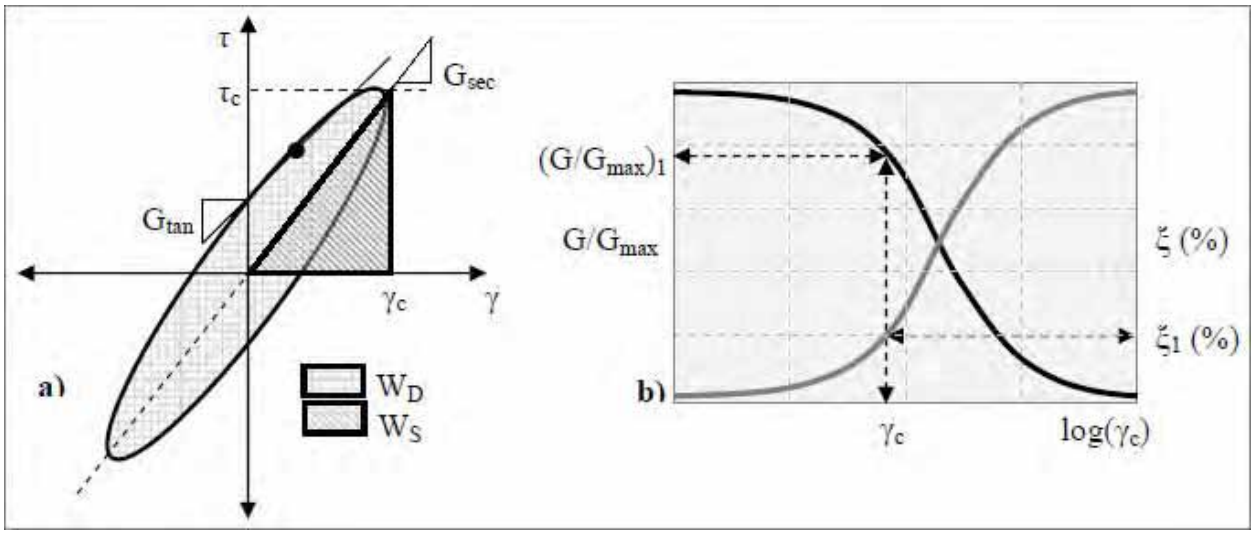
$$\tau = G\,\gamma + \eta\,\dot{\gamma}$$

dove:

- G : Modulo di taglio;
- η : viscosità del mezzo.

Il comportamento non lineare del terreno, durante un ciclo di carico, viene approssimato per come mostrato in figura. Il modulo di taglio equivalente, G, è preso considerando il modulo di taglio secante Gs. È possibile notare come alla fine di un ciclo controllato e simmetrico di tensioni si ha:

$$G_s = \frac{\tau_c}{\gamma_c}$$



Modello lineare equivalente; a) ciclo di isteresi; b)curve di non linearità

La curva Gs- γ non può avere una forma arbitraria ma deriva dalla curva τ - γ e sussiste seguente relazione:

$$\frac{d\tau}{d\gamma} = G_s(\gamma) + \frac{dG_s}{d\gamma}\,\gamma \geq 0$$

La descrizione del comportamento meccanico dei terreni nei confronti dei carichi ciclici non può peraltro prescindere dalla dissipazione intrinseca di energia che si verifica durante i cicli di carico-scarico. Il parametro di riferimento a tal riguardo è costituito dal coefficiente di smorzamento D, definito come:

$$D = \frac{1}{4\,\pi}\,\frac{\Delta W^{dissp}}{W^{max}}$$

dove:

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

ΔW^{dissp}: quantità di energia dissipata, per unità di volume, dal terreno durante un ciclo di carico armonico;
W^{max} : massima energia di deformazione, per unità di volume, immagazzinata dal terreno durante lo stesso ciclo di carico armonico.

In definitiva la risposta non lineare del terreno tramite il modello viscoelastico lineare equivalente viene riassunta mediante delle curve di riduzione del modulo di taglio e di incremento del rapporto di smorzamento
La procedura iterativa che consente di ottenere la risposta non lineare del sistema consiste nell'eseguire una sequenza di analisi lineari, con aggiornamento iterativo dei parametri di rigidezza e smorzamento, fino al raggiungimento di un prefissato criterio di convergenza. Facendo riferimento alla stratigrafia inserita, lo schema della procedura iterativa su cui è basato il modello lineare equivalente, da applicare ad ogni strato in cui è stato discretizzato il profilo stratigrafico:

1) definizione di curve $G=G(\gamma)$ e $D=D(\gamma)$ per i diversi strati;

2) inizializzazione dei valori del modulo di taglio e del fattore di smorzamento ai livelli di piccole deformazioni (G_0 e D_0);

3) calcolo della risposta dinamica del suolo e valutazione della deformazione massima a taglio in ogni strato;

4) aggiornamento dei valori $G_1=G(\gamma_1)$ e $D_1=D(\gamma_1)$;

5) iterazione dei passi 3 e 4 fino a convergenza ($\gamma_{i-1} \sim \gamma_i$).

Il programma permette di ricavare diversi dati di output come lo spettro di risposta in termini di accelerazione, velocità e spostamento in superficie, deformazioni e sforzi di taglio e molti altri dati utili allo svolgimento dell'analisi sismica locale.
In base agli output di interesse definiti nella scheda precedente il programma restituisce i risultati dell'analisi, sia in versione grafica che tabulare.

e4. Definizione del moto di input (scelta delle azioni sismiche)

Sulla base delle indicazioni fornite ai paragrafi 3.2.3.6 e 7.11.3.1 contenute nelle NTC 18 si è provveduto ad utilizzare accelerogrammi naturali (il numero minimo che consente di far riferimento ai valori medi dei risultati) selezionati da banche accelerometriche digitali imponendo i criteri di scelta e spettro-compatibilità imposti dalle NTC 18.
Per la selezione delle combinazioni degli accelerogrammi naturali compatibili con gli spettri da normativa si è utilizzato il programma REXEL versione 3.5, sviluppato dall'Università degli Studi di Napoli Federico II (http://www.reluis.it/).
Gli accelerogrammi selezionati sono stati tutti registrati su siti rocciosi affioranti e sono caratterizzati da valori di magnitudo e distanza epicentrale così caratterizzati:

- Magnitudo momento: $5 < Mw < 6.5$;
- Distanza epicentrale (Repi): Repi < 20 Km;

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

- Sito di registrazione: sottosuolo di categoria A (Vs > 800 m/s);

La tolleranza adottata sui valori di distanza è tipicamente maggiore di quella sui valori di magnitudo, poiché quest'ultima ha un' influenza maggiore sulle caratteristiche del moto sismico.
L'altro criterio importante e restrittivo adottato per la selezione degli accelerogrammi reali è quello della spettro-compatibilità. Gli accelerogrammi selezionati per il sito in esame sono spettro-compatibili, in media, con lo spettro di risposta elastico su suolo di categoria A prescritto dalle NTC 18 per il periodo di ritorno di 712 anni, nell'intervallo di periodo specificato (fino a 2 secondi). Al fine di ottenere la spettro-compatibilità, gli accelerogrammi selezionati sono stati tutti scalati linearmente al valore di accelerazione di picco prescritta dalle NTC 18 per il sito in oggetto. Le componenti orizzontali degli accelerogrammi utilizzati nelle analisi, il confronto tra i corrispondenti spettri, lo spettro medio e lo spettro di normativa delle NTC 18 sono illustrati nelle figure sottostanti.

DB - ITACA 2.3

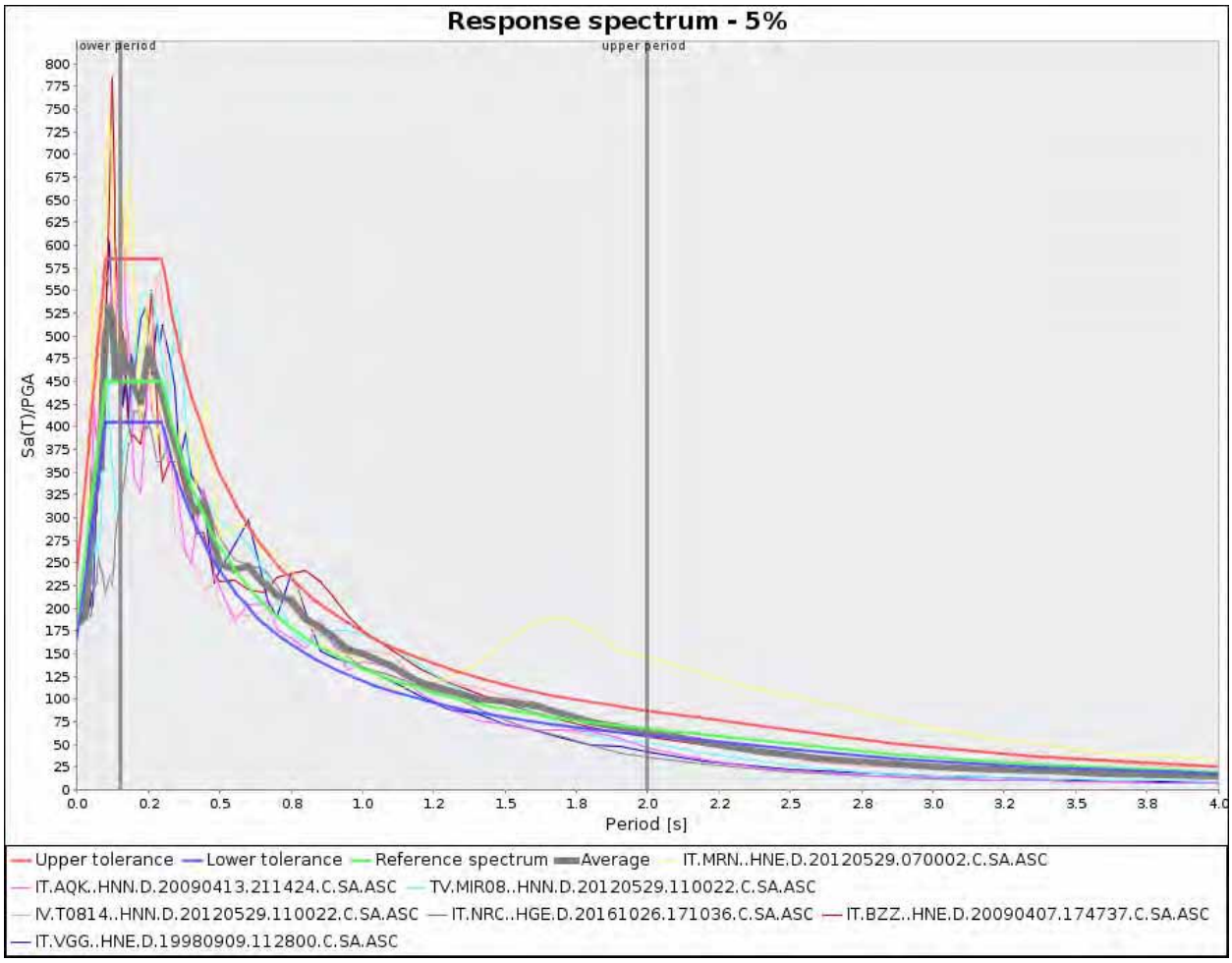
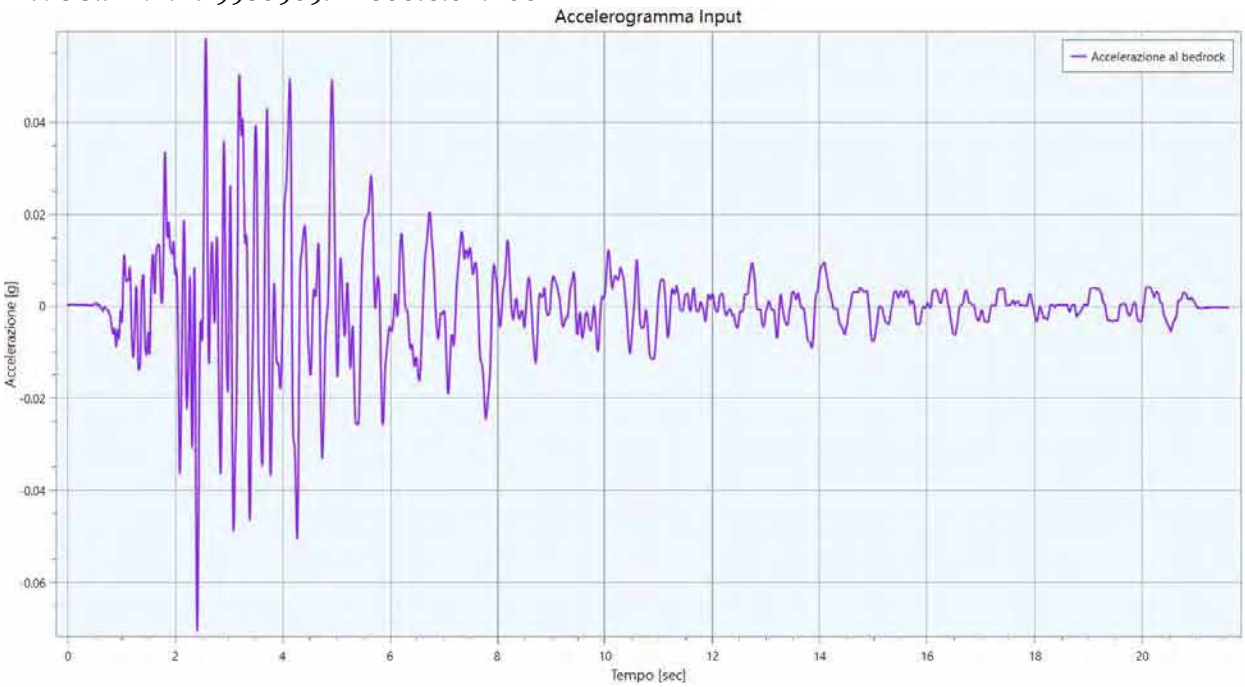


Figura: Spettro-compatibilità tra lo spettro medio (Average spectrum), ottenuto da 7 registrazioni accelerometriche naturali (componente orizzontale), e lo spettro risposta elastico (Target spectrum) per il sito in oggetto.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

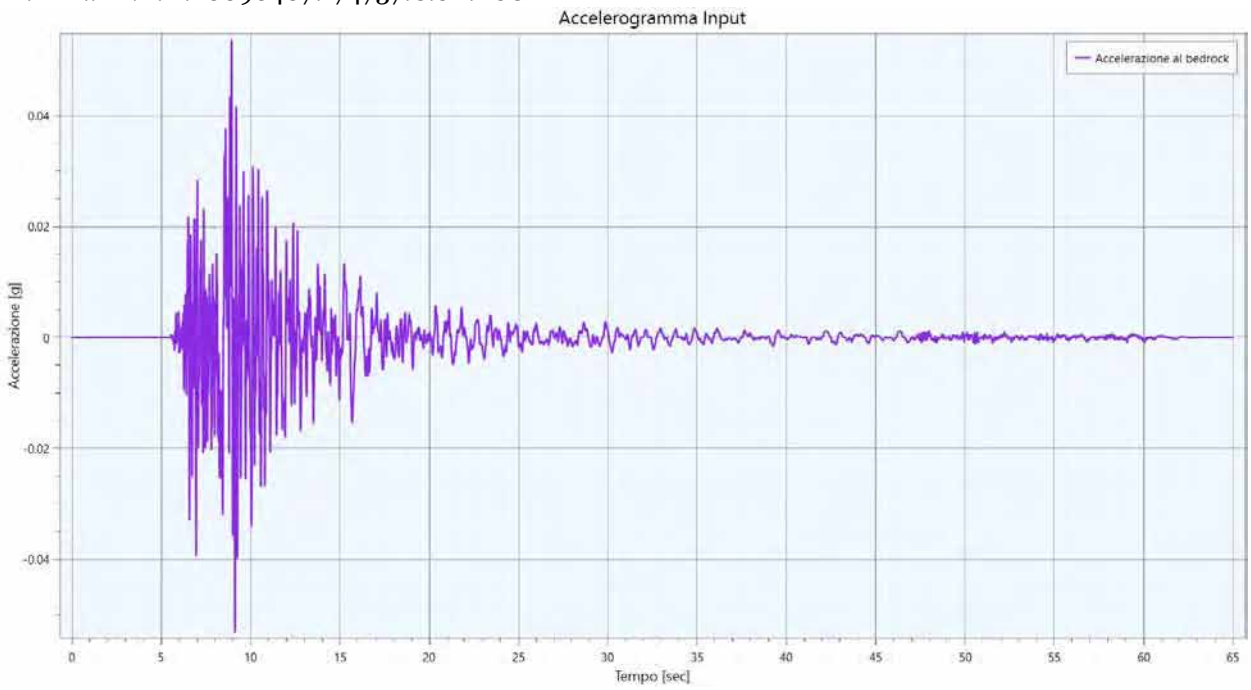
Nella scelta si è altresì cercato di accostare segnali con forme differenti, sia a componente impulsiva che vibratoria (più ricca nelle basse frequenze) e con altrettanto differenti caratteristiche di durata (aspetto fortemente dipendente dalla distanza nonché da fattori geologici e sismogenetici) nonché di frequenza fondamentale. In tal senso l'Intensità di Arias (Ia cm/s), oltre agli altri parametri, è stato utilizzata come indicatore per valutare il contenuto energetico rappresentativo di ciascun segnale.
Si riportano di seguito gli accelerogrammi di input:

Scaled records and corresponding scale factors
==========
IT.VGG..HNE.D.19980909.112800.C.SA.ASC 2.687
IT.BZZ..HNE.D.20090407.174737.C.SA.ASC 3.493
IT.NRC..HGE.D.20161026.171036.C.SA.ASC 0.630
IV.T0814..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC 2.028
TV.MIR08..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC 2.270
IT.AQK..HNN.D.20090413.211424.C.SA.ASC 9.331
IT.MRN..HNE.D.20120529.070002.C.SA.ASC 0.845
IT.VGG..HNE.D.19980909.112800.C.SA.ASC

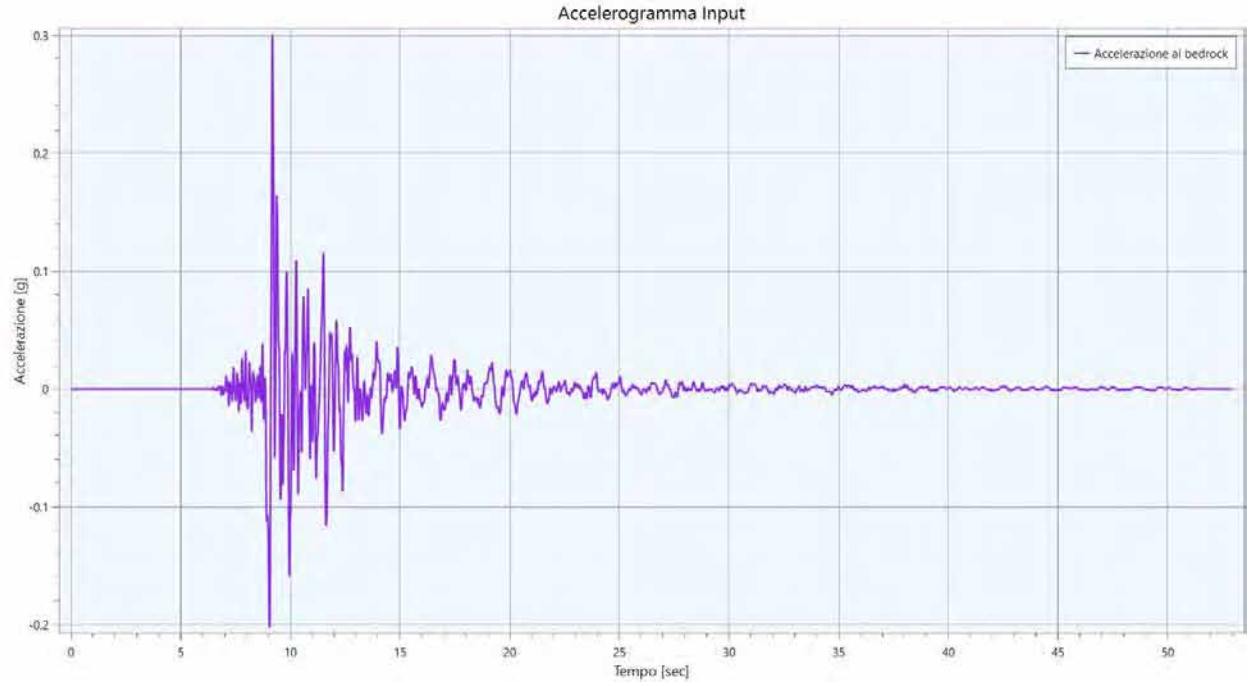


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

IT.BZZ..HNE.D.20090407.174737.C.SA.ASC

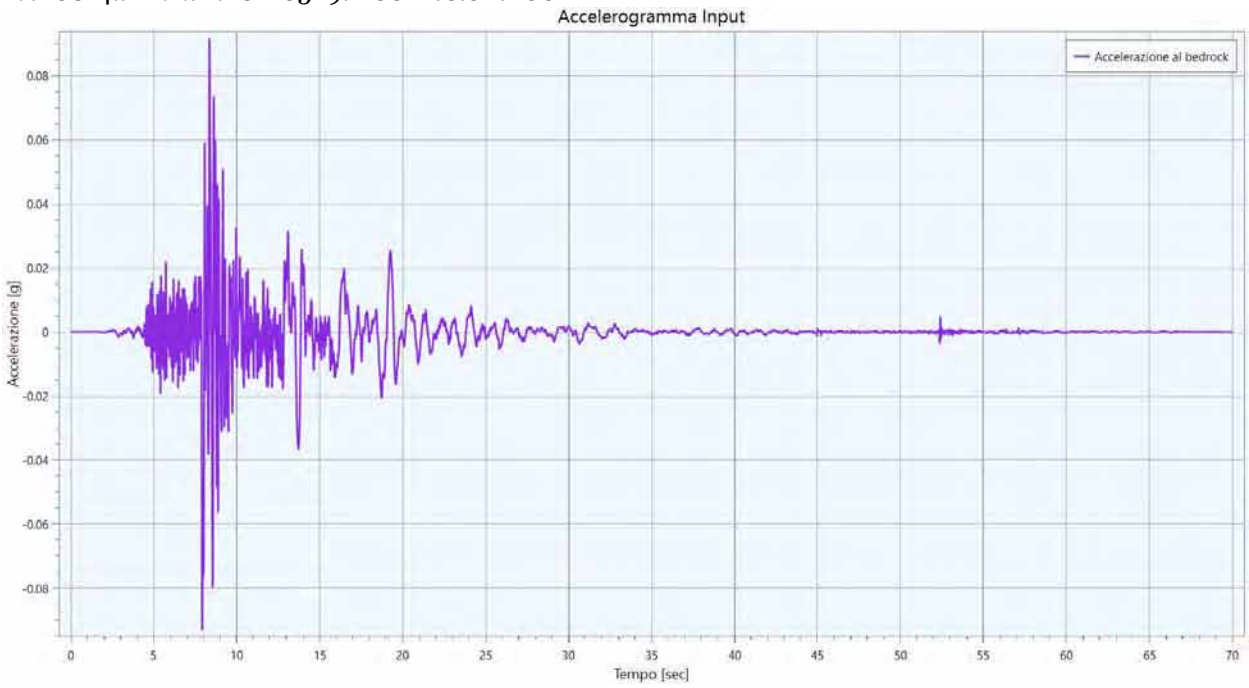


IT.NRC..HGE.D.20161026.171036.C.SA.ASC

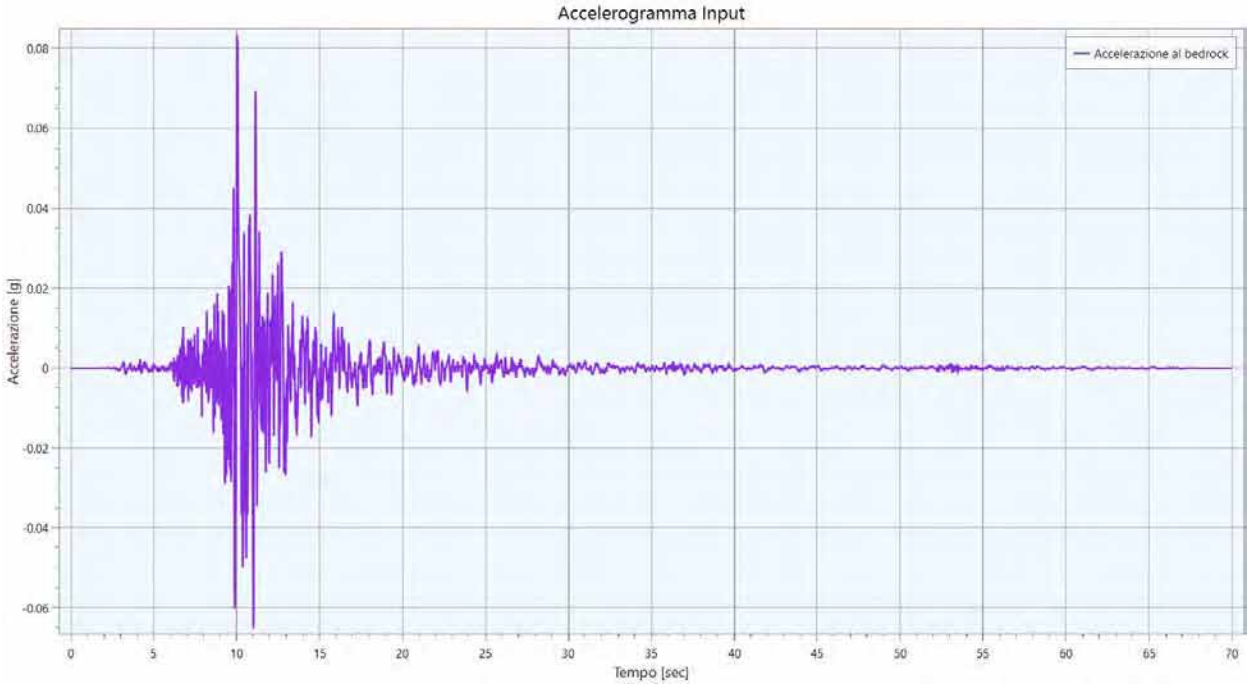


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

IV.T0814..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC

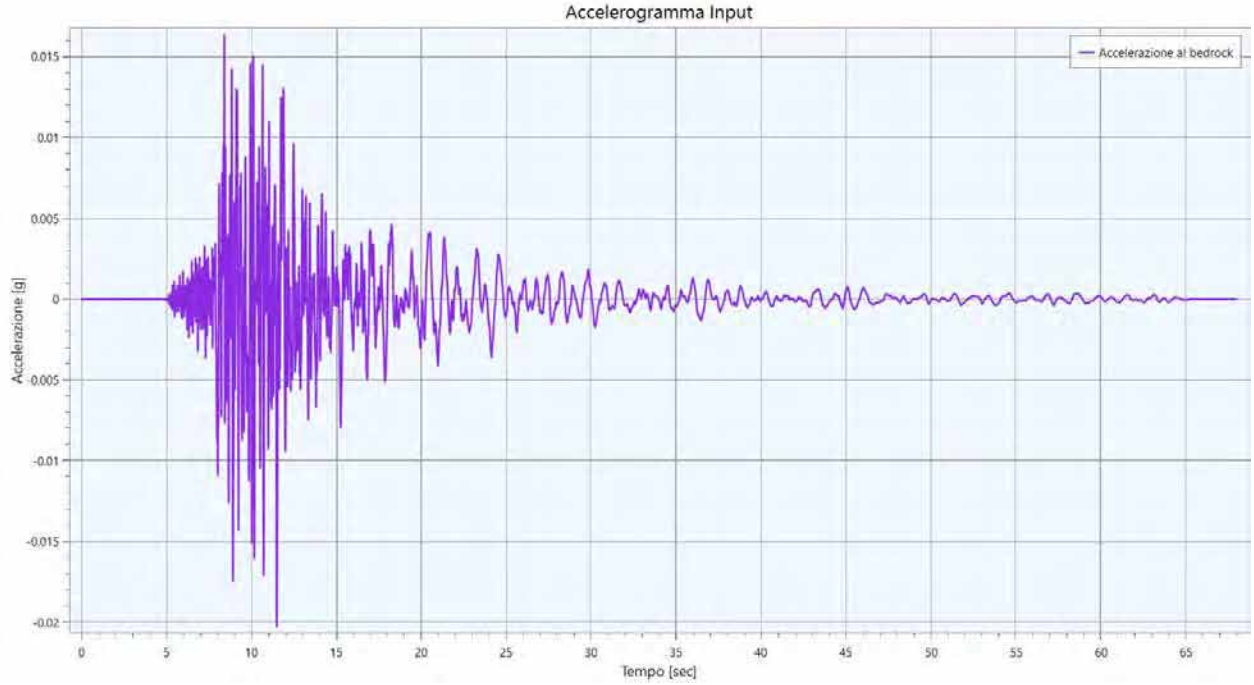


TV.MIR08..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC

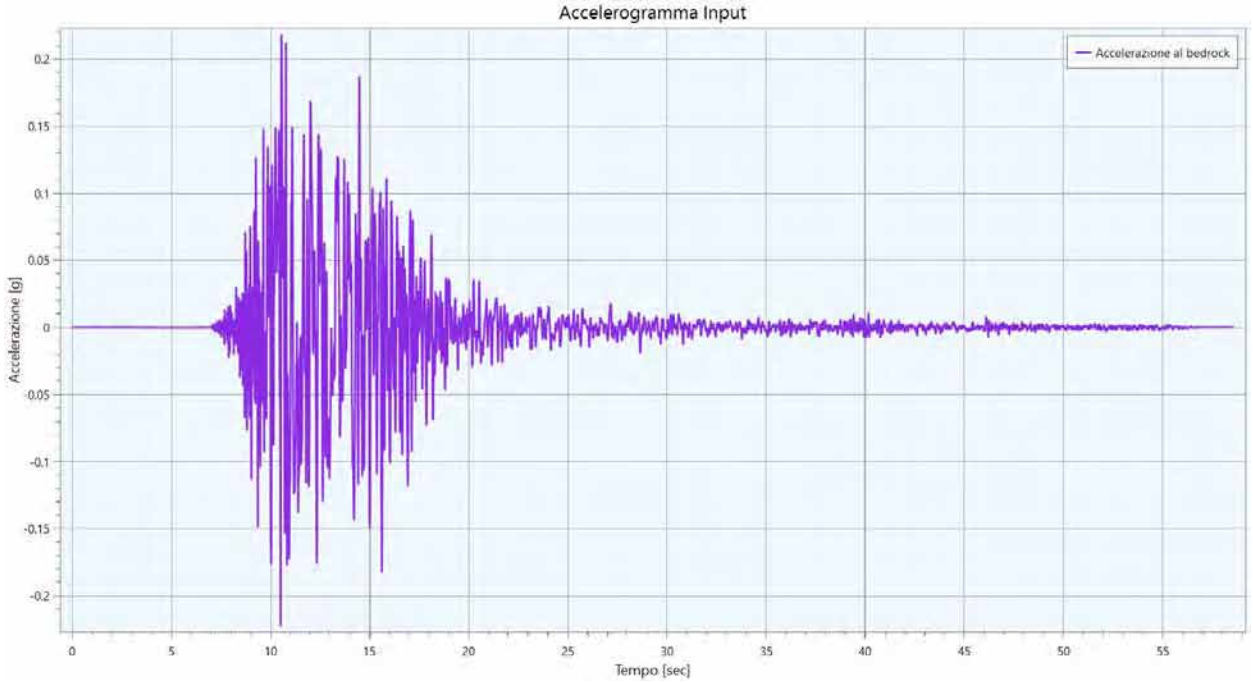


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

IT.AQK..HNN.D.20090413.211424.C.SA.ASC



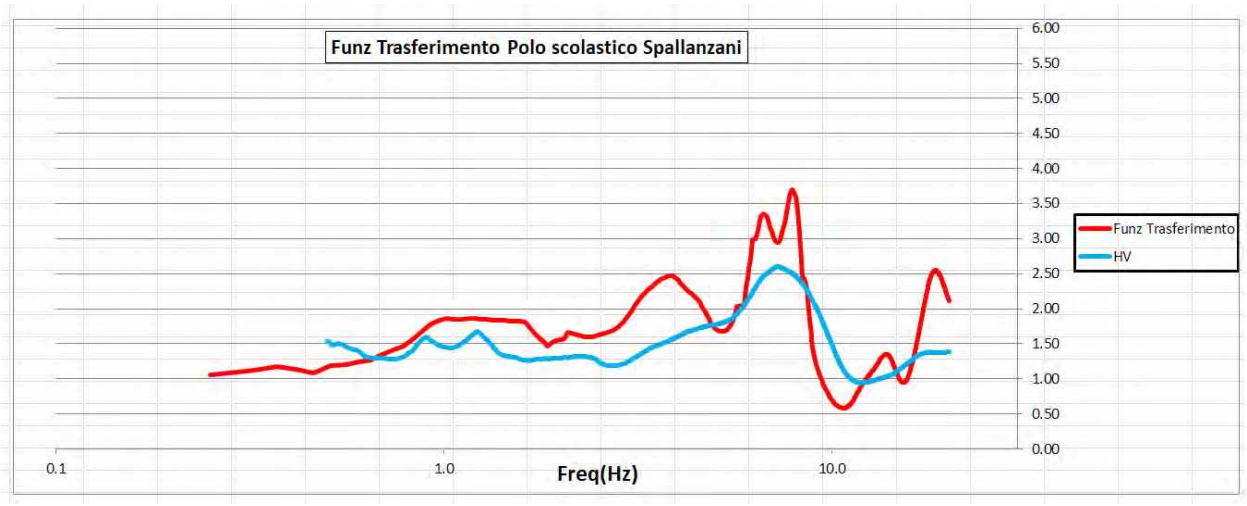
IT.MRN..HNE.D.20120529.070002.C.SA.ASC



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

e5. Risultati della modellazione

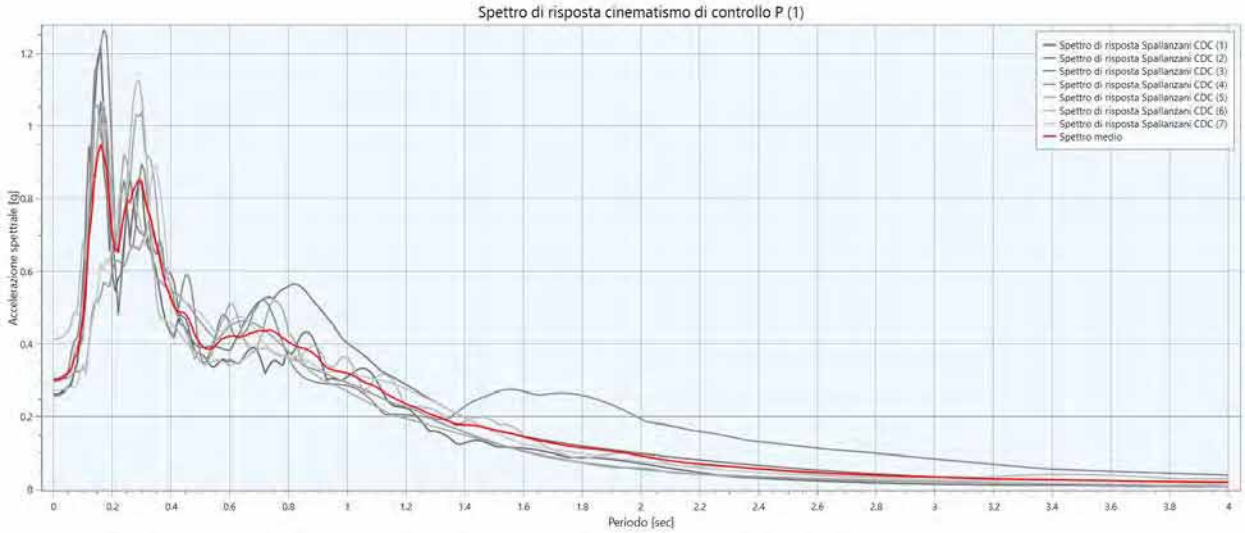
Il codice fornisce una notevole quantità di risultati di output (iterazioni eseguite dal programma: accelerazione, velocita e spostamenti in superficie in funzione del tempo; max accelerazioni, velocita e spostamento in superficie; deformazione e sforzo di taglio in corrispondenza di uno strato desiderato in funzione del tempo; funzione di amplificazione; frequenza di massima amplificazione; spettro di Fourier; spettro di risposta in accelerazione, velocita e spostamento in funzione del periodo).
Nel presente lavoro di risposta sismica locale si intende fornire gli accelerogrammi di output e i relativi spettri elastici di risposta in accelerazione.
Il primo importante risultato è costituito dal confronto tra la "Funzione di trasferimento o funzione di amplificazione" ed i risultati delle prove HV condotte nel sito di indagine.
È stata effettuata un'analisi preliminare di RSL di tipo deterministica in condizioni LE. Sulla base dell'analisi comparativa tra la funzione di amplificazione da RSL in condizioni LE (mostrata nella successiva figura) e dell'evidenza sperimentale fornita dalla misura dei microtremori, si conclude che il modello teorico è ragionevolmente aderente all'evidenza empirica.



Si procede pertanto ad effettuare l'analisi in condizioni EQL, ossia trattando il terreno come un mezzo le cui proprietà meccaniche sono in funzione del livello deformativo.
Di seguito si riportano gli spettri ottenuti per le varie analisi effettuate ed in sovrapposizione grafica il rispettivo spettro medio. Tale spettro viene ottenuto mediante una media dei singoli spettri relativi alle varie condizioni di carico presenti per ogni analisi.

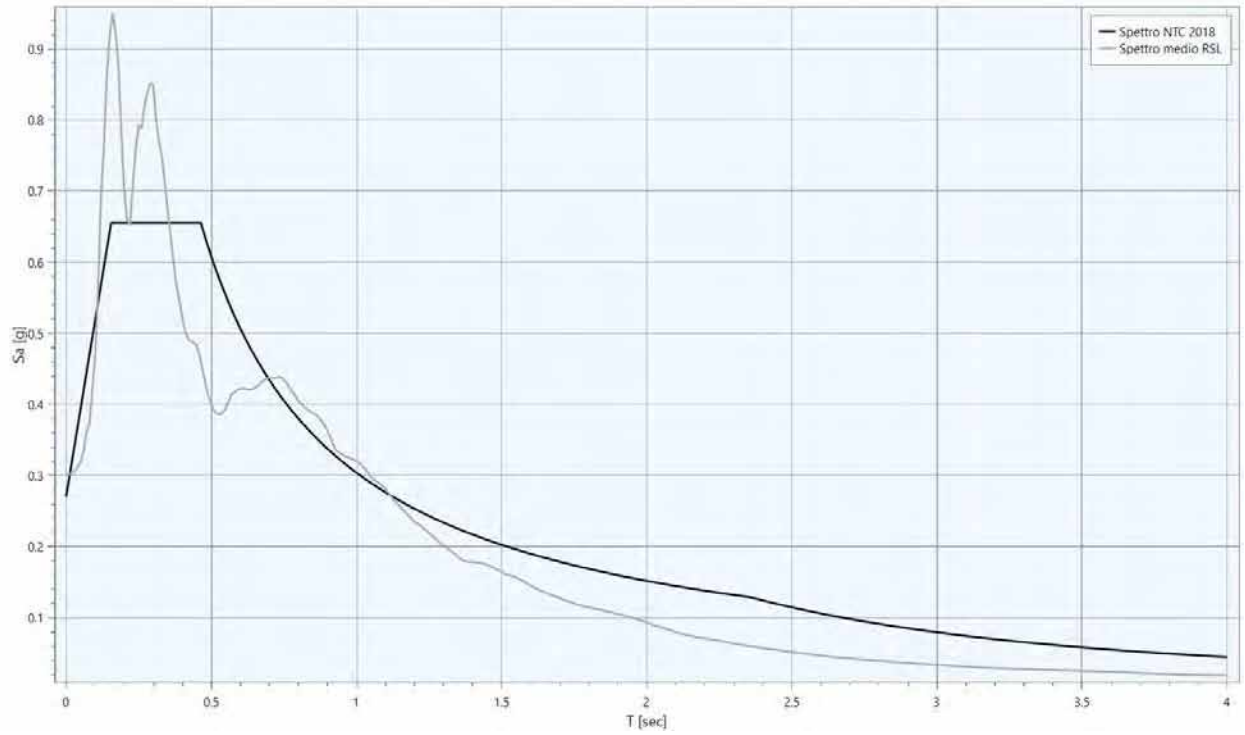
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Spettri di risposta in superficie in campo di free-field - DB Itaca 2.3



Spettri di accelerazione desunti dall'analisi di Risposta sismica locale. In rosso, come richiesto da normativa è rappresentato lo spettro medio dei 7 accelerogrammi naturali di input

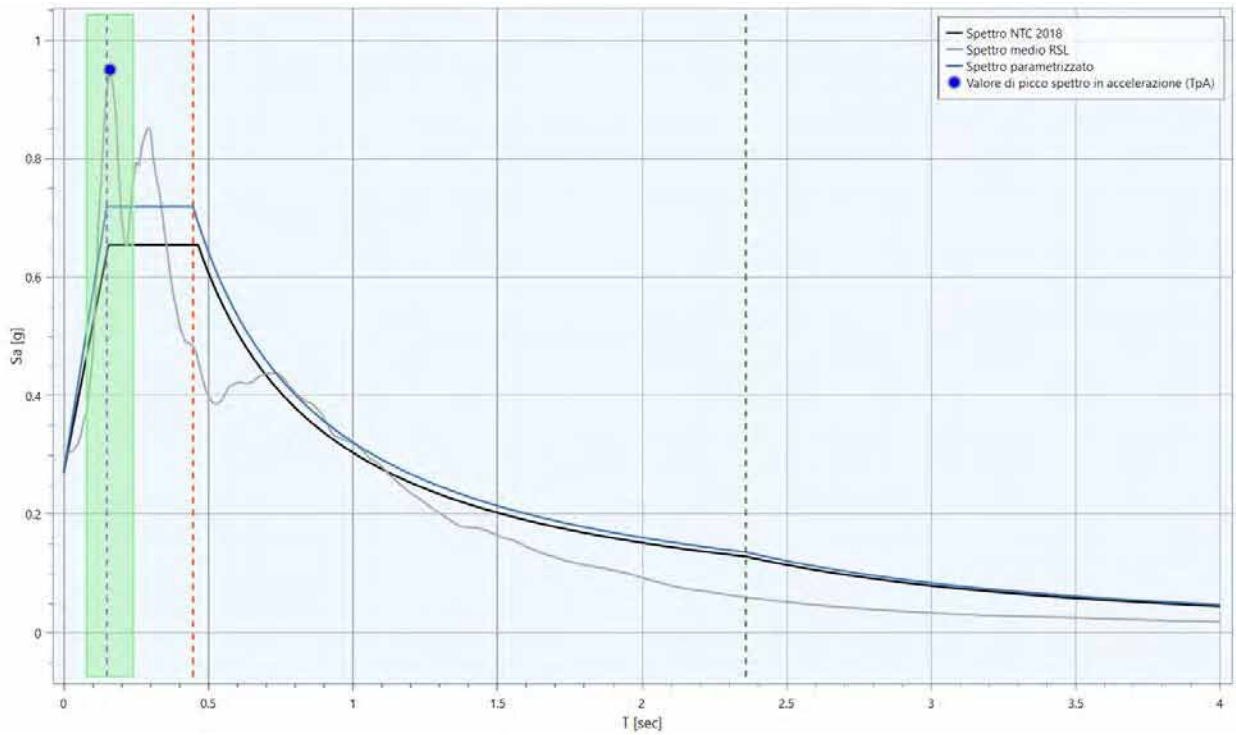
Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18



Confronto tra lo spettri medio desunto dall'analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL, lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18 e lo spettro normalizzato con l'approccio rigoroso secondo l'Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 del Commissario del Governo per la Ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016.



Parametrizzazione RSL

TpA [sec]	0.160
0.5 TpA [sec]	0.080
1.5 TpA [sec]	0.240
Sa,medio [g]	0.719
TpV [sec]	0.870
0.8 TpV [sec]	0.696
1.2 TpV [sec]	1.044
*Sv,medio [g*s]*	0.051
amax	**0.272**
F0	**2.647**
S	**1.430**
Tb [sec]	**0.149**
Tc [sec]	**0.447**
Td [sec]	**2.360**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Si forniscono in allegato tutti i punti dello spettro medio desunto da RSL

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio condotto ha permesso di delineare i principali aspetti geologici finalizzati al progetto definitivo-esecutivo per la realizzazione di nuova palazzina ad uso laboratori a seguito di demolizione della palazzina C e di ampliamento della palazzina D in via Solimei, in comune di Castelfranco Emilia. Il quadro di questi aspetti ha portato alle seguenti considerazioni:

1. Dal punto di vista sismico risulta che il comune di Castelfranco E., è stato dichiarato sismico e iscritto nella Zona 3 della OPCM 3274/2003 e s.m.i;

2. Il terreno di fondazione del fabbricato in oggetto appartiene alla categoria di suolo "C", ai sensi del D.M. 17/01/2018; è stata condotta l'analisi della Risposta sismica locale (RSL) sul sito di indagine che ha determinato lo spettro da utilizzare per la determinazione dell'azione sismica, a cui si rimanda nell'apposito capitolo.

3. Al fine di determinare le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di fondazione si è provveduto ad effettuare sul lotto in esame le seguenti indagini geognostiche e sismiche:
   - n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S01 e S02) spinti rispettivamente alla profondità di 10.00 m e 20.00 m dal p.c.;
   - n. 2 prove penetrometriche statiche elettriche con piezocono (CPTu01 e CPTu02) spinte alla profondità massima di 6.40 m dal p.c.;
   - n. 2 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPTm01 e CPTm02) spinte alla profondità massima di 6.60 m dal p.c.;
   - n. 2 indagine sismiche passive di microtremori (HV01 e HV02);
   - n. 1 indagine sismica a riflessione in array in onde Sh (Vb - Sh).

4. La natura litologica dei terreni oggetto dei sondaggi geognostici e delle prove penetrometriche è dedotta dall'analisi delle cassette stratigrafiche e dai diagrammi penetrometrici mediante "Guide for estimating soil type from dutch friction-cone ratio" (Schmertmann, 1969 e Raccomandazioni A.G.I. 1977) per le prove meccaniche cptm e dall'analisi dei diagrammi penetrometrici mediante Robertson (2010, 2016) per le prove con piezocono cptu. Le sequenze stratigrafiche desunte dall'analisi delle indagini geognostiche e geofisiche evidenziano i seguenti livelli litologici:

   0.00 -0.80/1.00 m Materiale di riporto;
   0.80/1.00 - 1.00/1.50 m Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A);
   1.00/1.50 -3.60/4.30 m Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B);
   3.60/4.30 - 6.30 m Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C);
   6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D);
   15.00 - 16.10 m Livello di Torba (E);
   16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F).

   La falda, in fase di indagine, è stata rinvenuta a 4.30 m dal p.c..
   .

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Infine sulla base delle indicazioni emerse dall'analisi delle prove penetrometriche e sulla base delle litologie presenti si è provveduto a caratterizzare e parametrizzare, dal punto di vista geotecnico, i terreni di fondazione.

In virtù delle considerazioni sopra esposte risulta che i parametrici geotecnici caratteristici per i materiali presenti sono i seguenti:

- In termini di parametri di resistenza:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	c'k(kPa)	ϕ' k(°)	Cuk(kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	3	18	70
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	2	17	60
3.60/4.30 - 6.30	Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)	17	19	1	20	70
6.30 - 15.00	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)	20	21	0	32	/
15.00 - 16.10	Livello di Torba (E)	13	15	0	14	30
16.20 - 20.00	Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)	17	19	5	19	100

- In termini di parametri di deformabilità:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	Coeff. di Poisson (v)	Modulo Elastico E' (kPa)	Modulo Edometrico Ed (kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

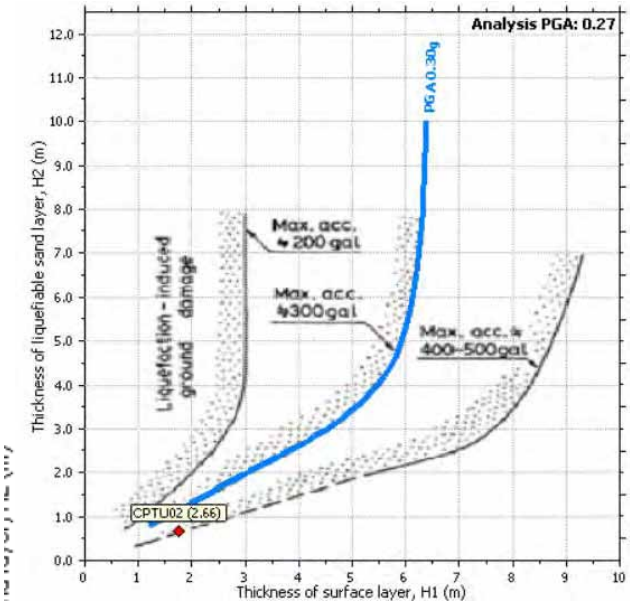
0.80/1.00 - 1.00/1.50	**Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)**	**17**	**19**	**0.45**		**4500**
1.00/1.50 - 3.60/4.30	**Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)**	**17**	**19**	**0.45**		**4000**
3.60/4.30 - 6.30	**Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)**	**17**	**19**	**0.45**		**3500**
6.30 - 15.00	**Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)**	**20**	**21**	**0.35**	**30000**	
15.00 - 16.10	**Livello di Torba (E)**	**13**	**15**	**0.48**		**2000**
16.20 - 20.00	**Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)**	**17**	**19**	**0.42**		**7000**

5. Il Comune di Castelfranco Emilia ha approvato la variante al PSC in data 20 marzo 2017 tramite accordo di programma con la Provincia di Modena. In tale variante sono contenuti gli studi di microzonazione sismica. Tali carte, come sopra ricordato, sono finalizzate agli studi di microzonazione pertanto costituiscono un valido riferimento per la progettazione senza essere comunque normativa cogente. L'area in oggetto dell'intervento ricade nella tavola delle Microzonee Omogenee in prospettiva sismica (MOPS) in "Zona suscettibile di instabilità per liquefazione". Occorre pertanto valutare il coefficiente di amplificazione e verificare la presenza di condizioni predisponenti la liquefazione.
La verifica del potenziale di liquefazione, per ciascuna verticale di indagine, è stata condotta utilizzando il metodo di Boulanger & Idriss (2014). La verifica è stata effettuata con Software CLiq v 3.0 della Geologismiki Geotechnical Engineers - Serrai(Grecia) ed ha evidenziato che:

PROVA	**INDICE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE I_L (B&I 2014)**	**RISCHIO (Sonmez 2003)**
CPTu01	**0.15**	**BASSO**
CPTu02	**2.66**	**MODERATO**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Pertanto la verifica a liquefazione evidenzia un rischio di liquefazione da "Molto Basso a Moderato".
Sulla base dei risultati sopra descritti al fine di evidenziare eventuali criticità legate ai problemi di liquefazione è stato deciso di applicare per l'intervento in oggetto il metodo di Ishihara (1985). Si tratta di una procedura empirica basata sull'impiego degli spessori dello strato o degli strati di copertura non liquefacibili (H1) e quello dei sottostanti livelli suscettibili di liquefazione (H2) oltre all'accelerazione orizzontale massima in superficie; la procedura pertanto fornisce, in maniera puramente qualitativa, l'entità delle deformazioni, e quindi del danno, indotte dal sisma in caso di liquefazione.



Considerato comunque lo spessore dello strato liquefacibile, lo spessore dello strato non liquefacibile sovrastante e l'accelerazione massima attesa in superficie per il sito d'indagine (0.27g), si evidenzia (dal grafico sopra riportato - Ishihara 1985) che la liquefazione dello strato liquefacibile non si estende in superficie e pertanto non si dovrebbero avere deformazioni attese sulle strutture di fondazione da realizzare
In ogni caso, si sottolinea che la normativa in materia di costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, stabilisce al § (§7.11.3.4.3) che "*L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista*".

Modena, febbraio 2020.

Dott. Geol. Lorenzo Del Maschio
(A.P. n° 1725 Ordine dei Geologi della Regione Lazio)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

11. ALLEGATI

- Sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- Prove penetrometriche statiche meccaniche CPTm;
- Prove penetrometriche statiche con piezocono CPTu;
- Verifica del potenziale di liquefazione secondo il metodo di Idriss & Boulanger (2008) e Boulanger & Idriss (2014);
- Indagine sismica a riflessione;
- Indagine sismica a stazione singola HV;
- Certificati del laboratorio geotecnico;
- Punti spettro medio da analisi RSL.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1

RAPPORTO DI PROVA N. R08728

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **28/10/2019** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Attrezzatura utilizzata, prove in foro effettuate, strumentazione foro

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica cingolata Atlas Copco Mustang A 66 - CB T (anno di fabbrica: 1995 - matr. n. OR 95/3480/653) montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, con pattini in acciaio e velocità di spostamento 0-2 km/h. La sonda è dotata di due motori: un motore diesel a 4 tempi Lombardini LDW 2004 avente cilindrata 2068 cm^3, potenza 35 kW, RPM 3.000 giri/min; un motore KHD Deutz F 3-6 L 912/W, cilindrata 2.826 cm^3. L'antenna è caratterizzata da un tiro e da una spinta di 80 kN, corsa 3.700 mm, mentre la testa idraulica di rotazione S 1.300, avente n. 8 velocità, presenta una coppia massima di 13.233 Nm e una velocità massima di 614 g/min. La sonda è infine dotata di n. 2 pompe idrauliche: una pompa fanghi Nova Rotors mod. MN 120-2 ed una pompa acqua Imovilli P123.

Nel corso delle operazioni di sondaggio la sonda è stata attrezzata con un carotiere semplice T1 avente diametro ϕ 101 mm e si è reso necessario l'utilizzo di tubi di rivestimento di diametro ϕ 127 mm per 9,0 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.

Dove possibile sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test sulle carote prelevate; i risultati, in kPa, sono riportati a pagina 3/5.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1

RAPPORTO DI PROVA N. R08728

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **28/10/2019** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Procedure di campionamento

Le carote prelevate nel corso del sondaggio (campioni tipo Q1) sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC a 5 scomparti, quindi fotografate (vedi pagg. 5/5) e consegnate alla Committenza.

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Le procedure di esecuzione del sondaggio, delle prove e del prelievo dei campioni sono state concordate con i tecnici incaricati dalla Committenza direttamente in cantiere.

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

Tutte le prove ed i campionamenti effettuati sono stati eseguiti conformemente alle norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure e nella perforazione.

Incertezza associata alle prove **SPT**: **20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

Software di elaborazione: "*Stratigrafie*" ver. 10.1.9 realizzato dalla società SGeo di Roma.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vignini

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S1
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: 28/10/2019
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :60

STRATIGRAFIA - S1

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT
				1,0	1,0	Terreno di riporto limoso argilloso con inclusi frammenti di laterizi e rottami.		
	1			1,5	0,6	Limo argilloso, nocciola chiaro, asciutto.		
	2			3,5	2,0	Limo argilloso debolmente sabbioso, nocciola ocra, molto consistente, asciutto.	343 196 343 196 147 147 206	49 59 49 49 49 49
	3			3,9	0,4	Limo sabbioso, nocciola, grigio nocciola, consistente, umido.	157 147	39
	4			4,3	0,4	Sabbia limosa, grigia nocciola, umida.		
	5			6,3	2,0	Sabbia limosa / limo sabbioso, grigia, moderatamente addensata / consistente, umida fino a 4,50 m poi satura.	78	20
101	6 7 8 9 10			10,0	3,7	Ghiaia eterogenea ed eterometrica (1 cm < Ø < 5,6 m) con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in matrice sabbiosa localmente abbondante.		

DATI TECNICI

RAPPORTO DI PROVA N. R08728 del 05/11/2019

Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Atlas Copco Mustang A66 CB-T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm.

Diametro rivestimento: 127 mm per 9.00 m.

Il Responsabile di Sito: Dott. Stefano Vigni

Aiuti-responsabile di sito: Sig. Francesco Tuosto

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 - Settore C - Prove in Sito

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	28/10/19									
Ora	16:00									
Livello dell'acqua (m)	4,50									
Prof. perforazione(m)	10,00									
Prof. rivestimento(m)	0,00									

Il Responsabile di sito
Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S1
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: 28/10/2019
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	DATI TECNICI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Scala metrica con limiti delle battute (>)
3) Rivestimento
4) Simbolo litologico
5) Profondità della base dello strato (m)
6) Spessore dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Resistenza alla punta (kPa)
9) Vane test (kPa)
10) Dati tecnici

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S1
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: 28/10/2019

Fotografie - Pagina 1/1

Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S2

RAPPORTO DI PROVA N. R08729

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **dal 29/10/2019 al 30/10/19** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Attrezzatura utilizzata, prove in foro effettuate, strumentazione foro

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica cingolata Atlas Copco Mustang A 66 - CB T (anno di fabbrica: 1995 - matr. n. OR 95/3480/653) montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, con pattini in acciaio e velocità di spostamento 0-2 km/h. La sonda è dotata di due motori: un motore diesel a 4 tempi Lombardini LDW 2004 avente cilindrata 2068 cm^3, potenza 35 kW, RPM 3.000 giri/min; un motore KHD Deutz F 3-6 L 912/W, cilindrata 2.826 cm^3. L'antenna è caratterizzata da un tiro e da una spinta di 80 kN, corsa 3.700 mm, mentre la testa idraulica di rotazione S 1.300, avente n. 8 velocità, presenta una coppia massima di 13.233 Nm e una velocità massima di 614 g/min. La sonda è infine dotata di n. 2 pompe idrauliche: una pompa fanghi Nova Rotors mod. MN 120-2 ed una pompa acqua Imovilli P123.

Nel corso delle operazioni di sondaggio la sonda è stata attrezzata con un carotiere semplice T1 avente diametro ϕ 101 mm e si è reso necessario l'utilizzo di tubi di rivestimento di diametro ϕ 127 mm per 19,0 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.

Dove possibile sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test sulle carote prelevate; i risultati, in kPa, sono riportati a pagina 3/6.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S2

RAPPORTO DI PROVA N. R08729

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **dal 29/10/2019 al 30/10/19** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Procedure di campionamento

Le carote prelevate nel corso del sondaggio (campioni tipo Q1) sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC a 5 scomparti, quindi fotografate (vedi pagg. 5/5) e consegnate alla Committenza.

Durante il sondaggio sono stati prelevati n. 3 campioni indisturbati mediante campionatore a pareti sottili (Shelby), alla profondità di 1,00 – 1,50 m / 3.05 – 3.60 m / 4.45 – 5.00 m. I campioni prelevati sono stati conferiti presso il laboratorio geotecnico Autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti di Prove Penetrometriche srl per le indagini richieste dalla Committenza.

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Le procedure di esecuzione del sondaggio, delle prove e del prelievo dei campioni sono state concordate con i tecnici incaricati dalla Committenza direttamente in cantiere.

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

Tutte le prove ed i campionamenti effettuati sono stati eseguiti conformemente alle norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure e nella perforazione.

Incertezza associata alle prove **SPT**: **20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

Software di elaborazione: "*Stratigrafie*" ver. 10.1.9 realizzato dalla società SGeo di Roma.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :67

STRATIGRAFIA - S2

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	RP	VT
				0,8	0,8	Terreno di riporto limoso argilloso con inclusi frammenti di laterizi e sporadici rottami eterogenei.			
	1			1,0	0,3	Limo argilloso, nocciola chiaro, asciutto.	1) She < 1,00 1,50		
				1,5	0,5	CAMPIONE SHELBY N.1			
	2			2,5	1,0	Limo argilloso e sabbioso, nocciola striato grigio, consistente, asciutto.		196 127	59 29
	3			3,1	0,6	Limo argilloso e sabbioso, grigio nocciola, umido.	2) She < 3,05 3,60		
				3,6	0,6	CAMPIONE SHELBY N.2			
				3,7	0,1	Limo argilloso e sabbioso, grigio nocciola, umido.			
	4			4,5	0,7	Limo con argilla debolmente sabbioso, grigio striato nocciola, da umida a satura.	3) She < 4,45 5,00		
				5,0	0,6	CAMPIONE SHELBY N.3			
	5			6,3	1,3	Limo con argilla debolmente sabbioso, grigio striato nocciola, da umida a satura.			
	6								
	7					Ghiaia eterogenea ed eterometrica (1 cm < Ø < 10 cm), con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa.			
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14			14,6	8,3				
	15			15,0	0,4	Sabbia torbosa, nera, fossilifera.			
	16			16,1	1,1	Torba.			
	17					Argilla, grigia chiara, moderatamente consistente, umida		96 147 127 118	29 39 39
	18							98 147	39
	19							147 98	69
								98	69
101	20			20,0	3,9			147	69

RAPPORTO DI PROVA N. R08729 del 05/11/2019

Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Atlas Copco Mustang A66 CB-T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm.

Diametro rivestimento: 127 mm per 19.00 m.

Il Responsabile di Sito:
Dott. Stefano Vigni

Aiuti-responsabile di sito:
Sig. Francesco Tuosto

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 - Settore C - Prove in Sito

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	30/10/19														
Ora	17:00														
Livello dell'acqua (m)	4,30														
Prof. perforazione(m)	20,00														
Prof. rivestimento(m)	0,00														

Il Responsabile di sito
Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	D E S C R I Z I O N E	Campioni	RP	VT	DATI TECNICI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Scala metrica con limiti delle battute (>)
3) Rivestimento
4) Simbolo litologico
5) Profondità della base dello strato (m)
6) Spessore dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
9) Resistenza alla punta (kPa)
10) Vane test (kPa)
11) Dati tecnici

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19

Fotografie - Pagina 1/2

Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19

Fotografie - Pagina 2/2

Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00

Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: provepenetrometriche@alice.it
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

PROVA CPT N. 1

CERTIFICATO N. 02243

Verbale di Accettazione n. **0700 del 10/10/2011**

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23**

Cantiere: **Istituto per l'Agricoltura e l'Ambiente "L. Spallanzani"**

Data prova: **12/10/2011** Data emissione certificato: **13/10/2011**

Attrezzatura utilizzata

- Penetrometro statico Pagani TG 63-100 autoancorante, avente spinta massima pari a 100 kN, montato su sottocarro cingolato; il penetrometro è dotato di dispositivo idraulico di spinta che agisce alternativamente sulla batteria di aste interne ed esterne.
- Punta conica meccanica tipo "Begemann" avente le seguenti caratteristiche:
  - diametro ϕ 35,70 mm;
  - area punta 10 cm^2;
  - manicotto di attrito laterale avente diametro ϕ pari a 35,70 mm, h = 133 mm, area 150 cm^2;
- Batteria di aste esterne, cave, aventi diametro esterno pari a 36 mm, con alcuni anelli allargatori;
- Batteria di aste interne a sezione piena, diametro 0,5-1,0 mm minore del diametro interno delle aste cave
- Cella di carico mod. AEP TC4 (n. matricola: 701046) per la misura, alternativamente, del valore della resistenza alla punta, della resistenza laterale e della resistenza totale, sottoposta a taratura a cura del Politecnico di Milano in data 15/02/2011 (n. certificato SIT n. 150/2011).
- Software di elaborazione: "*Fondazio*" ver. 4.41 elaborato dallo Studio Merlin di Castelmassa (RO).

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Nel corso della prova sono state utilizzate n. 2 aste con allargatori.

Eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

La prova è stata eseguita conformemente alle seguenti norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si è reso necessaria l'esecuzione di prefori.

Nel corso della prova il penetrometro è stato ancorato al terreno per mezzo di n. 2 ancoraggi laterali.

Al termine della prova è stata rilevata acqua a -4.80 m dal p.c.

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure.

Incertezza associata alle misure: **12.6% per valori di qc – 15.6% per valori di fs**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

IL DIRETTORE	IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari	Dott. Geol. Salvatore Mucci

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

n°	1
certificato n°	02243
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.: MPa	Data esec.: 12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´		Data certificato: 13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina: 2/3	Preforo: m
		Elaborato:	Falda: -4,80 m

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %
0,20	0,0	0,0		0,0	189,14	0	
0,40	40,0	69,0		3,9	189,14	21	4,8
0,60	46,0	75,0		4,5	267,54	17	5,9
0,80	38,0	79,0		3,7	287,14	13	7,7
1,00	70,0	114,0		6,9	359,66	19	5,2
1,20	65,0	120,0		6,4	352,80	18	5,5
1,40	56,0	110,0		5,5	228,34	24	4,2
1,60	35,0	70,0		3,4	235,20	15	6,9
1,80	24,0	60,0		2,4	85,26	28	3,6
2,00	17,0	30,0		1,7	85,26	20	5,1
2,20	11,0	24,0		1,1	58,80	18	5,5
2,40	13,0	22,0		1,3	51,94	25	4,1
2,60	9,0	17,0		0,9	58,80	15	6,7
2,80	8,0	17,0		0,8	46,06	17	5,9
3,00	10,0	17,0		1,0	39,20	25	4,0
3,20	9,0	15,0		0,9	39,20	23	4,4
3,40	6,0	12,0		0,6	32,34	18	5,5
3,60	6,0	11,0		0,6	51,94	11	8,8
3,80	8,0	16,0		0,8	46,06	17	5,9
4,00	8,0	15,0		0,8	39,20	20	5,0
4,20	7,0	13,0		0,7	39,20	18	5,7
4,40	6,0	12,0		0,6	32,34	18	5,5
4,60	6,0	11,0		0,6	32,34	18	5,5
4,80	6,0	11,0		0,6	46,06	13	7,8
5,00	6,0	13,0		0,6	39,20	15	6,7
5,20	6,0	12,0		0,6	39,20	15	6,7
5,40	7,0	13,0		0,7	39,20	18	5,7
5,60	9,0	15,0		0,9	110,74	8	12,6
5,80	15,0	32,0		1,5	51,94	28	3,5
6,00	18,0	26,0		1,8	65,66	27	3,7
6,20	26,0	36,0		2,5	130,34	20	5,1
6,40	220,0	240,0		21,6	130,34	165	0,6
6,60	250,0	270,0		24,5			

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata 0.20 m sopra quota qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Fr = rapporto Schmertmann (fs / qc)

Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci

Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

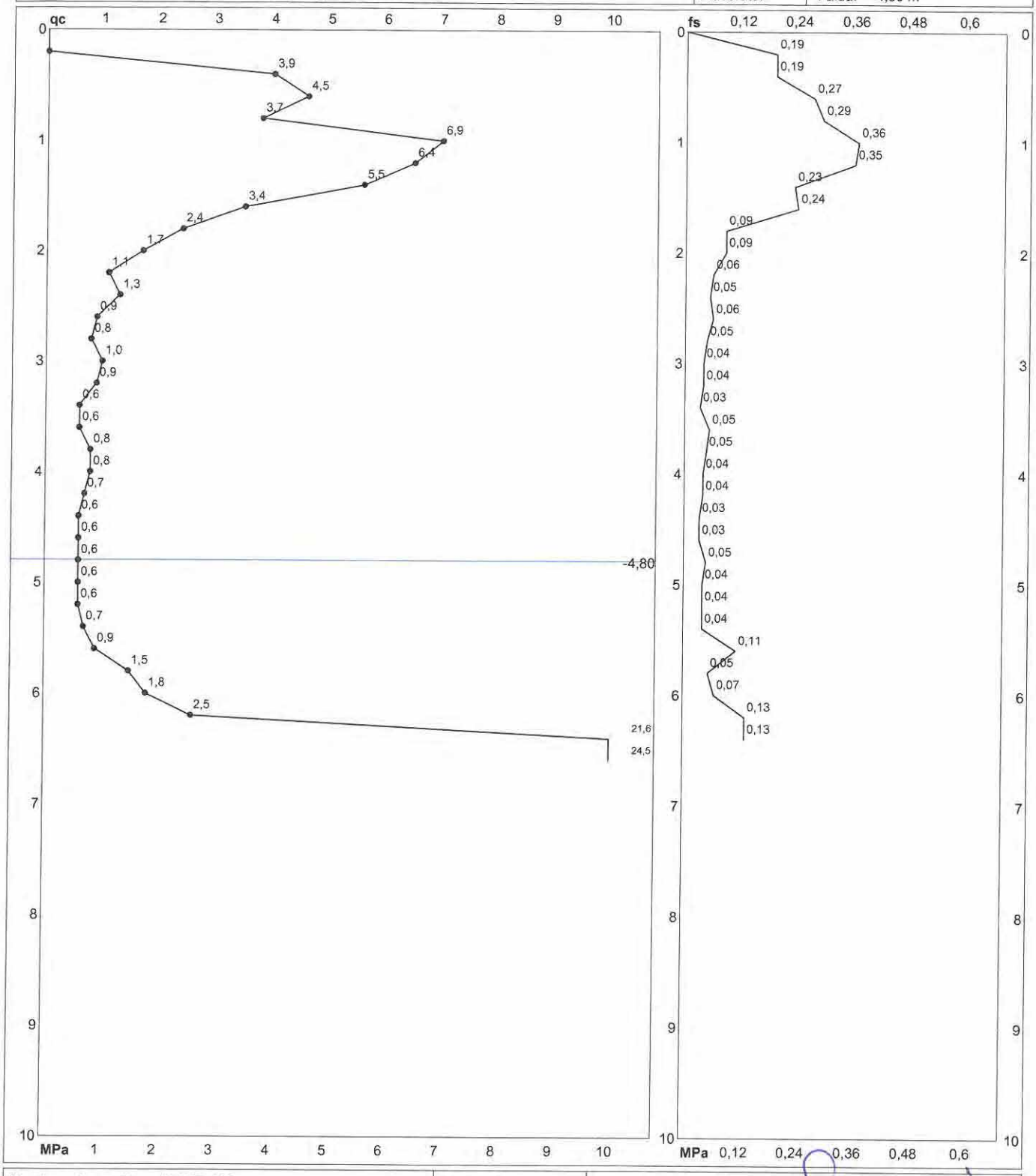
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

n°	1
certificato n°	02243
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.:	MPa	Data esec.:	12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´	Scala:	1:50	Data certificato:	13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina:	3/3	Preforo:	m
		Elaborato:		Falda:	-4,80 m



Penetrometro:	Pagani TG63-100	Quota inizio :	
Responsabile:	Dott. Geol. Salvatore Mucci	Corr.astine: kN/ml	Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci
Assistente:			Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: provepenetrometriche@alice.it
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

PROVA CPT N. 2

CERTIFICATO N. 02244

Verbale di Accettazione n. **0700 del 10/10/2011**

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23**

Cantiere: **Istituto per l'Agricoltura e l'Ambiente "L. Spallanzani"**

Data prova: **12/10/2011** Data emissione certificato: **13/10/2011**

Attrezzatura utilizzata

- Penetrometro statico Pagani TG 63-100 autoancorante, avente spinta massima pari a 100 kN, montato su sottocarro cingolato; il penetrometro è dotato di dispositivo idraulico di spinta che agisce alternativamente sulla batteria di aste interne ed esterne.
- Punta conica meccanica tipo "Begemann" avente le seguenti caratteristiche:
  - diametro ϕ 35,70 mm;
  - area punta 10 cm^2;
  - manicotto di attrito laterale avente diametro ϕ pari a 35,70 mm, h = 133 mm, area 150 cm^2;
- Batteria di aste esterne, cave, aventi diametro esterno pari a 36 mm, con alcuni anelli allargatori;
- Batteria di aste interne a sezione piena, diametro 0,5-1,0 mm minore del diametro interno delle aste cave
- Cella di carico mod. AEP TC4 (n. matricola: 701046) per la misura, alternativamente, del valore della resistenza alla punta, della resistenza laterale e della resistenza totale, sottoposta a taratura a cura del Politecnico di Milano in data 15/02/2011 (n. certificato SIT n. 150/2011).
- Software di elaborazione: "*Fondazio*" ver. 4.41 elaborato dallo Studio Merlin di Castelmassa (RO).

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Nel corso della prova sono state utilizzate n. 2 aste con allargatori.

Eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

La prova è stata eseguita conformemente alle seguenti norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si è reso necessaria l'esecuzione di prefori.

Nel corso della prova il penetrometro è stato ancorato al terreno per mezzo di n. 2 ancoraggi laterali.

Al termine della prova è stata rilevata acqua a -4.80 m dal p.c.

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure.

Incertezza associata alle misure: **12.6% per valori di qc – 15.6% per valori di fs**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

IL DIRETTORE	IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari	Dott. Geol. Salvatore Mucci

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

n°	2
certificato n°	02244
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.: MPa	Data esec.: 12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´		Data certificato: 13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina: 2/3	Preforo: m
		Elaborato:	Falda: -4,80 m

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %
0,20	0,0	0,0		0,0	137,20	0	
0,40	57,0	78,0		5,6	183,26	30	3,3
0,60	47,0	75,0		4,6	294,00	16	6,4
0,80	62,0	107,0		6,1	104,86	58	1,7
1,00	90,0	106,0		8,8	575,26	15	6,5
1,20	92,0	180,0		9,0	600,74	15	6,7
1,40	88,0	180,0		8,6	326,34	26	3,8
1,60	50,0	100,0		4,9	359,66	14	7,3
1,80	65,0	120,0		6,4	424,34	15	6,7
2,00	55,0	120,0		5,4	345,94	16	6,4
2,20	43,0	96,0		4,2	202,86	21	4,8
2,40	35,0	66,0		3,4	208,74	16	6,1
2,60	26,0	58,0		2,5	98,00	26	3,8
2,80	13,0	28,0		1,3	85,26	15	6,7
3,00	13,0	26,0		1,3	58,80	22	4,6
3,20	9,0	18,0		0,9	51,94	17	5,9
3,40	7,0	15,0		0,7	58,80	12	8,6
3,60	8,0	17,0		0,8	39,20	20	5,0
3,80	8,0	14,0		0,8	46,06	17	5,9
4,00	7,0	14,0		0,7	26,46	26	3,9
4,20	7,0	11,0		0,7	39,20	18	5,7
4,40	7,0	13,0		0,7	46,06	15	6,7
4,60	9,0	16,0		0,9	51,94	17	5,9
4,80	7,0	15,0		0,7	39,20	18	5,7
5,00	6,0	12,0		0,6	39,20	15	6,7
5,20	8,0	14,0		0,8	51,94	15	6,6
5,40	8,0	16,0		0,8	65,66	12	8,4
5,60	10,0	20,0		1,0	58,80	17	6,0
5,80	7,0	16,0		0,7	46,06	15	6,7
6,00	9,0	16,0		0,9	71,54	12	8,1
6,20	9,0	20,0		0,9	130,34	7	14,8
6,40	200,0	220,0		19,6	130,34	150	0,7
6,60	180,0	200,0		17,6			

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata 0.20 m sopra quota qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Fr = rapporto Schmertmann (fs / qc)

Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci

Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

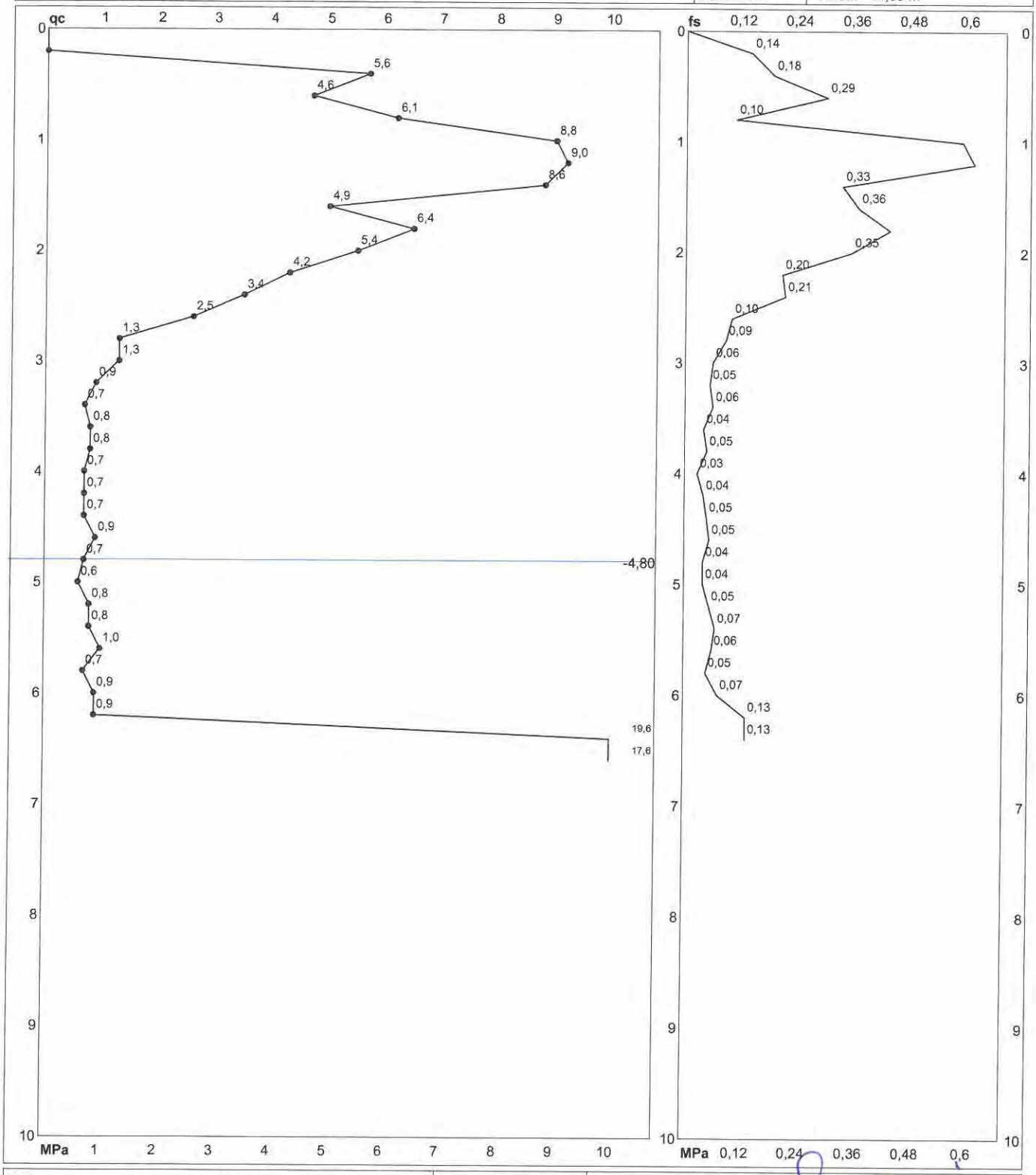
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

n°	2
certificato n°	02244
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.:	MPa	Data esec.:	12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´	Scala:	1:50	Data certificato:	13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina:	3/3	Preforo:	m
		Elaborato:		Falda:	-4,80 m



Penetrometro:	Pagani TG63-100	Quota inizio :	
Responsabile:	Dott. Geol. Salvatore Mucci	Corr.astine: kN/ml	Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci
Assistente:			Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA
FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
Pagani TG63-100 -

Caratteristiche:

- punta conica meccanica Ø 35.7 mm, area punta Ap = 10 cm²
- punta conica meccanica angolo di apertura: α = 60°
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø = 35.7 mm - h = 133 mm - Am = 150 cm²)
- velocità di avanzamento costante V = 2 cm/sec (± 0,5 cm / sec)
- spinta max nominale dello strumento Smax variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione CT = SPINTA (Kg) / LETTURA DI CAMPAGNA
  (dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: qc (MPa) = (L1) x CT /10

fase 2 - resistenza laterale locale: fs (kPa) = [(L2) - (L1)] x CT / 150

fase 3 - resistenza totale : Rt (kPa) = (Lt) x CT

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale fs viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N ≈ 100 kg = 0,1 t
1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N ≈ 100 t
1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa ≈ 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²
1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa ≈ 100 t/m² = 10 kg/cm²
1 kg/cm² = 10 t/m² ≈ 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa
1 t = 1000 kg ≈ 10 kN

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

MASSA BATTENTE	M	= 63,50 kg	
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	= 0,75 m	
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms	= 30,00 kg	
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	= 50,50 mm	
AREA BASE PUNTA CONICA	A	= 0,0020 m²	
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	= 90 °	
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	= 1,00 m	
MASSA ASTE PER METRO	Ma	= 8,00 kg	
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	= 0,80 m	
AVANZAMENTO PUNTA	δ	= 0,20 m	
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	= N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm	
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO		
RENDIMENTO SPECIFICO x COLPO	Q	= (MH)/(Aδ) = 1,17 MPa	(prova SPT : Qspt = 0,77 MPa)
COEFF.TEORICO RENDIMENTO	βt	= Q/Qspt = 1,521	(teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$\mathbf{Rpd = M^2 H / [A\, e\, (M+P)] = M^2 H N / [A\, \delta\, (M+P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = massa battente (altezza caduta H)
P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm² = 0.098067 MPa =~ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Rapporto di prova n°: R02792

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : Provincia di Modena
- lavoro : Ist. Agricoltura e Ambiente "L. Spallanzani"
- località : Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23
- sperimentatore : Dott. Geol. Salvatore Mucci
- note :

- data prova : 12/10/2011
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : 4,00 m da quota inizio
- data emiss. : 13/10/2011
- pagina n°: 1/2

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	11	8,0	1	3,80 - 4,00	2	1,1	5
0,20 - 0,40	12	8,8	1	4,00 - 4,20	1	0,6	5
0,40 - 0,60	9	6,6	1	4,20 - 4,40	2	1,1	5
0,60 - 0,80	10	7,3	1	4,40 - 4,60	2	1,1	5
0,80 - 1,00	9	6,1	2	4,60 - 4,80	2	1,1	5
1,00 - 1,20	8	5,4	2	4,80 - 5,00	2	1,0	6
1,20 - 1,40	6	4,1	2	5,00 - 5,20	3	1,6	6
1,40 - 1,60	6	4,1	2	5,20 - 5,40	3	1,6	6
1,60 - 1,80	5	3,4	2	5,40 - 5,60	3	1,6	6
1,80 - 2,00	3	1,9	3	5,60 - 5,80	3	1,6	6
2,00 - 2,20	3	1,9	3	5,80 - 6,00	8	4,0	7
2,20 - 2,40	2	1,3	3	6,00 - 6,20	17	8,4	7
2,40 - 2,60	2	1,3	3	6,20 - 6,40	10	5,0	7
2,60 - 2,80	1	0,6	3	6,40 - 6,60	9	4,5	7
2,80 - 3,00	2	1,2	4	6,60 - 6,80	9	4,5	7
3,00 - 3,20	1	0,6	4	6,80 - 7,00	19	8,9	8
3,20 - 3,40	2	1,2	4	7,00 - 7,20	30	14,1	8
3,40 - 3,60	1	0,6	4	7,20 - 7,40	27	12,7	8
3,60 - 3,80	1	0,6	4				

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **0,0020** m² - D(diam. punta)= **50,50 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Rapporto di prova n°: R02792

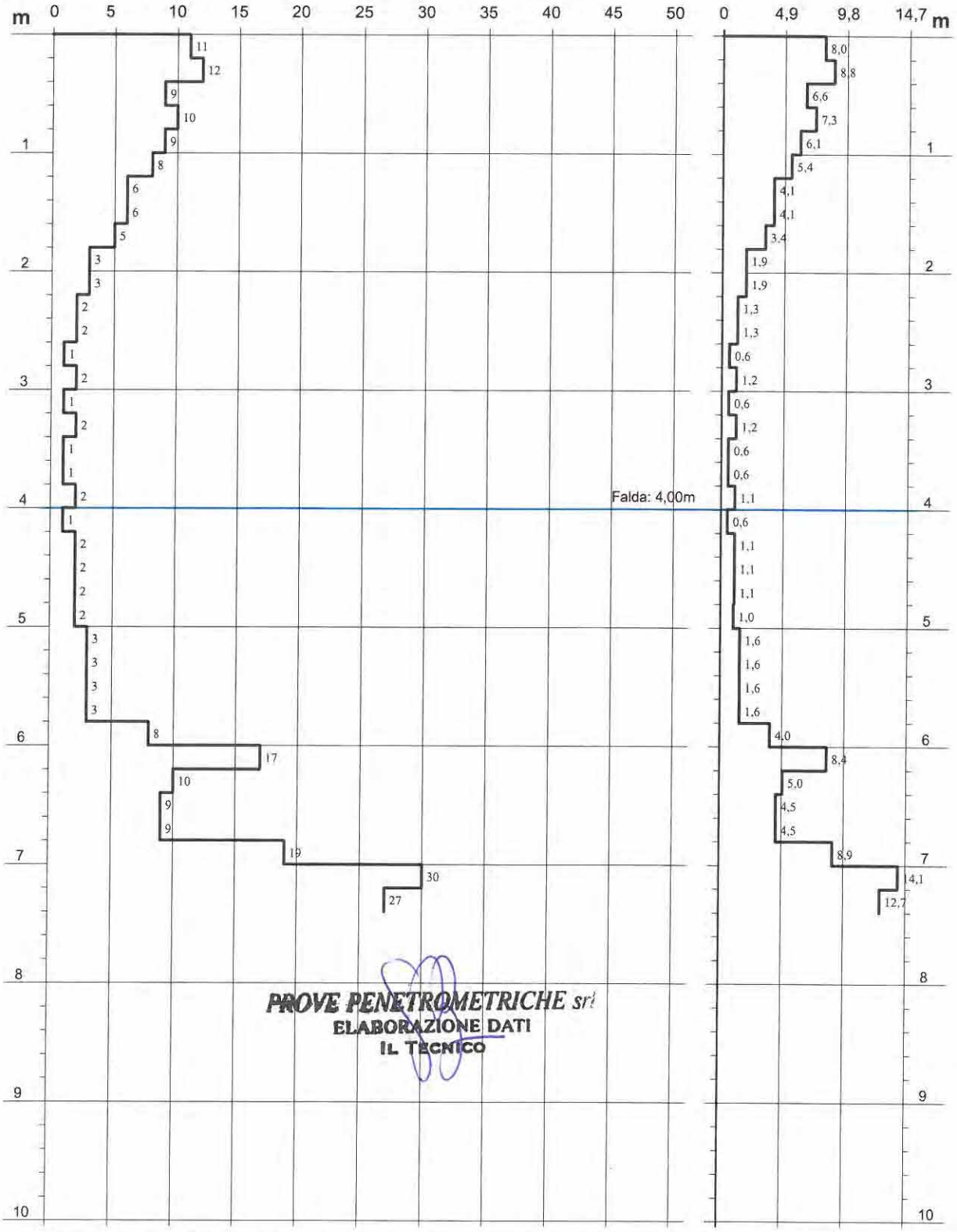
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente : Provincia di Modena
- lavoro : Ist. Agricoltura e Ambiente "L. Spallanzani"
- località : Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23
- sperimentatore : Dott. Geol. Salvatore Mucci
- note :

- data prova : 12/10/2011
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : 4,00 m da quota inizio
- data emiss. : 13/10/2011
- pagina n°: 2/2

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 0,20 m

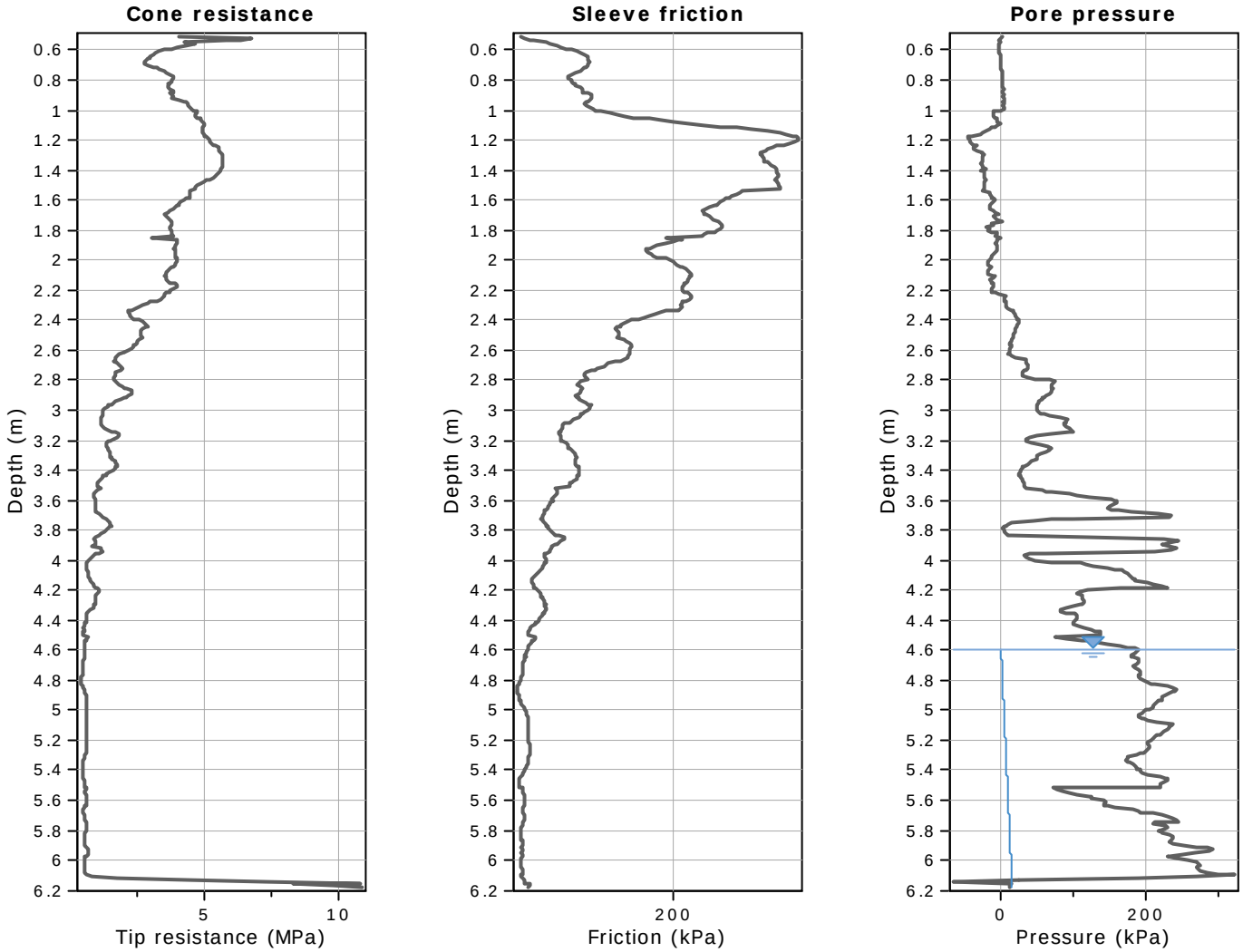


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

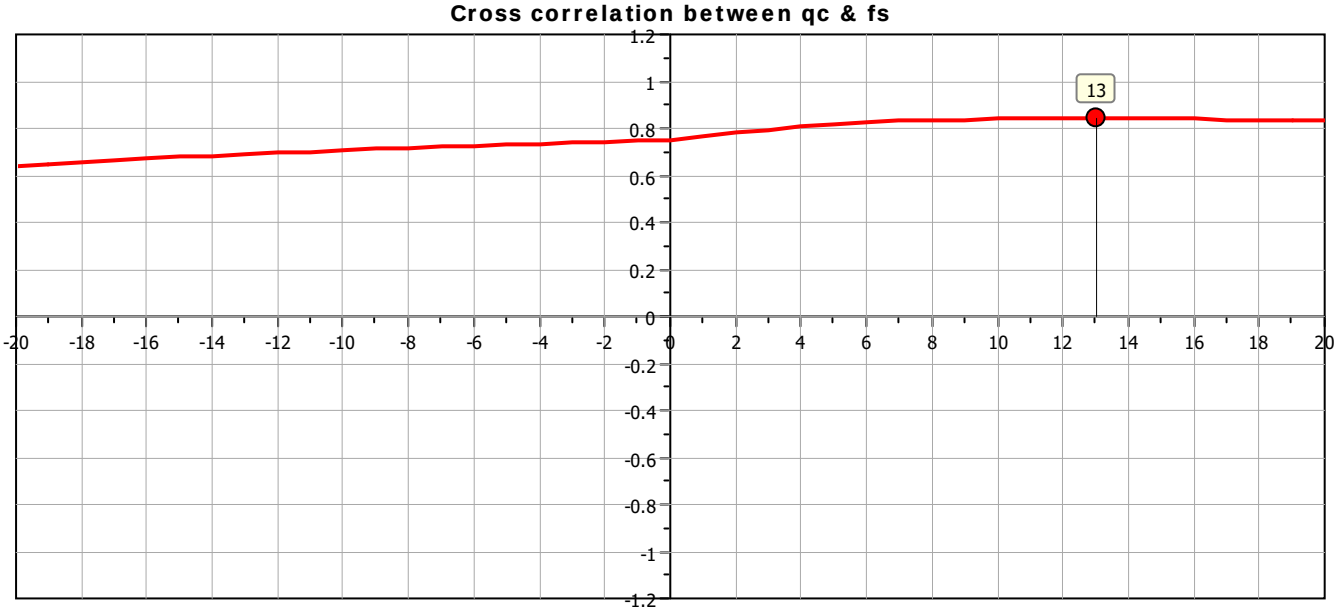
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1 - r08680
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).



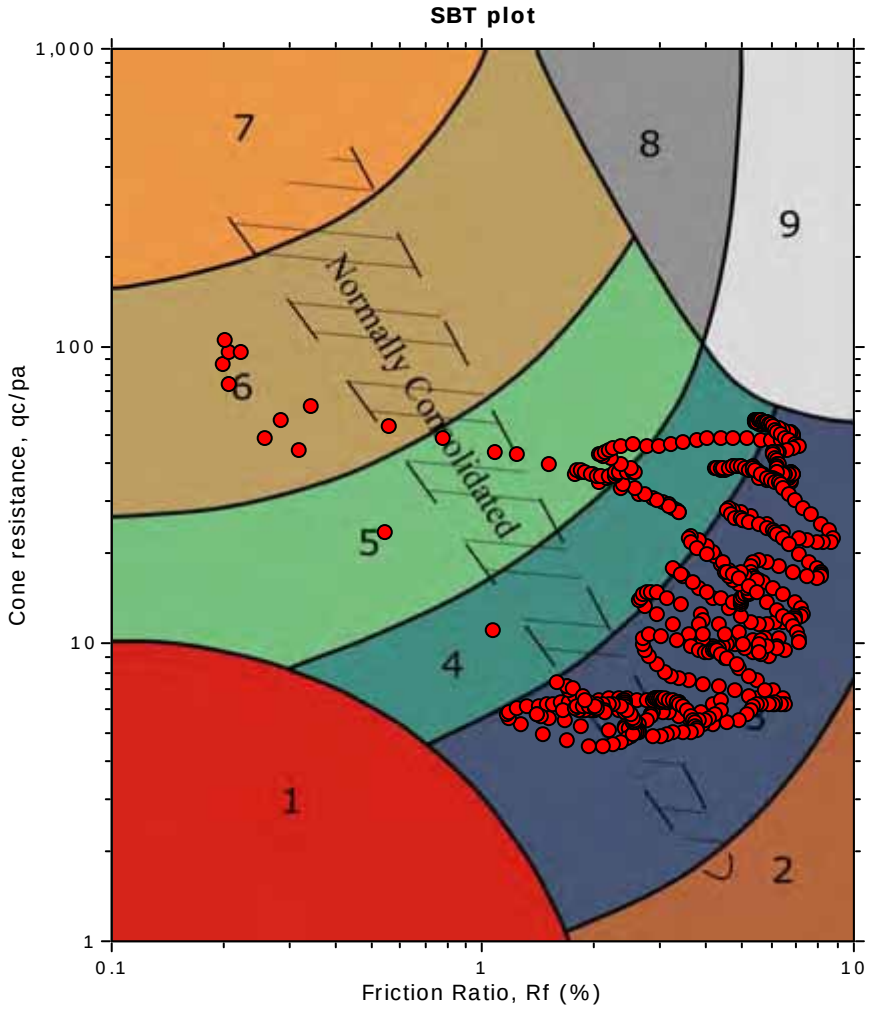
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

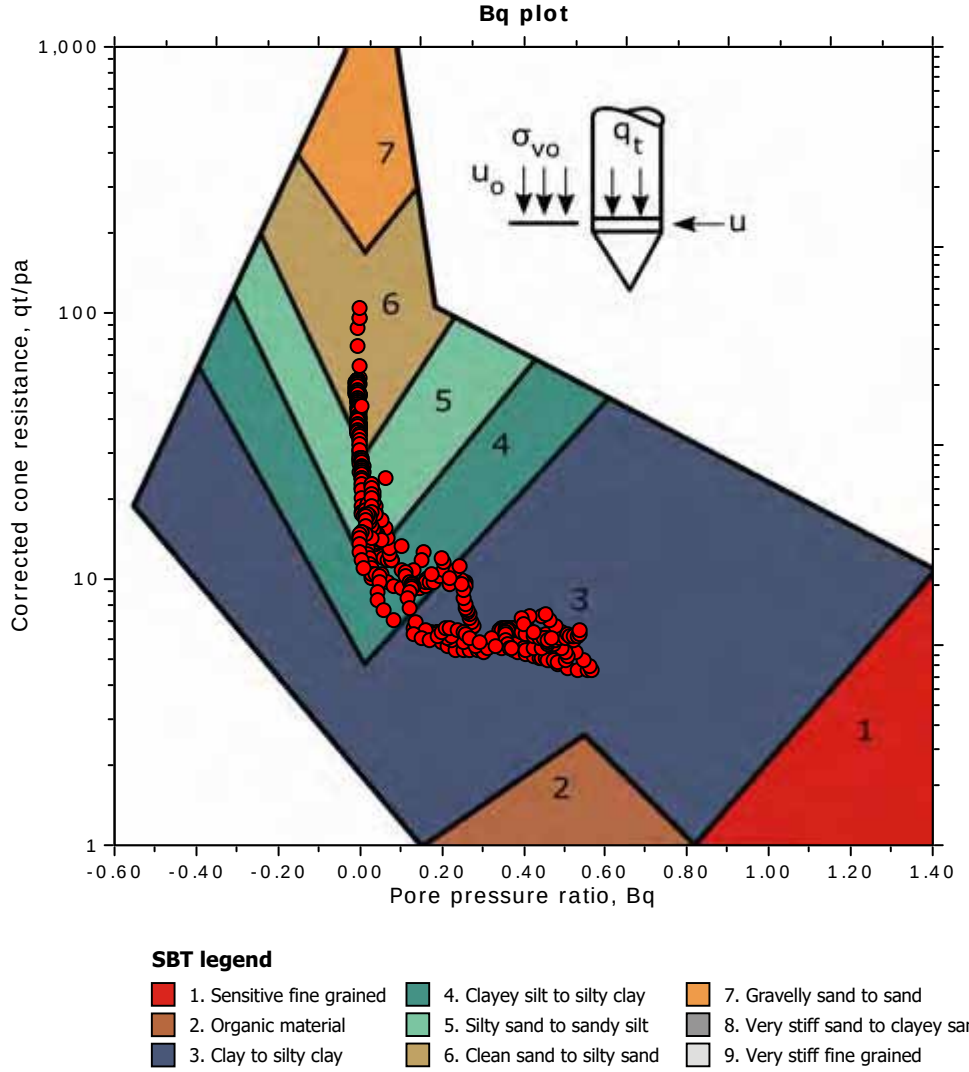
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots





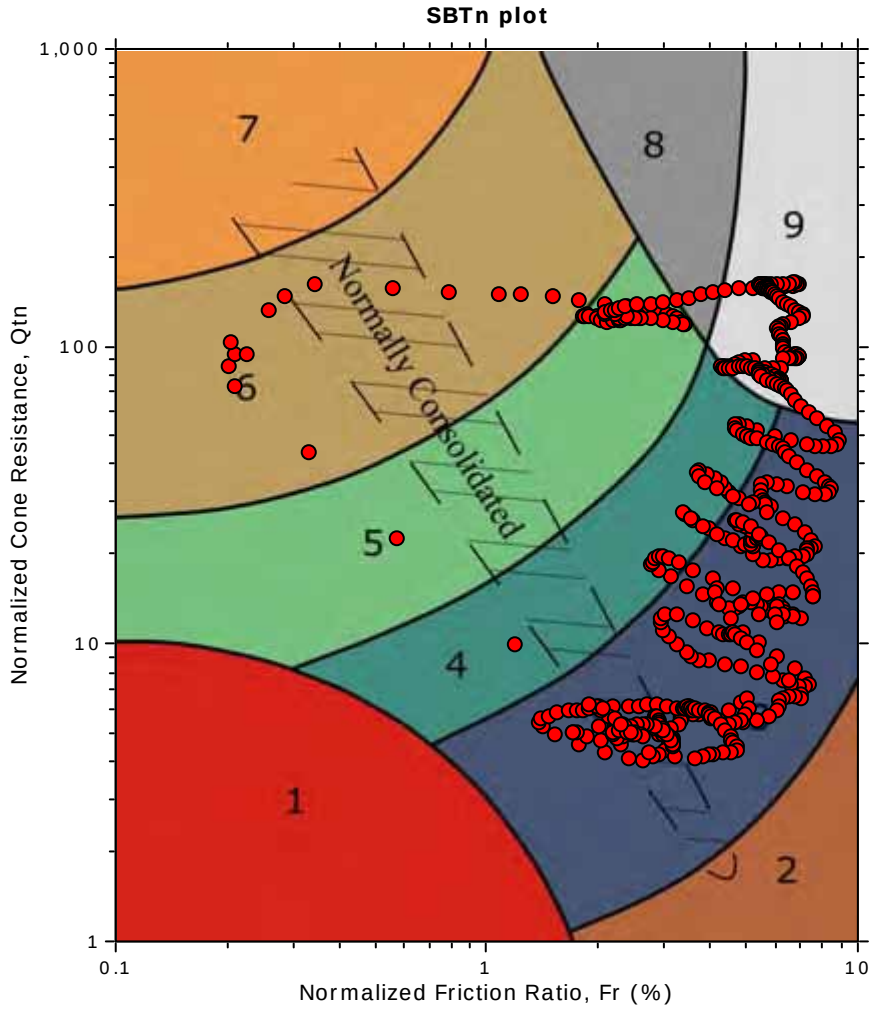
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

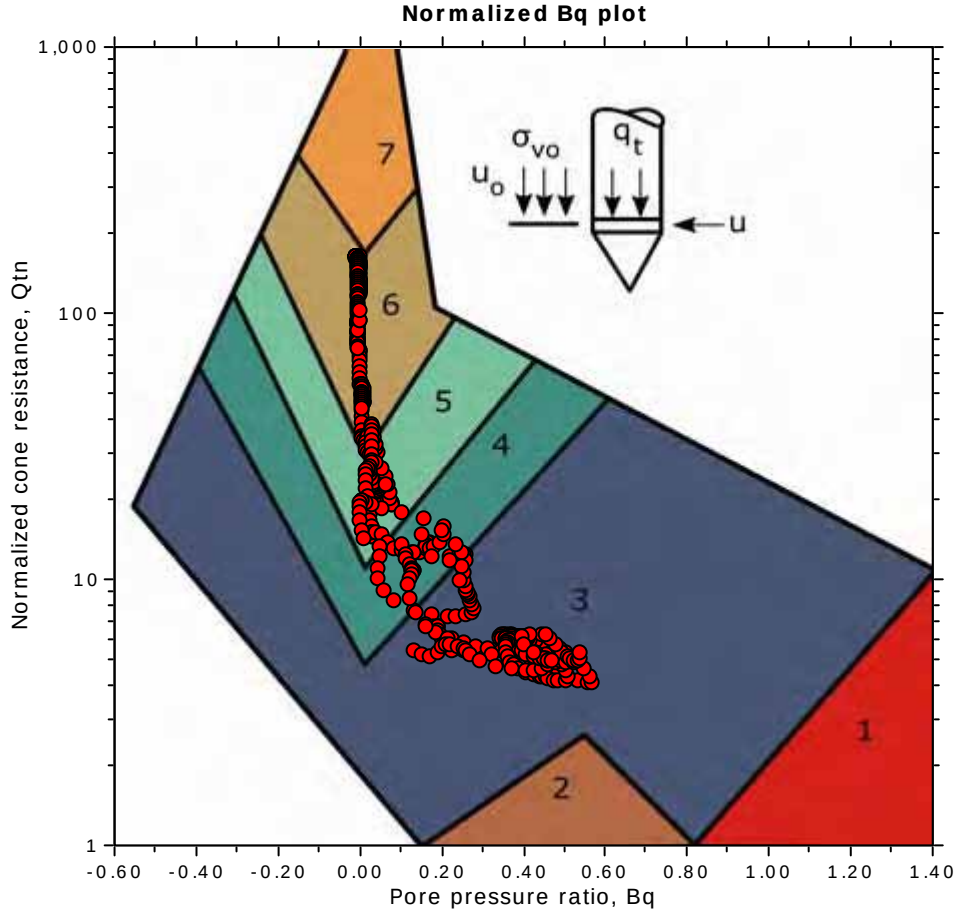
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots (normalized)





SBTn legend

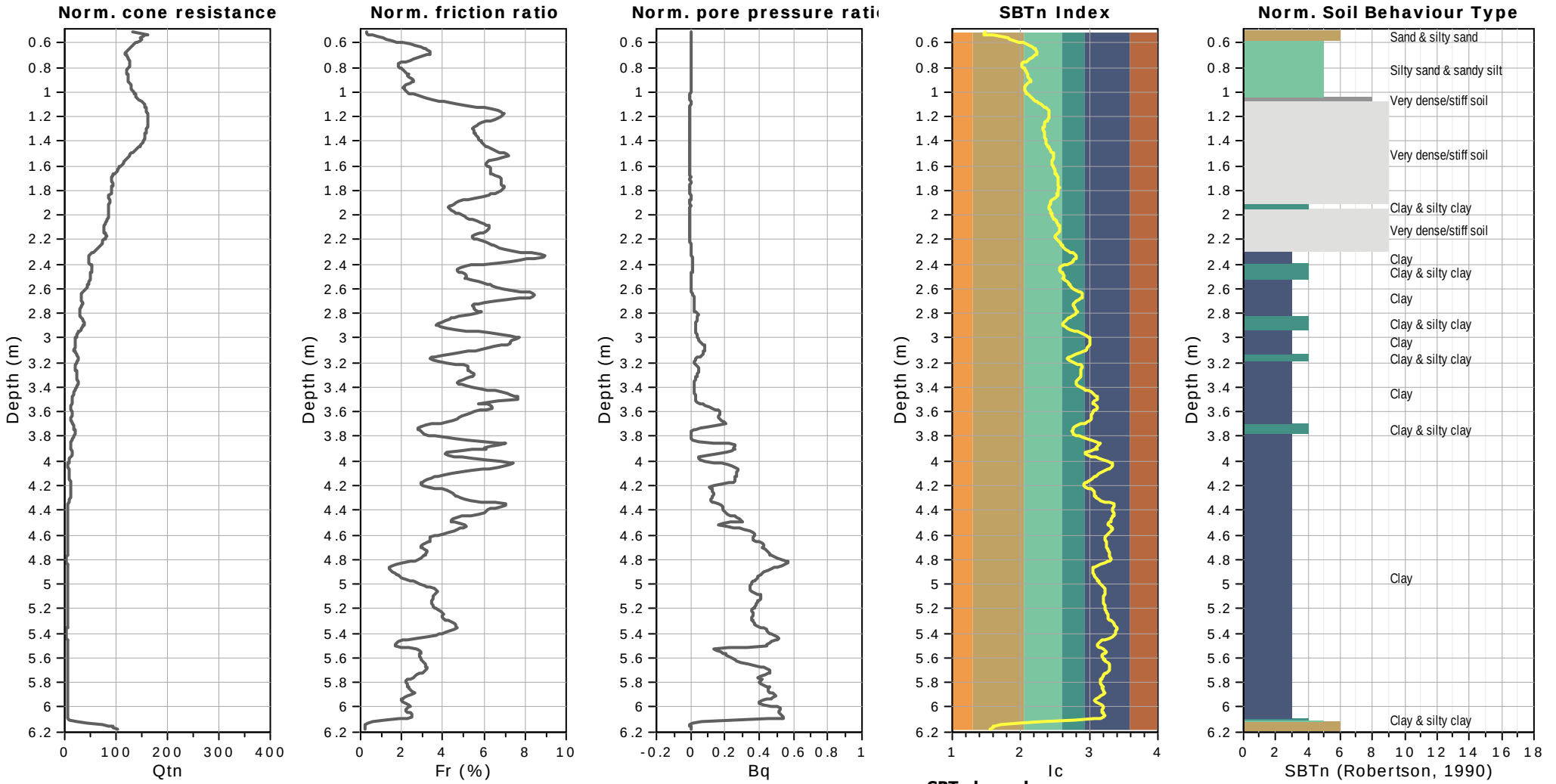
- 1. Sensitive fine grained
- 2. Organic material
- 3. Clay to silty clay
- 4. Clayey silt to silty clay
- 5. Silty sand to sandy silt
- 6. Clean sand to silty sand
- 7. Gravelly sand to sand
- 8. Very stiff sand to clayey sand
- 9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



SBTn legend

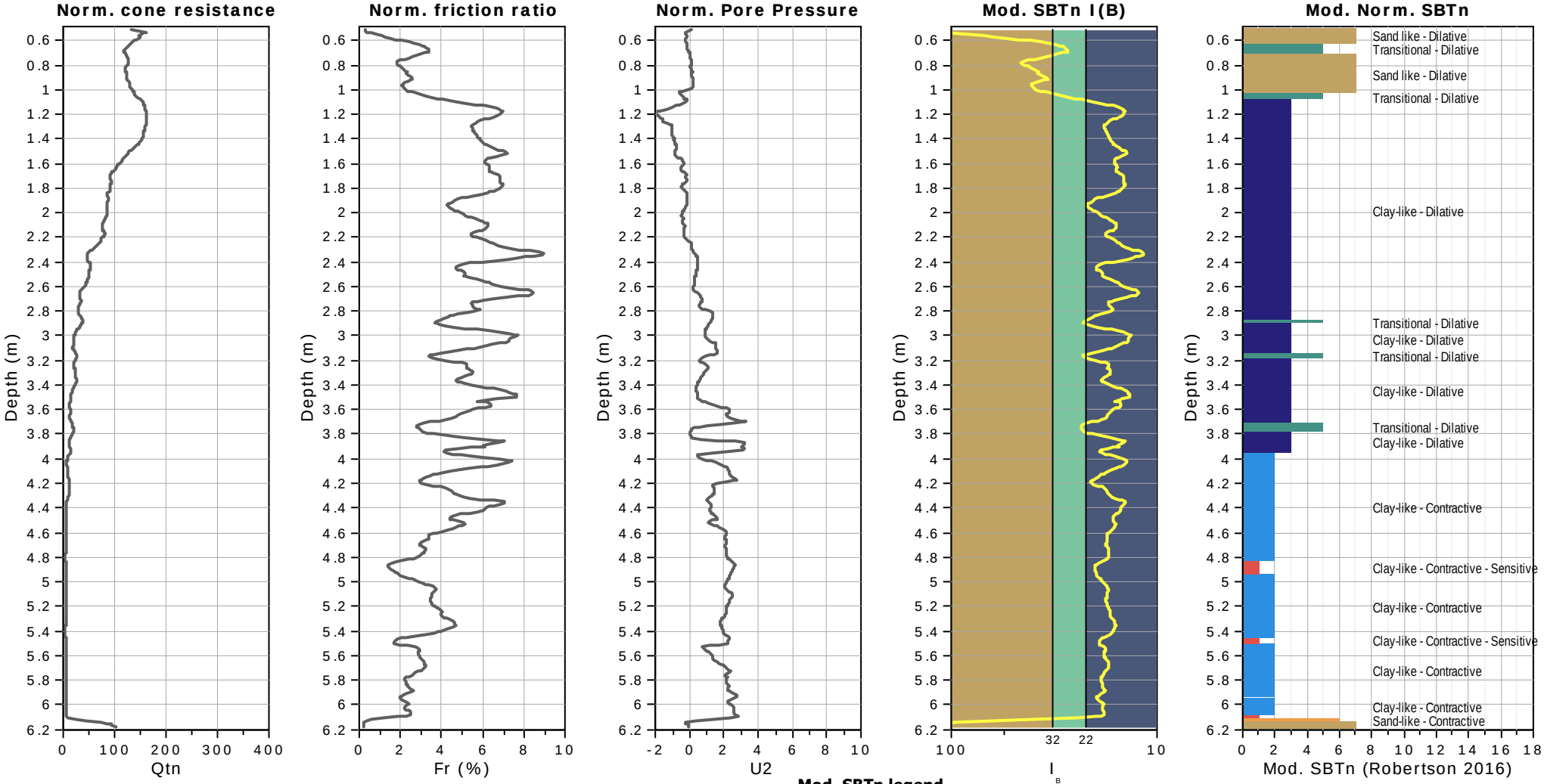
1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravely sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Mod. SBTn legend

1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
2. CC: Clay-like - Contractive
3. CD: Clay-Like: Dilative
4. TC: Transitional - Contractive
5. TD: Transitional - Dilative
6. SC: Sand-like - Contractive
7. SD: Sand-like - Dilative

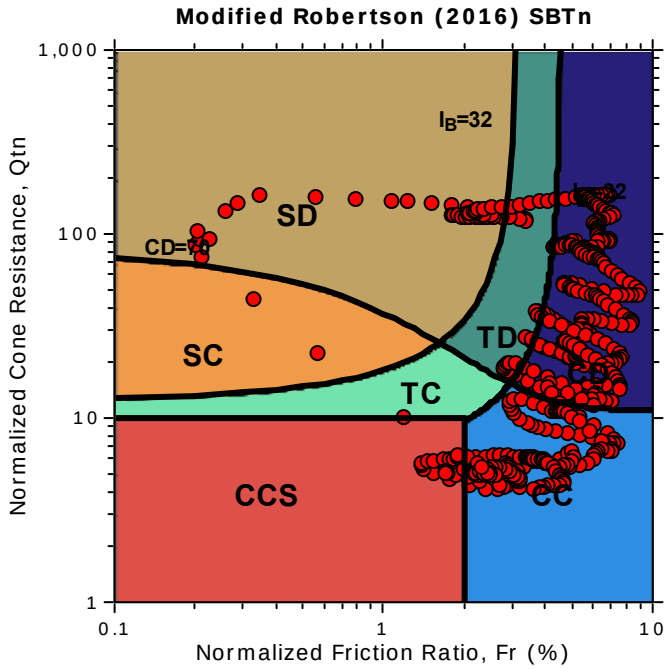
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

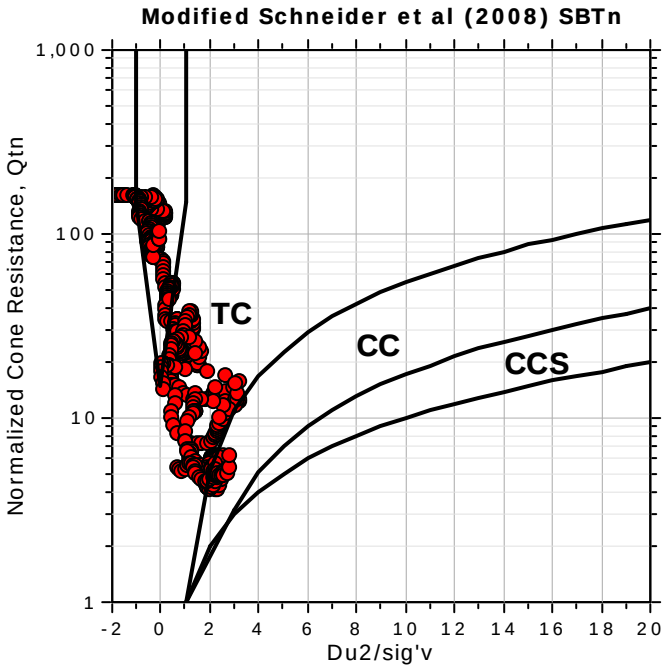
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

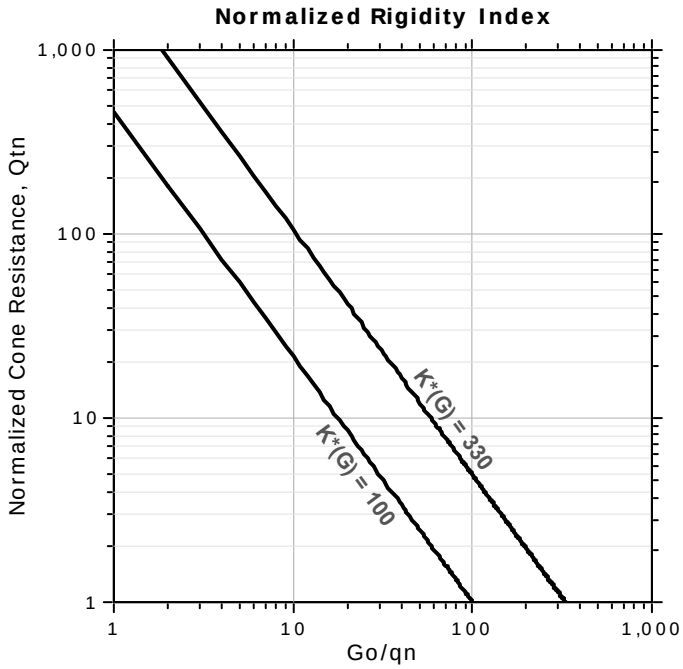
CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

Updated SBTn plots







CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

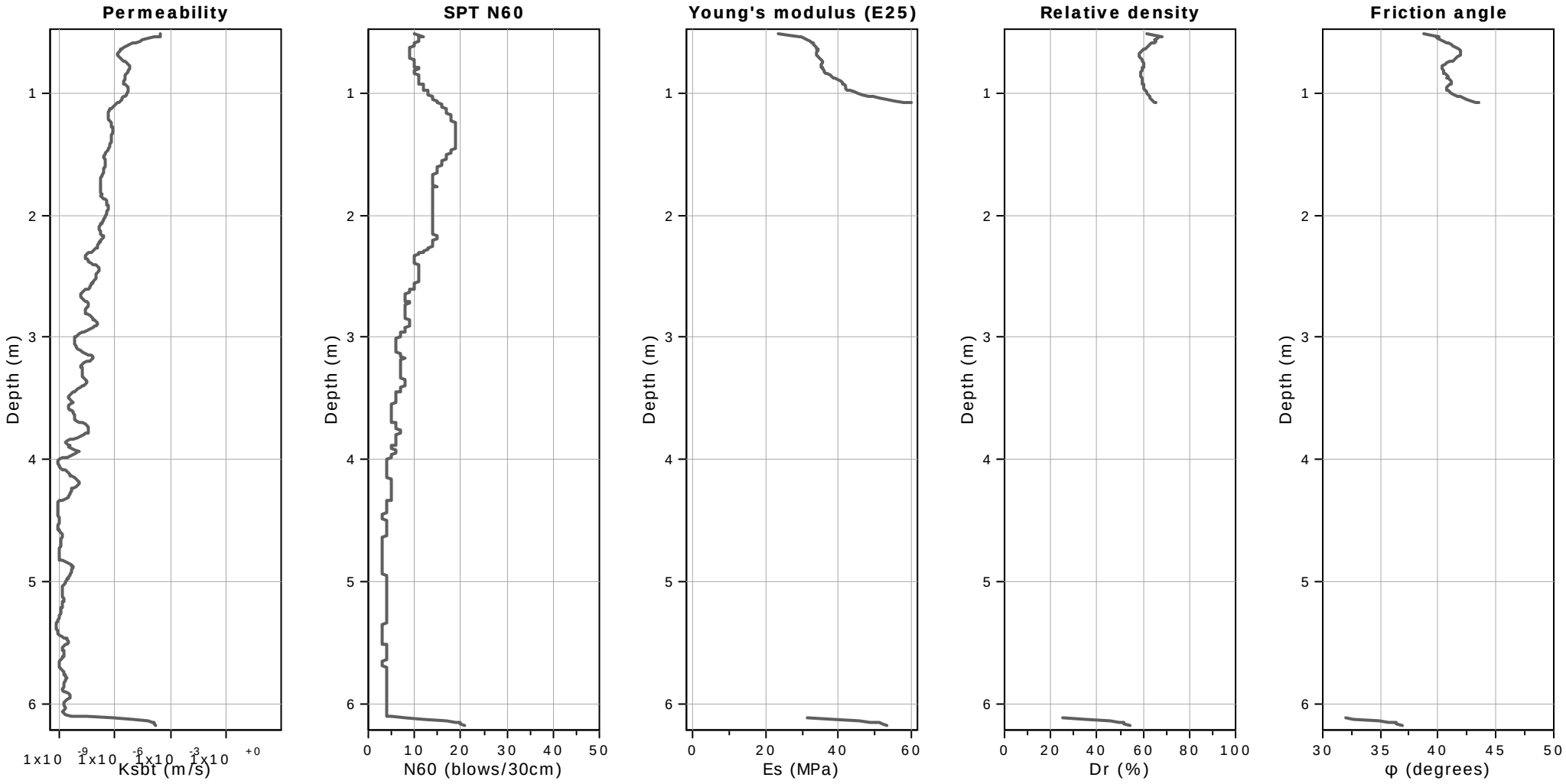
K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

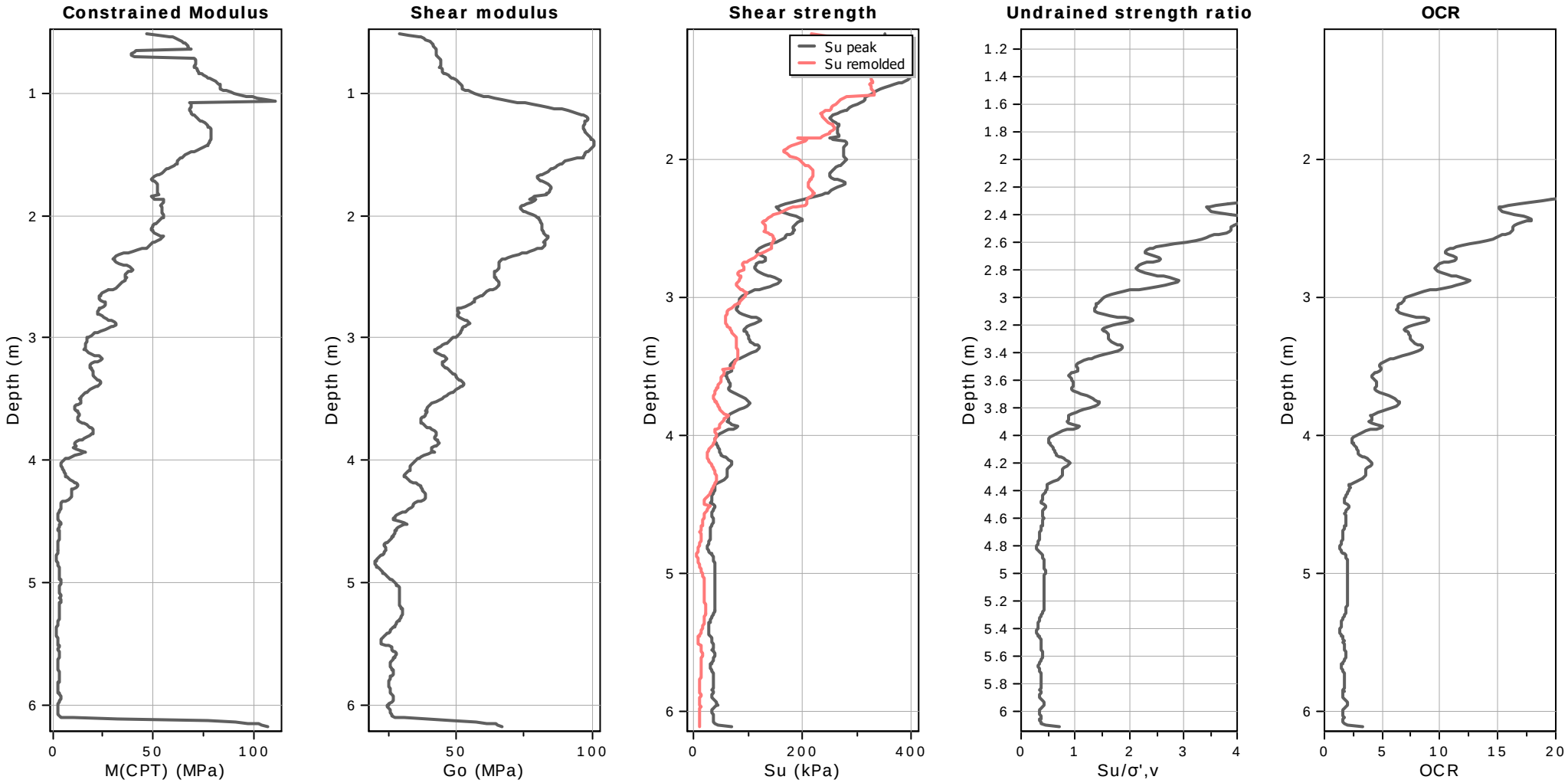
Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)
User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

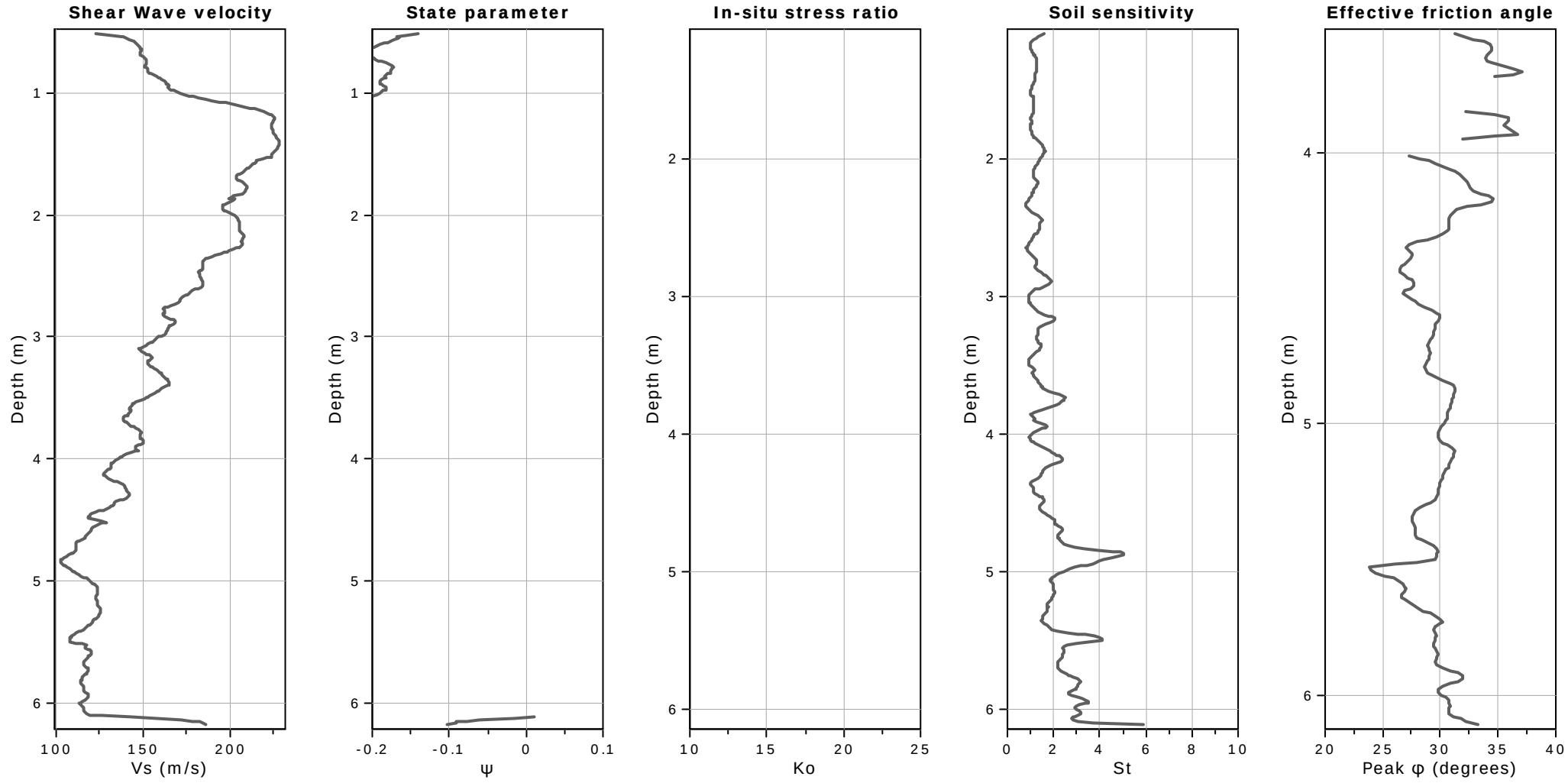
Constrained modulus: Based on variable *alpha* using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable *alpha* using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: 14
OCR factor for clays, N_{kt}: 0.33
User defined estimation data
Flat Dilatometer Test data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 7.00

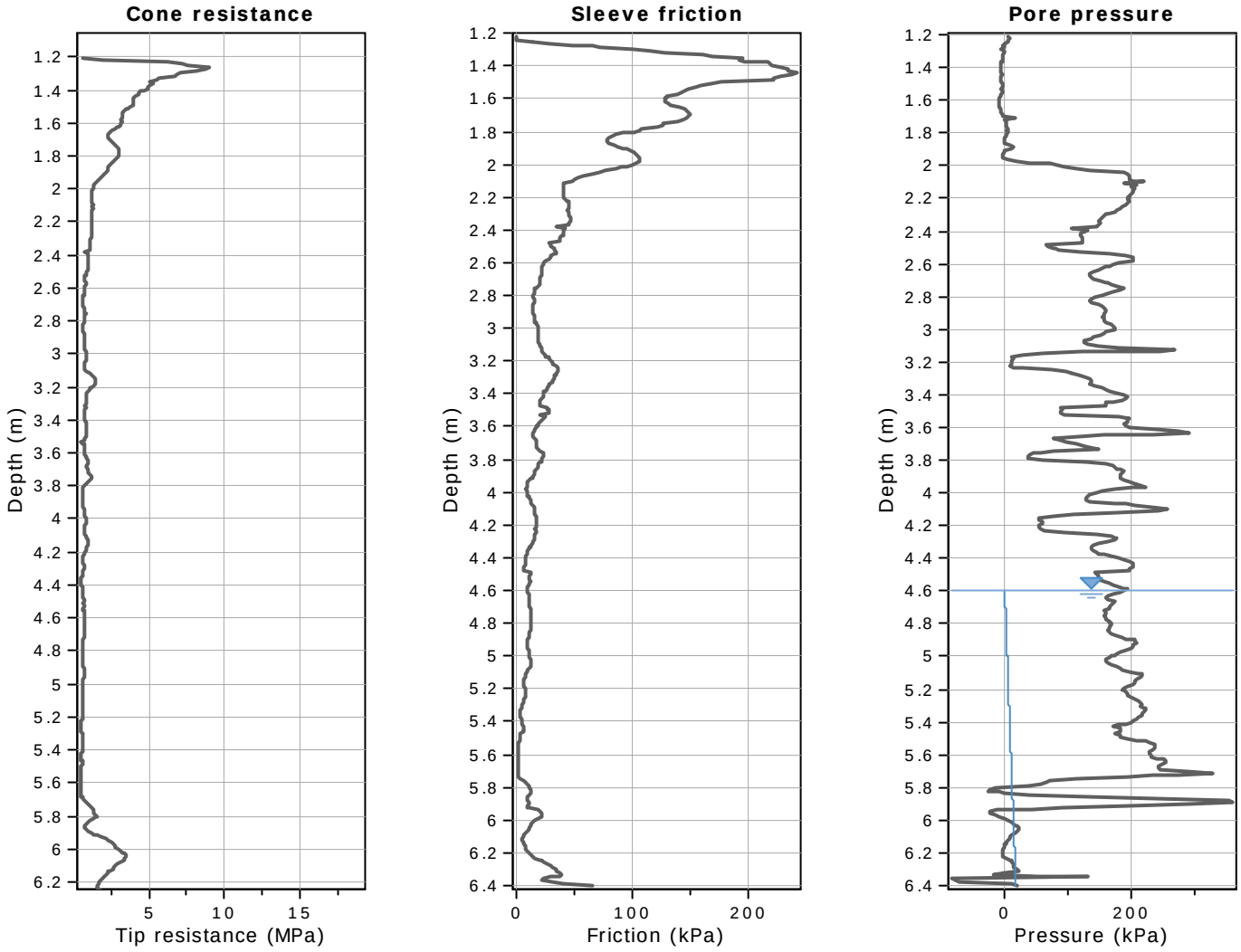
User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

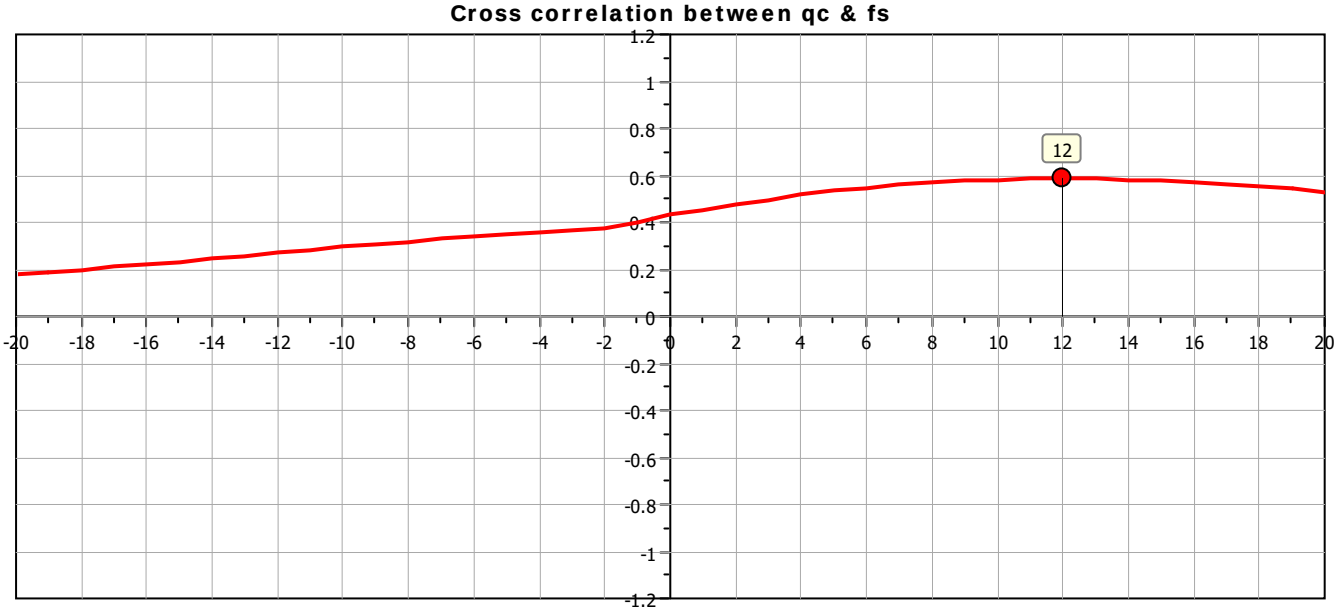
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2 r08681
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).



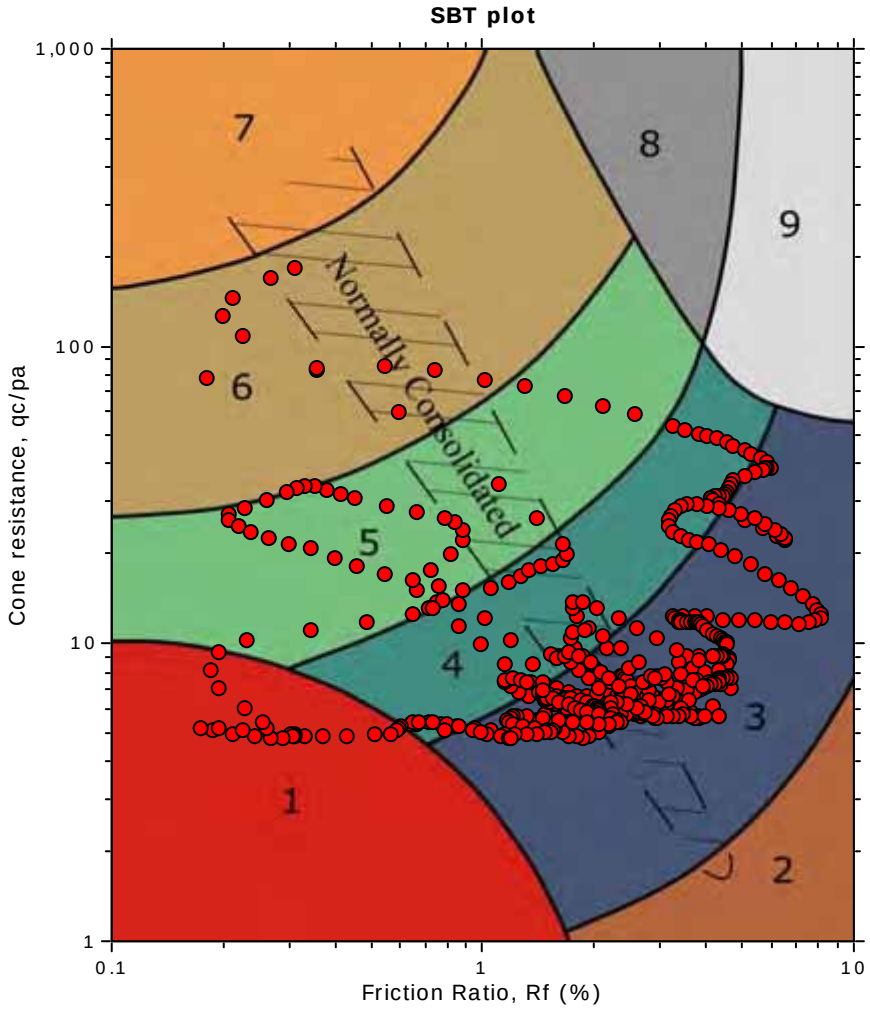
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

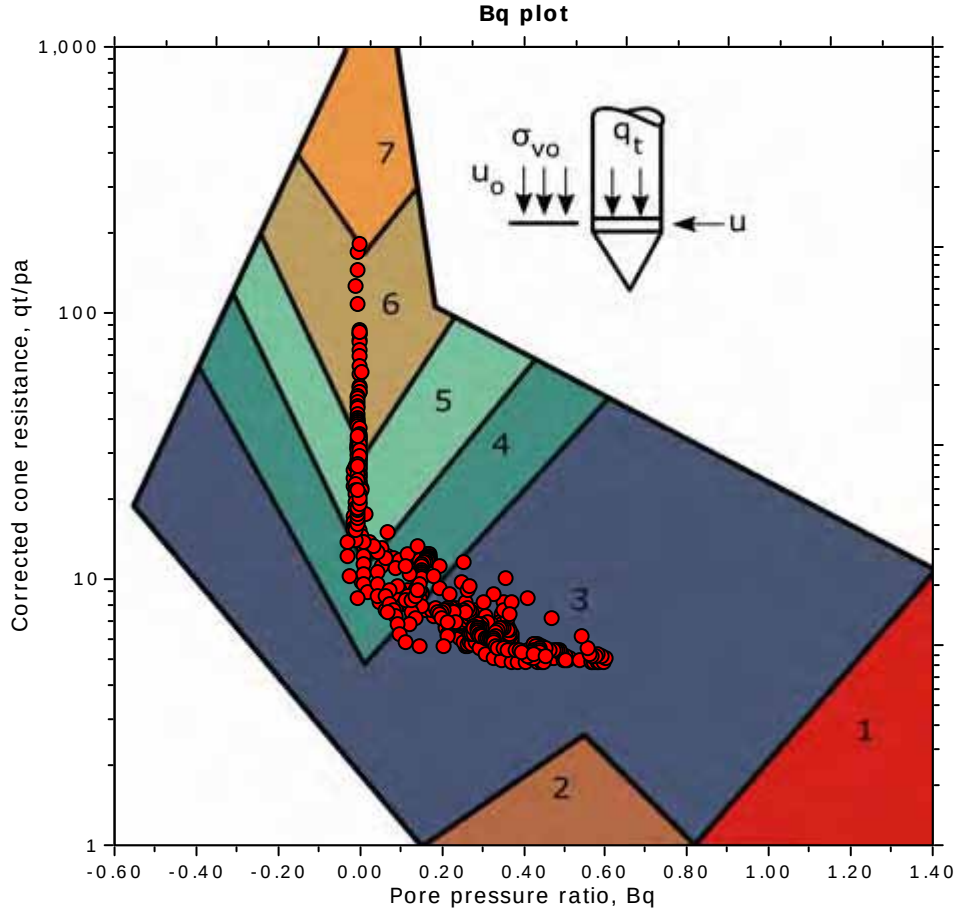
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots





SBT legend

1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravelly sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

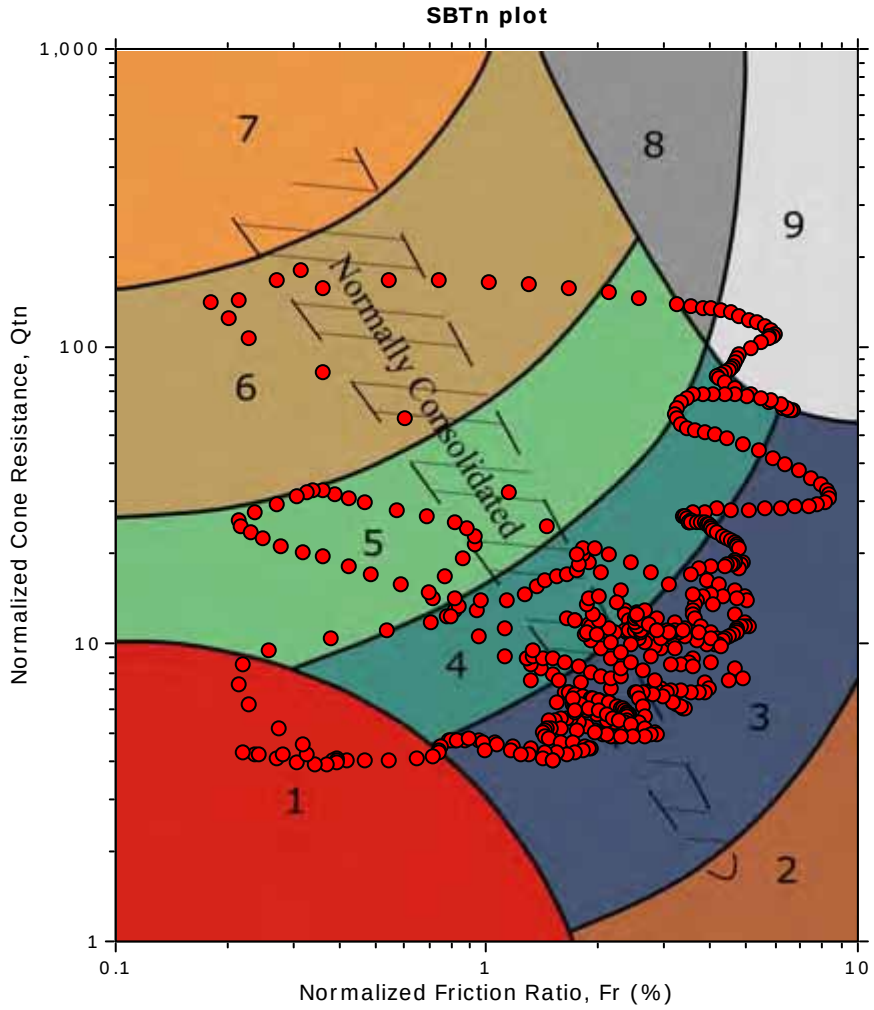
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

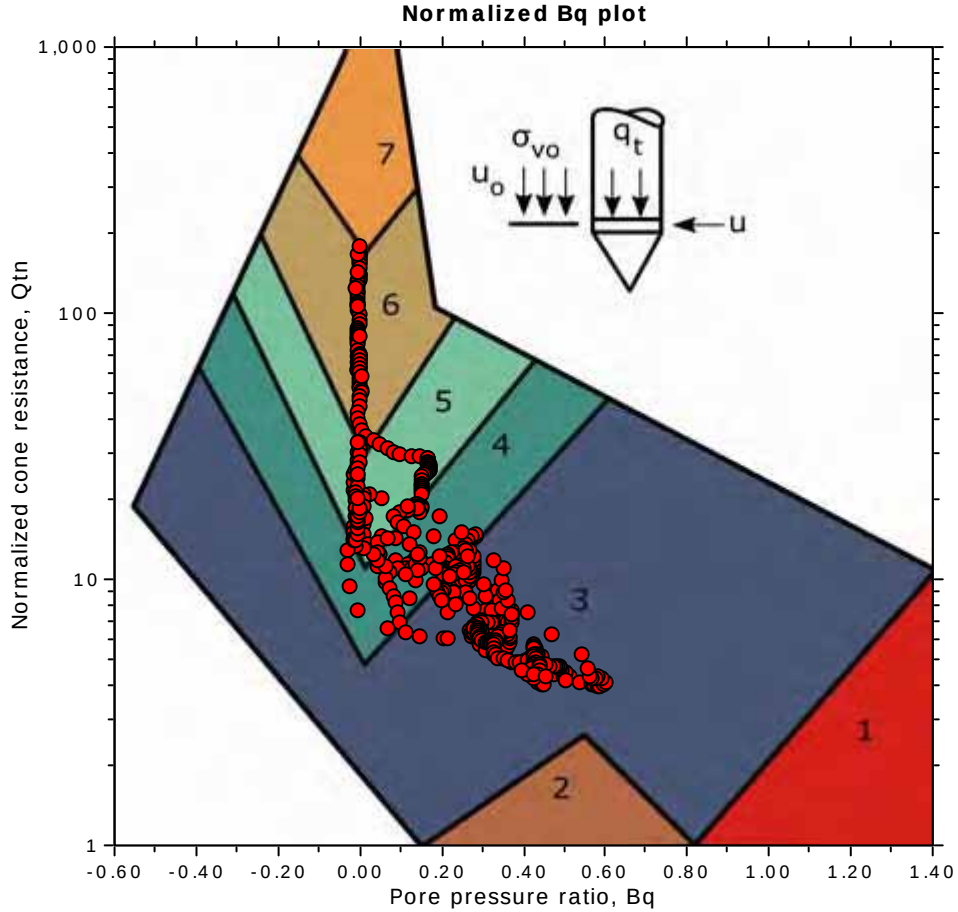
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots (normalized)





SBTn legend

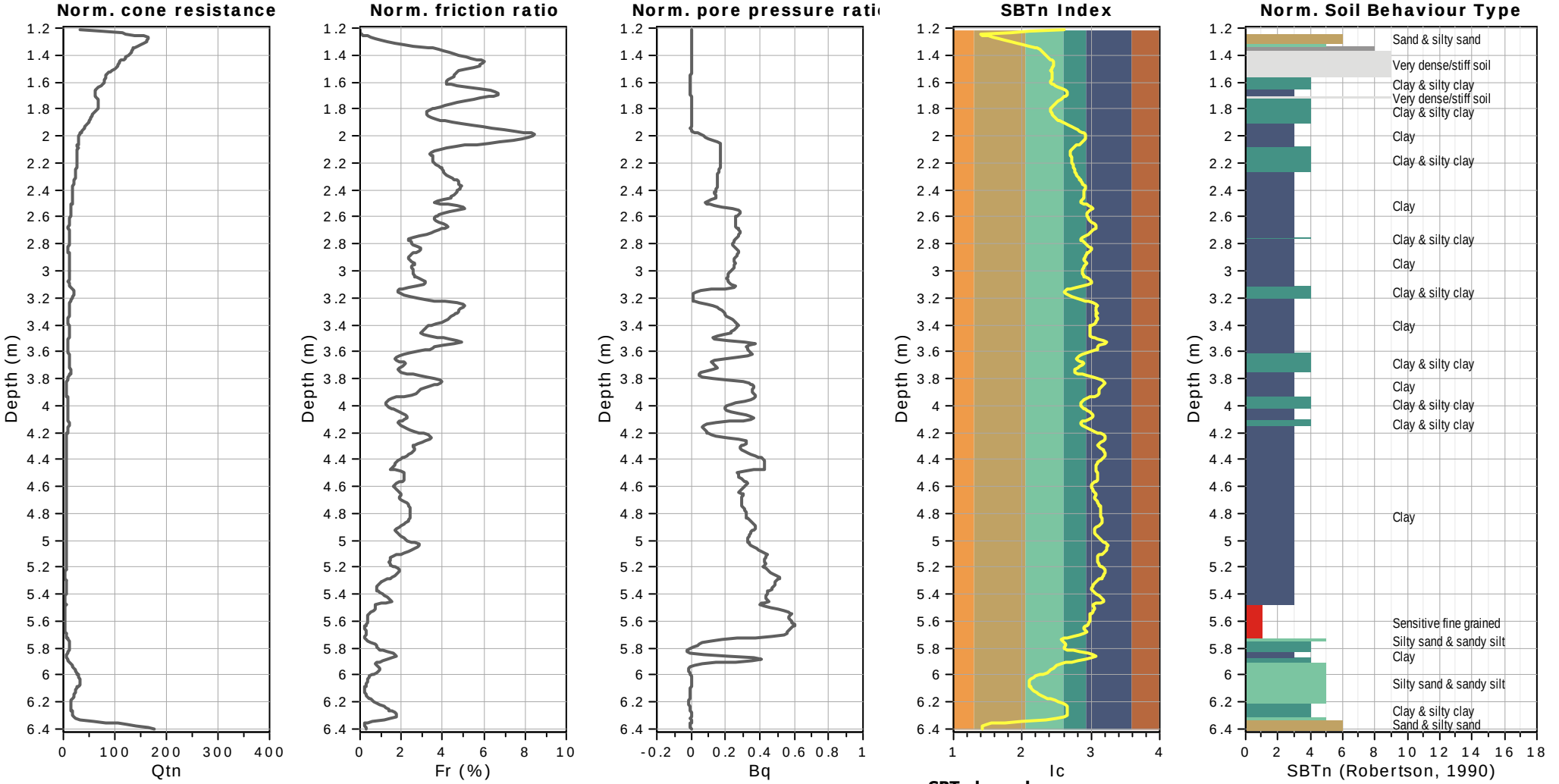
- 1. Sensitive fine grained
- 2. Organic material
- 3. Clay to silty clay
- 4. Clayey silt to silty clay
- 5. Silty sand to sandy silt
- 6. Clean sand to silty sand
- 7. Gravelly sand to sand
- 8. Very stiff sand to clayey sand
- 9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



SBTn legend

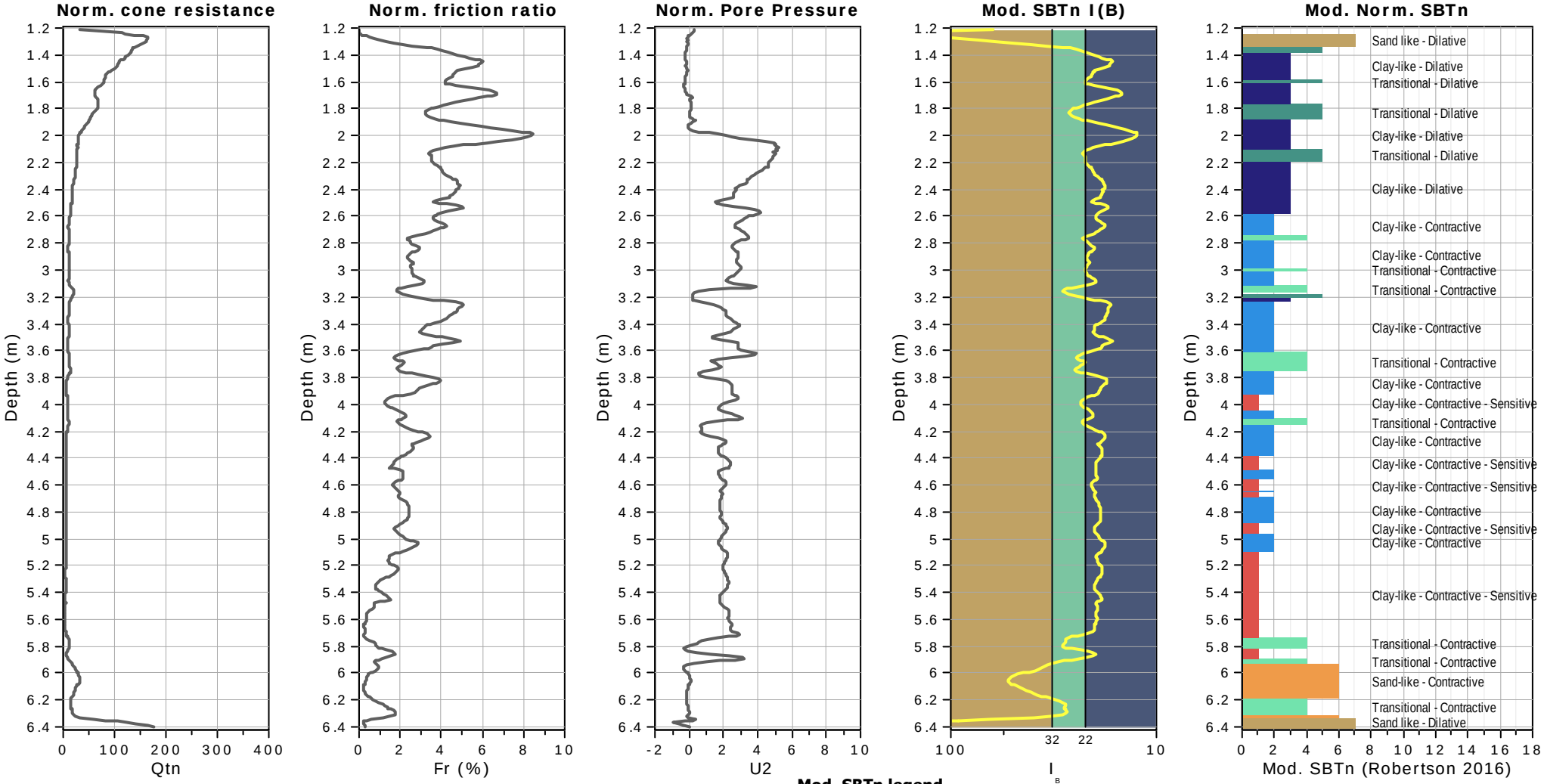
1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravely sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Mod. SBTn legend

1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
2. CC: Clay-like - Contractive
3. CD: Clay-Like: Dilative
4. TC: Transitional - Contractive
5. TD: Transitional - Dilative
6. SC: Sand-like - Contractive
7. SD: Sand-like - Dilative

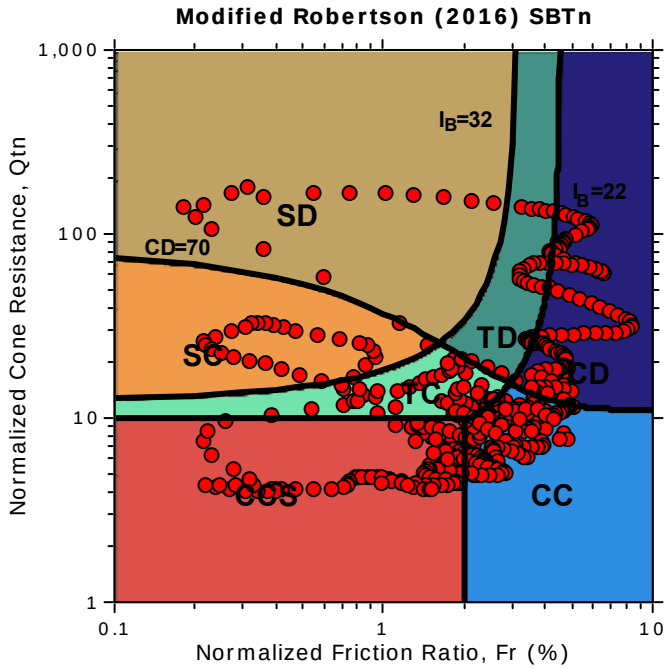
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

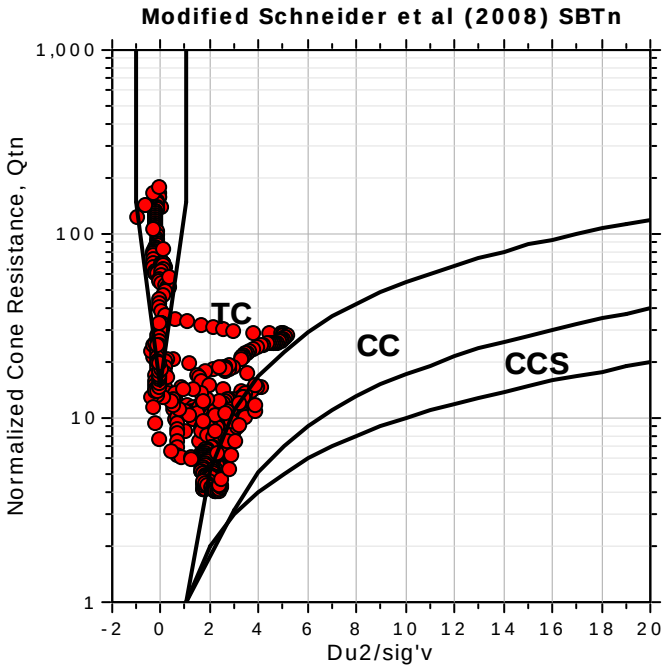
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

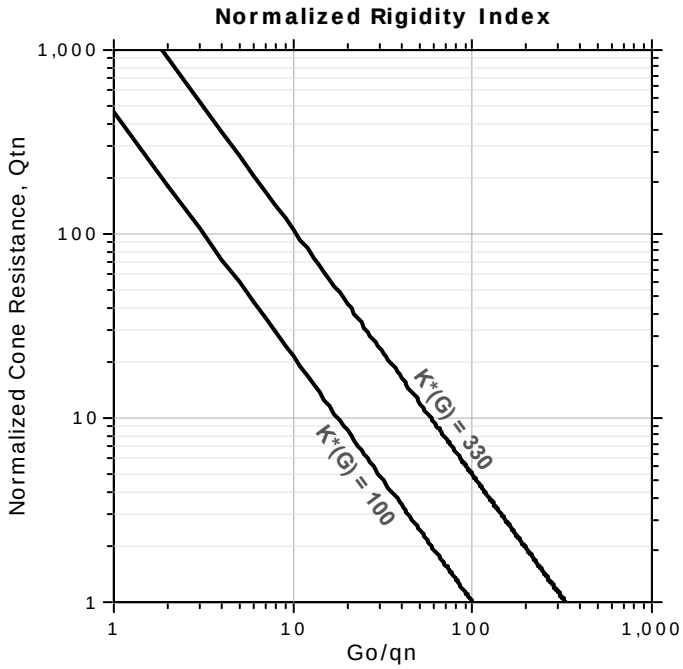
CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

Updated SBTn plots







CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

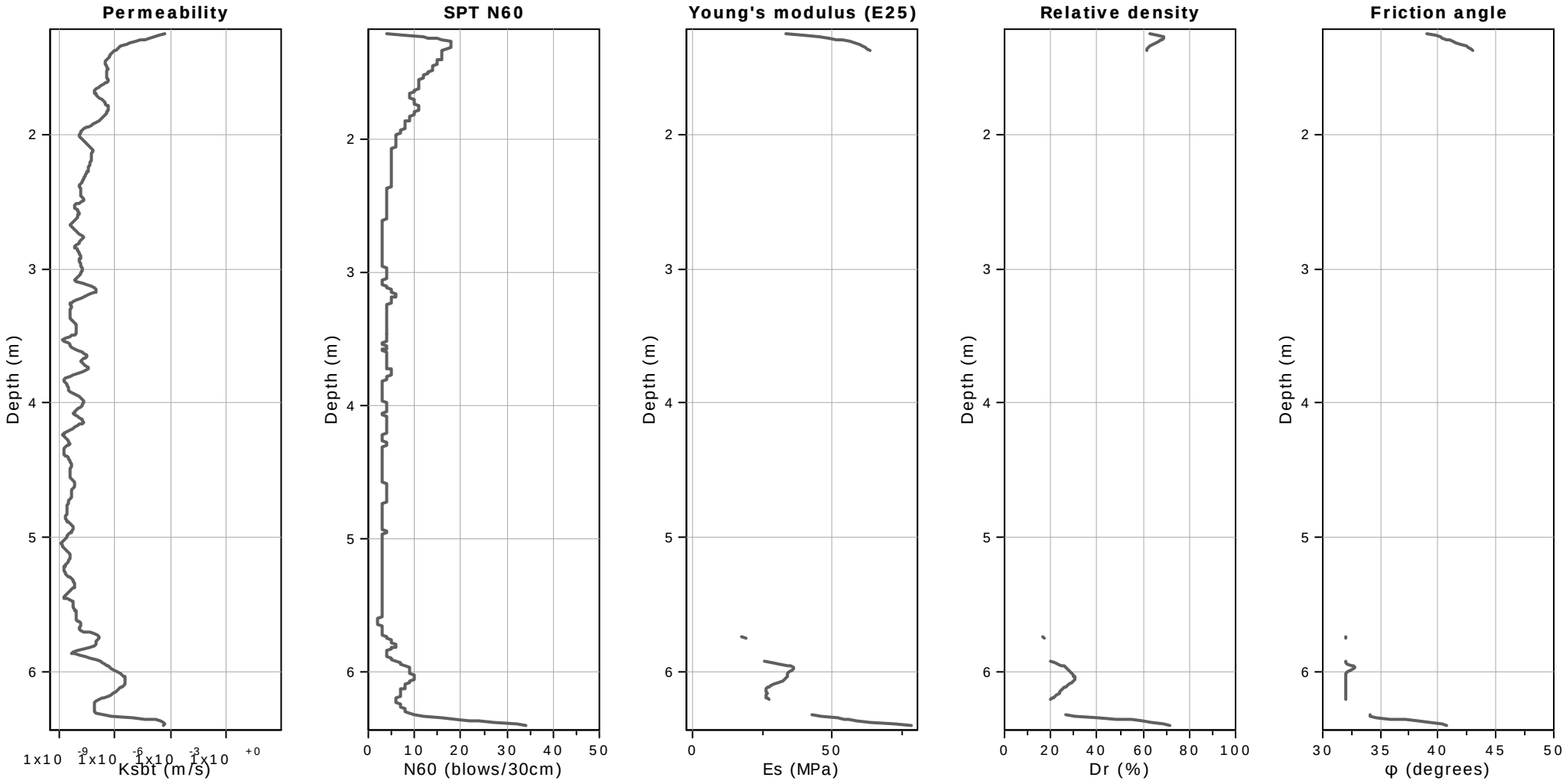
K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

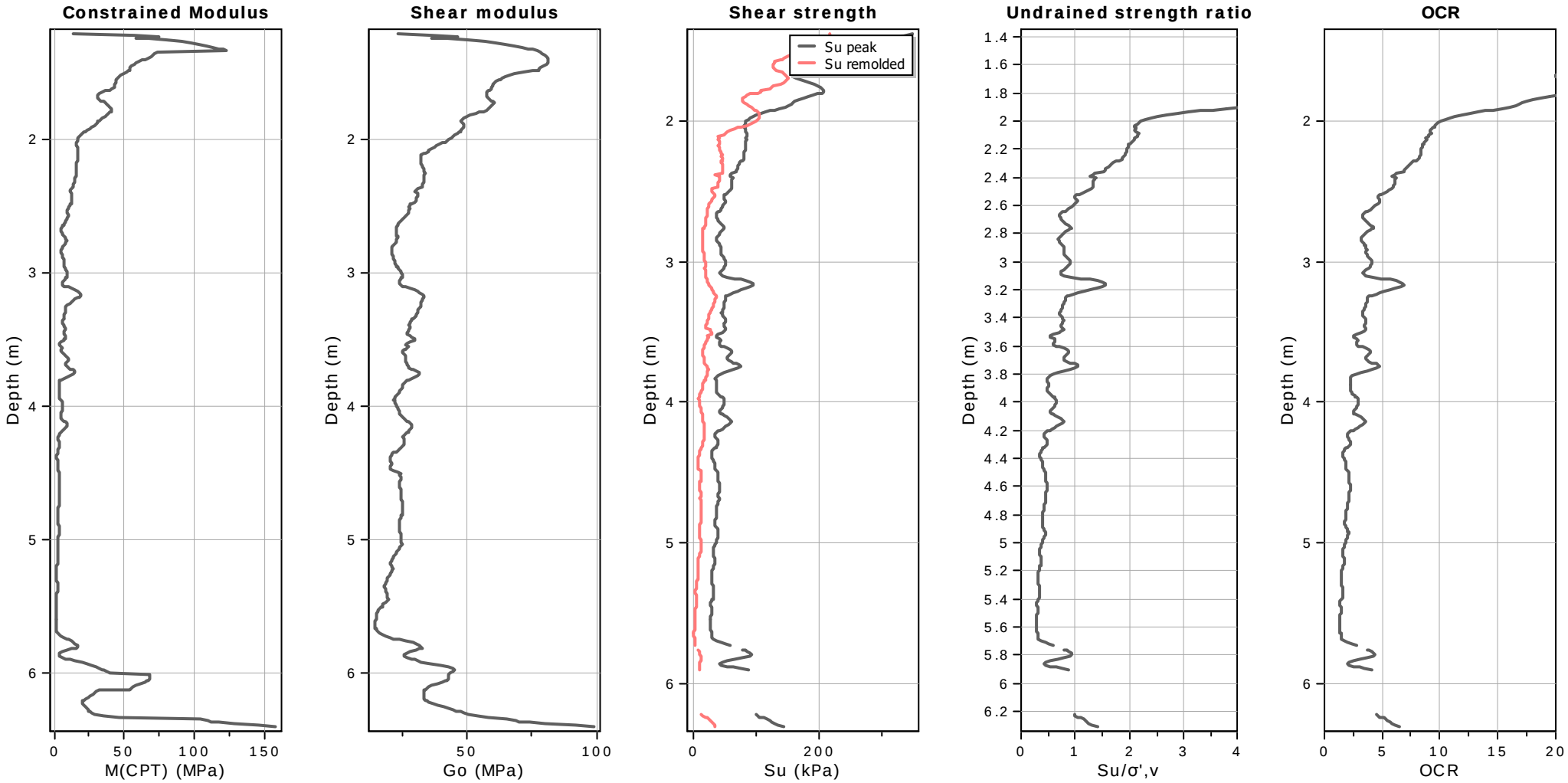
Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)
User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

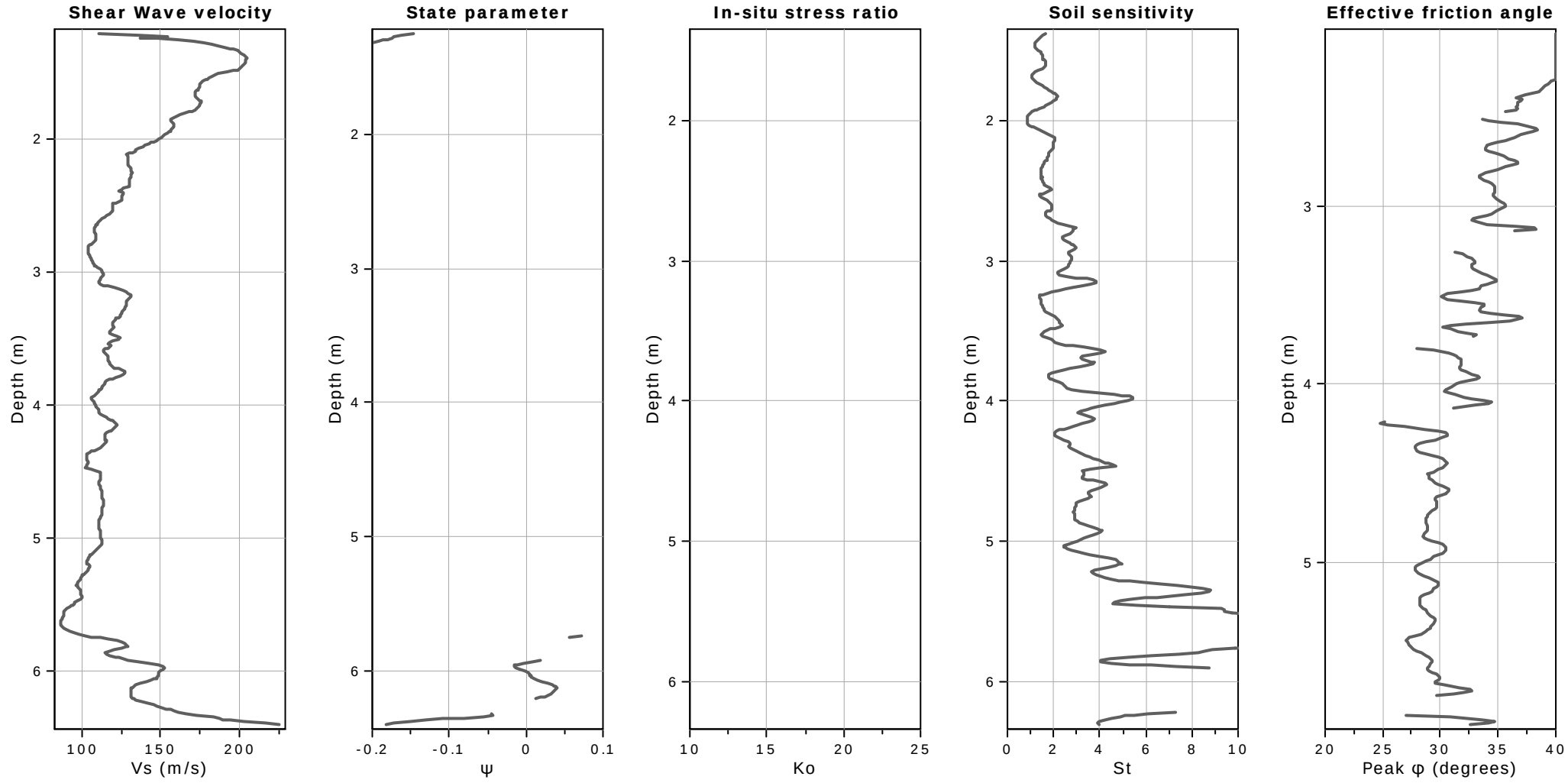
Constrained modulus: Based on variable *alpha* using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable *alpha* using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: 14
OCR factor for clays, N_{kt}: 0.33
User defined estimation data
Flat Dilatometer Test data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 7.00

User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

GeoLogismiki
Geotechnical Engineers
Merarhias 56
http://www.geologismiki.gr

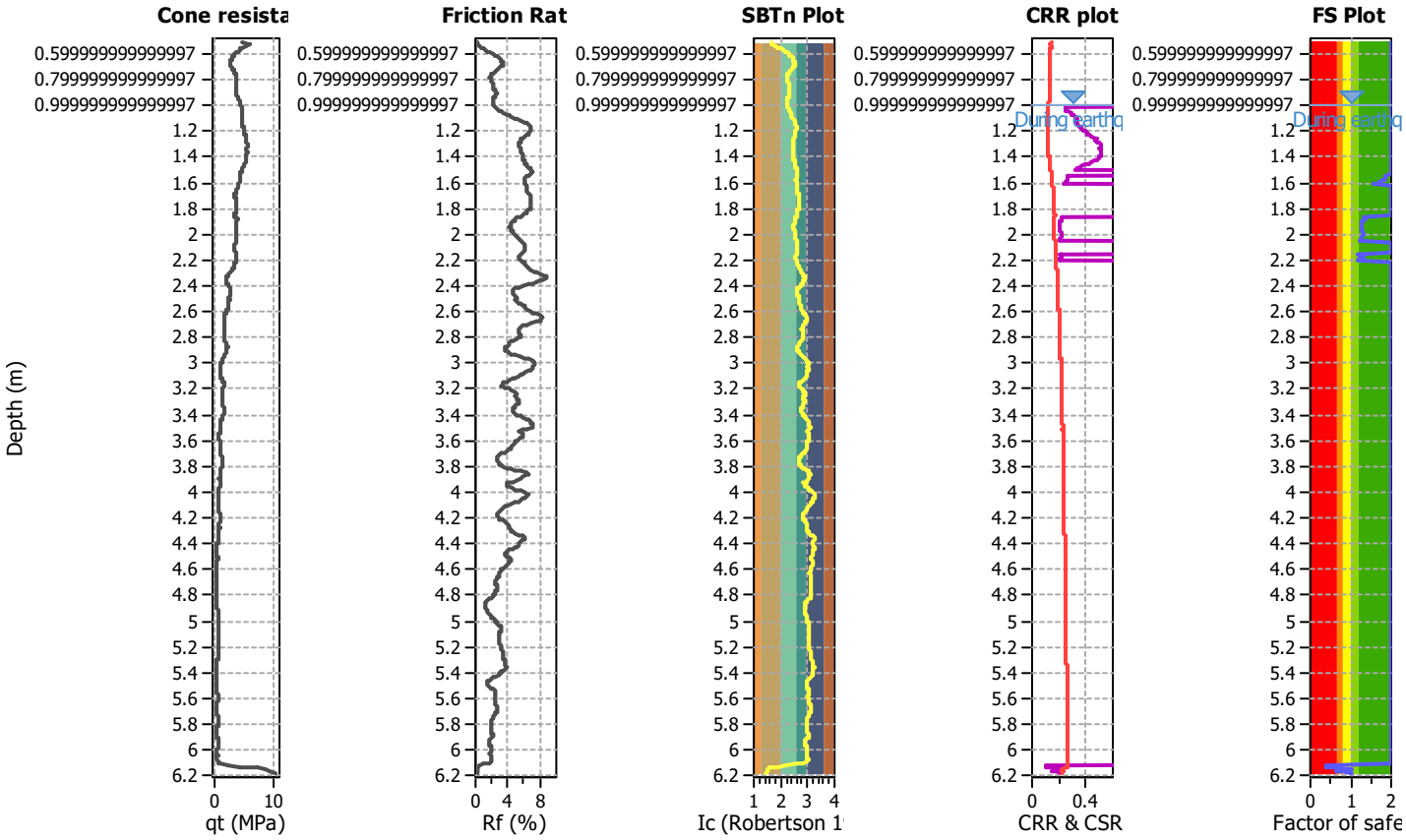
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

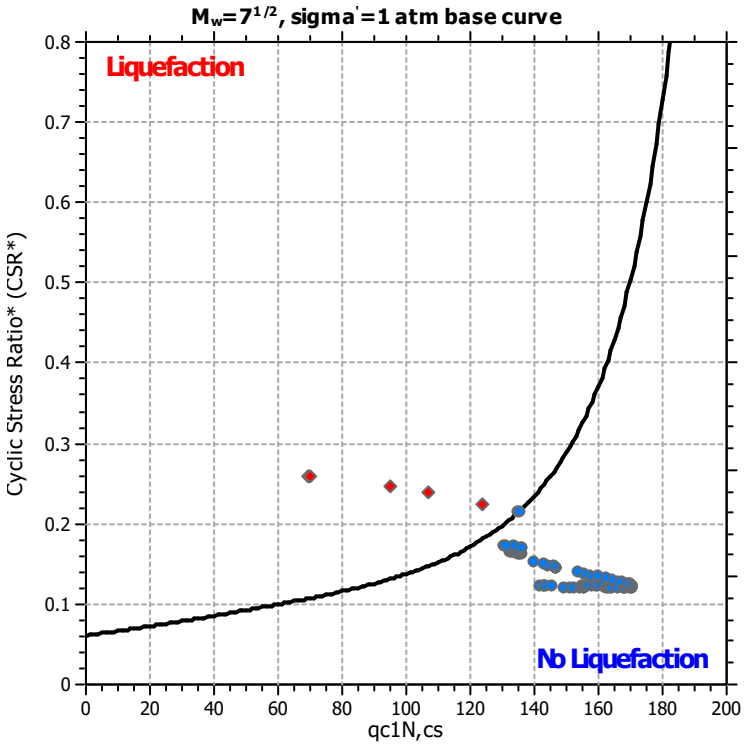
Project title : **Location :**

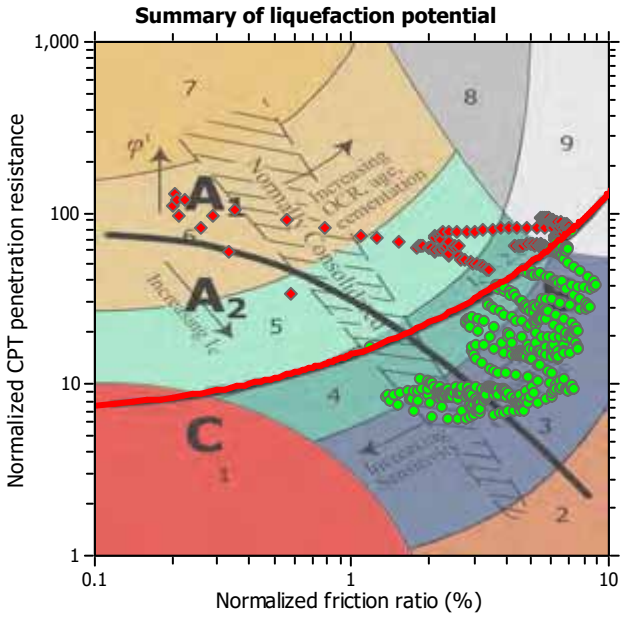
CPT file : CPTU01

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.27	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	Yes		



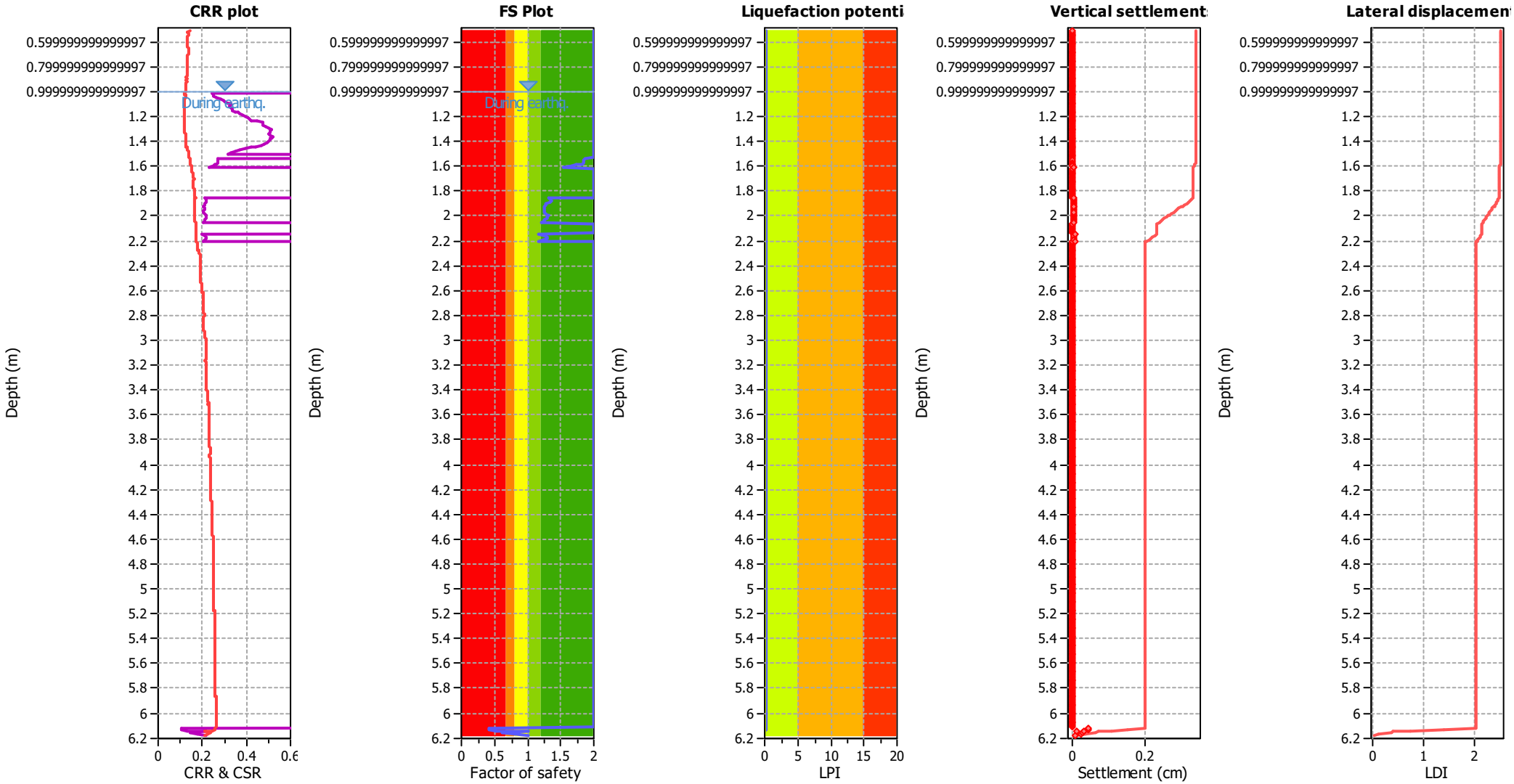




Zone A_1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A_2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.27	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
1	0.51	8.44	0.00	8.44	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
2	0.52	8.61	0.00	8.61	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
3	0.53	8.78	0.00	8.78	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
4	0.54	8.95	0.00	8.95	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
5	0.55	9.13	0.00	9.13	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
6	0.56	9.31	0.00	9.31	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
7	0.57	9.49	0.00	9.49	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
8	0.58	9.68	0.00	9.68	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
9	0.59	9.86	0.00	9.86	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
10	0.60	10.04	0.00	10.04	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
11	0.61	10.23	0.00	10.23	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
12	0.62	10.41	0.00	10.41	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
13	0.63	10.60	0.00	10.60	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
14	0.64	10.79	0.00	10.79	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
15	0.65	10.97	0.00	10.97	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
16	0.66	11.16	0.00	11.16	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
17	0.67	11.34	0.00	11.34	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
18	0.68	11.53	0.00	11.53	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
19	0.69	11.72	0.00	11.72	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
20	0.70	11.90	0.00	11.90	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
21	0.71	12.09	0.00	12.09	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
22	0.72	12.27	0.00	12.27	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
23	0.73	12.46	0.00	12.46	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
24	0.74	12.65	0.00	12.65	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
25	0.75	12.83	0.00	12.83	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
26	0.76	13.02	0.00	13.02	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
27	0.77	13.20	0.00	13.20	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
28	0.78	13.38	0.00	13.38	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
29	0.79	13.57	0.00	13.57	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
30	0.80	13.75	0.00	13.75	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
31	0.81	13.94	0.00	13.94	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
32	0.82	14.12	0.00	14.12	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
33	0.83	14.31	0.00	14.31	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
34	0.84	14.49	0.00	14.49	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
35	0.85	14.68	0.00	14.68	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
36	0.86	14.86	0.00	14.86	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
37	0.87	15.05	0.00	15.05	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
38	0.88	15.24	0.00	15.24	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
39	0.89	15.42	0.00	15.42	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
40	0.90	15.61	0.00	15.61	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
41	0.91	15.80	0.00	15.80	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
42	0.92	15.99	0.00	15.99	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
43	0.93	16.17	0.00	16.17	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
44	0.94	16.36	0.00	16.36	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
45	0.95	16.55	0.00	16.55	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
46	0.96	16.74	0.00	16.74	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
47	0.97	16.92	0.00	16.92	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
48	0.98	17.11	0.00	17.11	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
49	0.99	17.30	0.00	17.30	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
50	1.00	17.49	0.00	17.49	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
51	1.01	17.68	0.10	17.58	0.99	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	0.122	No
52	1.02	17.87	0.20	17.67	0.99	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	0.122	No
53	1.03	18.06	0.29	17.77	0.99	0.177	1.43	0.124	1.10	1.00	0.122	No
54	1.04	18.25	0.39	17.86	0.99	0.178	1.43	0.125	1.10	1.00	0.123	No
55	1.05	18.45	0.49	17.96	0.99	0.179	1.43	0.125	1.10	1.00	0.122	No
56	1.06	18.64	0.59	18.05	0.99	0.180	1.43	0.126	1.10	1.00	0.121	No
57	1.07	18.84	0.69	18.15	0.99	0.181	1.43	0.127	1.10	1.00	0.120	No
58	1.08	19.04	0.78	18.25	0.99	0.182	1.43	0.127	1.10	1.00	0.120	No
59	1.09	19.23	0.88	18.35	0.99	0.183	1.43	0.128	1.10	1.00	0.120	No
60	1.10	19.43	0.98	18.45	0.99	0.184	1.43	0.128	1.10	1.00	0.120	No
61	1.11	19.63	1.08	18.55	0.99	0.184	1.43	0.129	1.10	1.00	0.120	No
62	1.12	19.83	1.18	18.66	0.99	0.185	1.43	0.130	1.10	1.00	0.121	No
63	1.13	20.04	1.28	18.76	0.99	0.186	1.43	0.130	1.10	1.00	0.121	No
64	1.14	20.24	1.37	18.86	0.99	0.187	1.43	0.131	1.10	1.00	0.121	No
65	1.15	20.44	1.47	18.97	0.99	0.188	1.43	0.131	1.10	1.00	0.122	No
66	1.16	20.64	1.57	19.07	0.99	0.188	1.43	0.132	1.10	1.00	0.121	No
67	1.17	20.85	1.67	19.18	0.99	0.189	1.43	0.132	1.10	1.00	0.121	No
68	1.18	21.05	1.77	19.28	0.99	0.190	1.43	0.133	1.10	1.00	0.121	No
69	1.19	21.25	1.86	19.39	0.99	0.191	1.43	0.134	1.10	1.00	0.121	No
70	1.20	21.46	1.96	19.49	0.99	0.192	1.43	0.134	1.10	1.00	0.121	No
71	1.21	21.66	2.06	19.60	0.99	0.192	1.43	0.135	1.10	1.00	0.121	No
72	1.22	21.86	2.16	19.71	0.99	0.193	1.43	0.135	1.10	1.00	0.121	No
73	1.23	22.07	2.26	19.81	0.99	0.194	1.43	0.136	1.10	1.00	0.121	No
74	1.24	22.27	2.35	19.92	0.99	0.194	1.43	0.136	1.10	1.00	0.120	No
75	1.25	22.47	2.45	20.02	0.99	0.195	1.43	0.137	1.10	1.00	0.119	No
76	1.26	22.68	2.55	20.12	0.99	0.196	1.43	0.137	1.10	1.00	0.120	No
77	1.27	22.88	2.65	20.23	0.99	0.197	1.43	0.138	1.10	1.00	0.120	No
78	1.28	23.08	2.75	20.33	0.99	0.197	1.43	0.138	1.10	1.00	0.120	No
79	1.29	23.28	2.84	20.44	0.99	0.198	1.43	0.139	1.10	1.00	0.120	No
80	1.30	23.48	2.94	20.54	0.99	0.199	1.43	0.139	1.10	1.00	0.120	No
81	1.31	23.69	3.04	20.65	0.99	0.199	1.43	0.140	1.10	1.00	0.120	No
82	1.32	23.89	3.14	20.75	0.99	0.200	1.43	0.140	1.10	1.00	0.121	No
83	1.33	24.09	3.24	20.86	0.99	0.201	1.43	0.140	1.10	1.00	0.121	No
84	1.34	24.30	3.34	20.96	0.99	0.201	1.43	0.141	1.10	1.00	0.122	No
85	1.35	24.50	3.43	21.06	0.99	0.202	1.43	0.141	1.10	1.00	0.122	No
86	1.36	24.70	3.53	21.17	0.99	0.203	1.43	0.142	1.10	1.00	0.122	No
87	1.37	24.90	3.63	21.27	0.99	0.203	1.43	0.142	1.10	1.00	0.123	No
88	1.38	25.11	3.73	21.38	0.99	0.204	1.43	0.143	1.10	1.00	0.123	No
89	1.39	25.31	3.83	21.48	0.99	0.204	1.43	0.143	1.10	1.00	0.124	No
90	1.40	25.51	3.92	21.59	0.99	0.205	1.43	0.143	1.10	1.00	0.124	No
91	1.41	25.72	4.02	21.69	0.99	0.206	1.43	0.144	1.10	1.00	0.125	No
92	1.42	25.92	4.12	21.80	0.99	0.206	1.43	0.144	1.10	1.00	0.126	No
93	1.43	26.12	4.22	21.90	0.99	0.207	1.43	0.145	1.10	1.00	0.127	No
94	1.44	26.32	4.32	22.01	0.99	0.207	1.43	0.145	1.10	1.00	0.128	No
95	1.45	26.53	4.41	22.11	0.99	0.208	1.43	0.146	1.10	1.00	0.130	No
96	1.46	26.73	4.51	22.22	0.99	0.209	1.43	0.146	1.10	1.00	0.132	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
97	1.47	26.93	4.61	22.32	0.99	0.209	1.43	0.146	1.10	1.00	0.133	No
98	1.48	27.14	4.71	22.43	0.99	0.210	1.43	0.147	1.10	1.00	0.135	No
99	1.49	27.34	4.81	22.53	0.99	0.210	1.43	0.147	1.10	1.00	0.137	No
100	1.50	27.54	4.91	22.64	0.99	0.211	1.43	0.148	1.10	1.00	0.139	No
101	1.51	27.74	5.00	22.74	0.99	0.211	1.43	0.148	1.10	1.00	0.140	No
102	1.52	27.95	5.10	22.84	0.99	0.212	1.43	0.148	1.10	1.00	0.141	No
103	1.53	28.15	5.20	22.95	0.99	0.212	1.43	0.149	1.10	1.00	0.141	No
104	1.54	28.35	5.30	23.05	0.99	0.213	1.43	0.149	1.10	1.00	0.144	No
105	1.55	28.55	5.40	23.15	0.99	0.213	1.43	0.149	1.10	1.00	0.145	No
106	1.56	28.75	5.49	23.26	0.99	0.214	1.43	0.150	1.10	1.00	0.145	No
107	1.57	28.95	5.59	23.36	0.99	0.214	1.43	0.150	1.10	1.00	0.146	No
108	1.58	29.15	5.69	23.46	0.99	0.215	1.43	0.150	1.10	1.00	0.146	No
109	1.59	29.35	5.79	23.56	0.99	0.215	1.43	0.151	1.10	1.00	0.148	No
110	1.60	29.55	5.89	23.66	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.149	No
111	1.61	29.75	5.98	23.76	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.151	No
112	1.62	29.95	6.08	23.86	0.99	0.217	1.43	0.152	1.10	1.00	0.152	No
113	1.63	30.15	6.18	23.97	0.98	0.217	1.43	0.152	1.10	1.00	0.153	No
114	1.64	30.34	6.28	24.07	0.98	0.218	1.43	0.153	1.10	1.00	0.154	No
115	1.65	30.54	6.38	24.17	0.98	0.218	1.43	0.153	1.10	1.00	0.155	No
116	1.66	30.74	6.47	24.27	0.98	0.219	1.43	0.153	1.10	1.00	0.156	No
117	1.67	30.94	6.57	24.37	0.98	0.219	1.43	0.154	1.10	1.00	0.158	No
118	1.68	31.14	6.67	24.47	0.98	0.220	1.43	0.154	1.10	1.00	0.159	No
119	1.69	31.33	6.77	24.56	0.98	0.220	1.43	0.154	1.10	1.00	0.161	No
120	1.70	31.53	6.87	24.66	0.98	0.221	1.43	0.154	1.10	1.00	0.162	No
121	1.71	31.73	6.97	24.76	0.98	0.221	1.43	0.155	1.10	1.00	0.161	No
122	1.72	31.93	7.06	24.86	0.98	0.222	1.43	0.155	1.10	1.00	0.161	No
123	1.73	32.13	7.16	24.96	0.98	0.222	1.43	0.155	1.10	1.00	0.160	No
124	1.74	32.32	7.26	25.07	0.98	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.160	No
125	1.75	32.52	7.36	25.17	0.98	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.160	No
126	1.76	32.72	7.46	25.27	0.98	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.160	No
127	1.77	32.92	7.55	25.37	0.98	0.224	1.43	0.157	1.10	1.00	0.161	No
128	1.78	33.12	7.65	25.47	0.98	0.224	1.43	0.157	1.10	1.00	0.162	No
129	1.79	33.32	7.75	25.57	0.98	0.225	1.43	0.157	1.10	1.00	0.162	No
130	1.80	33.52	7.85	25.67	0.98	0.225	1.43	0.158	1.10	1.00	0.162	No
131	1.81	33.72	7.95	25.77	0.98	0.225	1.43	0.158	1.10	1.00	0.162	No
132	1.82	33.91	8.04	25.87	0.98	0.226	1.43	0.158	1.10	1.00	0.162	No
133	1.83	34.11	8.14	25.97	0.98	0.226	1.43	0.158	1.10	1.00	0.163	No
134	1.84	34.31	8.24	26.07	0.98	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.162	No
135	1.85	34.50	8.34	26.17	0.98	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.173	No
136	1.86	34.70	8.44	26.26	0.98	0.228	1.43	0.159	1.10	1.00	0.162	No
137	1.87	34.90	8.53	26.36	0.98	0.228	1.43	0.160	1.10	1.00	0.162	No
138	1.88	35.09	8.63	26.46	0.98	0.228	1.43	0.160	1.10	1.00	0.162	No
139	1.89	35.29	8.73	26.56	0.98	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.163	No
140	1.90	35.48	8.83	26.65	0.98	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.164	No
141	1.91	35.68	8.93	26.75	0.98	0.229	1.43	0.161	1.10	1.00	0.165	No
142	1.92	35.87	9.03	26.85	0.98	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.165	No
143	1.93	36.07	9.12	26.94	0.98	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.166	No
144	1.94	36.26	9.22	27.04	0.98	0.231	1.43	0.161	1.10	1.00	0.165	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
145	1.95	36.45	9.32	27.13	0.98	0.231	1.43	0.162	1.10	1.00	0.166	No
146	1.96	36.65	9.42	27.23	0.98	0.231	1.43	0.162	1.10	1.00	0.166	No
147	1.97	36.84	9.52	27.33	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.167	No
148	1.98	37.04	9.61	27.42	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.166	No
149	1.99	37.23	9.71	27.52	0.98	0.232	1.43	0.163	1.10	1.00	0.166	No
150	2.00	37.43	9.81	27.62	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.165	No
151	2.01	37.62	9.91	27.72	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.166	No
152	2.02	37.82	10.01	27.81	0.98	0.234	1.43	0.163	1.10	1.00	0.167	No
153	2.03	38.02	10.10	27.91	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.167	No
154	2.04	38.21	10.20	28.01	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.168	No
155	2.05	38.41	10.30	28.11	0.98	0.235	1.43	0.164	1.10	1.00	0.169	No
156	2.06	38.61	10.40	28.21	0.98	0.235	1.43	0.164	1.10	1.00	0.170	No
157	2.07	38.80	10.50	28.31	0.98	0.235	1.43	0.165	1.10	1.00	0.171	No
158	2.08	39.00	10.59	28.41	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.172	No
159	2.09	39.20	10.69	28.50	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.172	No
160	2.10	39.39	10.79	28.60	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.173	No
161	2.11	39.59	10.89	28.70	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.173	No
162	2.12	39.79	10.99	28.80	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.173	No
163	2.13	39.98	11.09	28.90	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.173	No
164	2.14	40.18	11.18	29.00	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.172	No
165	2.15	40.38	11.28	29.10	0.98	0.238	1.43	0.166	1.10	1.00	0.172	No
166	2.16	40.57	11.38	29.19	0.98	0.238	1.43	0.167	1.10	1.00	0.170	No
167	2.17	40.77	11.48	29.29	0.98	0.238	1.43	0.167	1.10	1.00	0.169	No
168	2.18	40.97	11.58	29.39	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.169	No
169	2.19	41.16	11.67	29.49	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.171	No
170	2.20	41.36	11.77	29.59	0.98	0.239	1.43	0.168	1.10	1.00	0.173	No
171	2.21	41.56	11.87	29.69	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.174	No
172	2.22	41.75	11.97	29.79	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.175	No
173	2.23	41.95	12.07	29.88	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.176	No
174	2.24	42.15	12.16	29.98	0.97	0.241	1.43	0.168	1.10	1.00	0.176	No
175	2.25	42.34	12.26	30.08	0.97	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.178	No
176	2.26	42.54	12.36	30.18	0.97	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.178	No
177	2.27	42.74	12.46	30.28	0.97	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.180	No
178	2.28	42.93	12.56	30.38	0.97	0.242	1.43	0.169	1.10	1.00	0.184	No
179	2.29	43.13	12.65	30.47	0.97	0.242	1.43	0.169	1.10	1.00	0.185	No
180	2.30	43.32	12.75	30.57	0.97	0.242	1.43	0.170	1.10	1.00	0.187	No
181	2.31	43.52	12.85	30.67	0.97	0.242	1.43	0.170	1.10	1.00	0.189	No
182	2.32	43.71	12.95	30.76	0.97	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.191	No
183	2.33	43.91	13.05	30.86	0.97	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.192	No
184	2.34	44.10	13.15	30.95	0.97	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.194	No
185	2.35	44.29	13.24	31.05	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
186	2.36	44.48	13.34	31.14	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
187	2.37	44.68	13.44	31.24	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
188	2.38	44.87	13.54	31.33	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.193	No
189	2.39	45.06	13.64	31.42	0.97	0.245	1.43	0.171	1.10	1.00	0.193	No
190	2.40	45.25	13.73	31.52	0.97	0.245	1.43	0.171	1.10	1.00	0.191	No
191	2.41	45.44	13.83	31.61	0.97	0.245	1.43	0.172	1.10	1.00	0.190	No
192	2.42	45.63	13.93	31.70	0.97	0.245	1.43	0.172	1.10	1.00	0.189	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
193	2.43	45.82	14.03	31.79	0.97	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.189	No
194	2.44	46.01	14.13	31.89	0.97	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.189	No
195	2.45	46.20	14.22	31.98	0.97	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.190	No
196	2.46	46.39	14.32	32.07	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.191	No
197	2.47	46.58	14.42	32.16	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.192	No
198	2.48	46.77	14.52	32.25	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
199	2.49	46.96	14.62	32.34	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
200	2.50	47.15	14.72	32.44	0.97	0.248	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
201	2.51	47.34	14.81	32.53	0.97	0.248	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
202	2.52	47.53	14.91	32.62	0.97	0.248	1.43	0.174	1.10	1.00	0.193	No
203	2.53	47.72	15.01	32.71	0.97	0.248	1.43	0.174	1.10	1.00	0.194	No
204	2.54	47.91	15.11	32.80	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.195	No
205	2.55	48.10	15.21	32.90	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.195	No
206	2.56	48.29	15.30	32.99	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.196	No
207	2.57	48.48	15.40	33.08	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.196	No
208	2.58	48.67	15.50	33.17	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.197	No
209	2.59	48.86	15.60	33.27	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.198	No
210	2.60	49.05	15.70	33.36	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.199	No
211	2.61	49.24	15.79	33.45	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.200	No
212	2.62	49.43	15.89	33.54	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.202	No
213	2.63	49.62	15.99	33.63	0.97	0.251	1.43	0.175	1.10	1.00	0.203	No
214	2.64	49.81	16.09	33.72	0.97	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.203	No
215	2.65	50.00	16.19	33.81	0.97	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.204	No
216	2.66	50.19	16.28	33.90	0.97	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.204	No
217	2.67	50.38	16.38	33.99	0.97	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.205	No
218	2.68	50.56	16.48	34.08	0.97	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.205	No
219	2.69	50.75	16.58	34.17	0.97	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.205	No
220	2.70	50.94	16.68	34.26	0.97	0.252	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
221	2.71	51.13	16.78	34.35	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
222	2.72	51.31	16.87	34.44	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
223	2.73	51.50	16.97	34.53	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
224	2.74	51.68	17.07	34.61	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.205	No
225	2.75	51.87	17.17	34.70	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.206	No
226	2.76	52.05	17.27	34.78	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
227	2.77	52.23	17.36	34.87	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
228	2.78	52.42	17.46	34.96	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
229	2.79	52.60	17.56	35.04	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.208	No
230	2.80	52.79	17.66	35.13	0.97	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.208	No
231	2.81	52.97	17.76	35.21	0.96	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.208	No
232	2.82	53.15	17.85	35.30	0.96	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
233	2.83	53.33	17.95	35.38	0.96	0.255	1.43	0.179	1.10	1.00	0.207	No
234	2.84	53.52	18.05	35.47	0.96	0.255	1.43	0.179	1.10	1.00	0.206	No
235	2.85	53.70	18.15	35.55	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.206	No
236	2.86	53.89	18.25	35.64	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.206	No
237	2.87	54.07	18.34	35.73	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.204	No
238	2.88	54.25	18.44	35.81	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.204	No
239	2.89	54.44	18.54	35.90	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.204	No
240	2.90	54.62	18.64	35.98	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.206	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
241	2.91	54.80	18.74	36.07	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.206	No
242	2.92	54.99	18.84	36.15	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.207	No
243	2.93	55.17	18.93	36.24	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.208	No
244	2.94	55.35	19.03	36.32	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.210	No
245	2.95	55.54	19.13	36.41	0.96	0.258	1.43	0.180	1.10	1.00	0.211	No
246	2.96	55.72	19.23	36.49	0.96	0.258	1.43	0.180	1.10	1.00	0.211	No
247	2.97	55.91	19.33	36.58	0.96	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.213	No
248	2.98	56.09	19.42	36.67	0.96	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.213	No
249	2.99	56.27	19.52	36.75	0.96	0.258	1.43	0.181	1.09	1.00	0.215	No
250	3.00	56.46	19.62	36.84	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
251	3.01	56.64	19.72	36.92	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
252	3.02	56.82	19.82	37.00	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
253	3.03	57.00	19.91	37.09	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
254	3.04	57.18	20.01	37.17	0.96	0.259	1.43	0.182	1.09	1.00	0.217	No
255	3.05	57.37	20.11	37.25	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.217	No
256	3.06	57.55	20.21	37.34	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.218	No
257	3.07	57.73	20.31	37.42	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.218	No
258	3.08	57.90	20.40	37.50	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.218	No
259	3.09	58.08	20.50	37.58	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.219	No
260	3.10	58.26	20.60	37.66	0.96	0.261	1.43	0.182	1.09	1.00	0.219	No
261	3.11	58.44	20.70	37.74	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.218	No
262	3.12	58.62	20.80	37.82	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.218	No
263	3.13	58.80	20.90	37.90	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.217	No
264	3.14	58.98	20.99	37.98	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.216	No
265	3.15	59.15	21.09	38.06	0.96	0.262	1.43	0.183	1.09	1.00	0.215	No
266	3.16	59.33	21.19	38.14	0.96	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.214	No
267	3.17	59.51	21.29	38.22	0.96	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.214	No
268	3.18	59.69	21.39	38.31	0.96	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.215	No
269	3.19	59.87	21.48	38.39	0.96	0.262	1.43	0.184	1.09	1.00	0.217	No
270	3.20	60.05	21.58	38.47	0.96	0.262	1.43	0.184	1.09	1.00	0.218	No
271	3.21	60.23	21.68	38.55	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.218	No
272	3.22	60.41	21.78	38.63	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
273	3.23	60.59	21.88	38.71	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
274	3.24	60.77	21.97	38.79	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.220	No
275	3.25	60.95	22.07	38.87	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
276	3.26	61.13	22.17	38.96	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
277	3.27	61.31	22.27	39.04	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
278	3.28	61.49	22.37	39.12	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
279	3.29	61.67	22.46	39.21	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
280	3.30	61.85	22.56	39.29	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.220	No
281	3.31	62.03	22.66	39.37	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
282	3.32	62.22	22.76	39.46	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
283	3.33	62.40	22.86	39.54	0.96	0.265	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
284	3.34	62.58	22.96	39.62	0.96	0.265	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
285	3.35	62.76	23.05	39.71	0.96	0.265	1.43	0.185	1.09	1.00	0.218	No
286	3.36	62.94	23.15	39.79	0.95	0.265	1.43	0.186	1.09	1.00	0.218	No
287	3.37	63.13	23.25	39.88	0.95	0.265	1.43	0.186	1.09	1.00	0.218	No
288	3.38	63.31	23.35	39.96	0.95	0.265	1.43	0.186	1.09	1.00	0.219	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
289	3.39	63.49	23.45	40.05	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.219	No
290	3.40	63.67	23.54	40.13	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.220	No
291	3.41	63.86	23.64	40.21	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.222	No
292	3.42	64.04	23.74	40.30	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.223	No
293	3.43	64.22	23.84	40.38	0.95	0.266	1.43	0.186	1.08	1.00	0.223	No
294	3.44	64.40	23.94	40.46	0.95	0.266	1.43	0.186	1.08	1.00	0.224	No
295	3.45	64.58	24.03	40.55	0.95	0.266	1.43	0.186	1.08	1.00	0.225	No
296	3.46	64.76	24.13	40.63	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.225	No
297	3.47	64.94	24.23	40.71	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.226	No
298	3.48	65.12	24.33	40.79	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
299	3.49	65.30	24.43	40.87	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
300	3.50	65.48	24.53	40.96	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
301	3.51	65.66	24.62	41.04	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.228	No
302	3.52	65.84	24.72	41.12	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
303	3.53	66.01	24.82	41.19	0.95	0.268	1.43	0.187	1.08	1.00	0.228	No
304	3.54	66.19	24.92	41.27	0.95	0.268	1.43	0.187	1.08	1.00	0.229	No
305	3.55	66.36	25.02	41.35	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.229	No
306	3.56	66.54	25.11	41.43	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
307	3.57	66.72	25.21	41.50	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
308	3.58	66.89	25.31	41.58	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
309	3.59	67.07	25.41	41.66	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
310	3.60	67.24	25.51	41.73	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
311	3.61	67.42	25.60	41.81	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
312	3.62	67.59	25.70	41.89	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
313	3.63	67.76	25.80	41.96	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
314	3.64	67.94	25.90	42.04	0.95	0.269	1.43	0.189	1.08	1.00	0.230	No
315	3.65	68.11	26.00	42.11	0.95	0.269	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
316	3.66	68.28	26.09	42.19	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
317	3.67	68.46	26.19	42.26	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
318	3.68	68.63	26.29	42.34	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
319	3.69	68.80	26.39	42.41	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
320	3.70	68.97	26.49	42.49	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.230	No
321	3.71	69.15	26.59	42.56	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.230	No
322	3.72	69.32	26.68	42.64	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.229	No
323	3.73	69.49	26.78	42.71	0.95	0.271	1.43	0.189	1.08	1.00	0.229	No
324	3.74	69.67	26.88	42.79	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.229	No
325	3.75	69.84	26.98	42.86	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.228	No
326	3.76	70.01	27.08	42.94	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.228	No
327	3.77	70.19	27.17	43.01	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.228	No
328	3.78	70.36	27.27	43.09	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.229	No
329	3.79	70.54	27.37	43.17	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.229	No
330	3.80	70.71	27.47	43.25	0.95	0.272	1.43	0.190	1.08	1.00	0.230	No
331	3.81	70.89	27.57	43.32	0.95	0.272	1.43	0.190	1.08	1.00	0.231	No
332	3.82	71.07	27.66	43.40	0.95	0.272	1.43	0.190	1.08	1.00	0.232	No
333	3.83	71.24	27.76	43.48	0.95	0.272	1.43	0.190	1.07	1.00	0.232	No
334	3.84	71.42	27.86	43.56	0.95	0.272	1.43	0.190	1.07	1.00	0.233	No
335	3.85	71.60	27.96	43.64	0.95	0.272	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
336	3.86	71.77	28.06	43.72	0.95	0.272	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
337	3.87	71.95	28.15	43.80	0.95	0.272	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
338	3.88	72.13	28.25	43.87	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
339	3.89	72.30	28.35	43.95	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
340	3.90	72.48	28.45	44.03	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.235	No
341	3.91	72.65	28.55	44.11	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.236	No
342	3.92	72.83	28.65	44.18	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.233	No
343	3.93	73.00	28.74	44.26	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.233	No
344	3.94	73.18	28.84	44.34	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.233	No
345	3.95	73.35	28.94	44.41	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.235	No
346	3.96	73.52	29.04	44.49	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.235	No
347	3.97	73.70	29.14	44.56	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.236	No
348	3.98	73.87	29.23	44.63	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.237	No
349	3.99	74.04	29.33	44.71	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.238	No
350	4.00	74.21	29.43	44.78	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.238	No
351	4.01	74.38	29.53	44.85	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.239	No
352	4.02	74.55	29.63	44.93	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.239	No
353	4.03	74.72	29.72	45.00	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.239	No
354	4.04	74.89	29.82	45.07	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.240	No
355	4.05	75.06	29.92	45.14	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.240	No
356	4.06	75.23	30.02	45.21	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.240	No
357	4.07	75.40	30.12	45.29	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
358	4.08	75.57	30.21	45.36	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
359	4.09	75.74	30.31	45.43	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
360	4.10	75.91	30.41	45.50	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
361	4.11	76.07	30.51	45.56	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
362	4.12	76.24	30.61	45.63	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
363	4.13	76.41	30.71	45.70	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
364	4.14	76.57	30.80	45.77	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
365	4.15	76.74	30.90	45.84	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
366	4.16	76.91	31.00	45.91	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.239	No
367	4.17	77.07	31.10	45.98	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.239	No
368	4.18	77.24	31.20	46.05	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.239	No
369	4.19	77.41	31.29	46.12	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
370	4.20	77.58	31.39	46.19	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
371	4.21	77.75	31.49	46.26	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
372	4.22	77.92	31.59	46.33	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
373	4.23	78.09	31.69	46.40	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
374	4.24	78.26	31.78	46.48	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
375	4.25	78.43	31.88	46.55	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
376	4.26	78.61	31.98	46.63	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
377	4.27	78.78	32.08	46.70	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
378	4.28	78.95	32.18	46.77	0.94	0.278	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
379	4.29	79.12	32.27	46.85	0.94	0.278	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
380	4.30	79.30	32.37	46.92	0.94	0.278	1.43	0.194	1.07	1.00	0.241	No
381	4.31	79.47	32.47	47.00	0.94	0.278	1.43	0.195	1.07	1.00	0.241	No
382	4.32	79.64	32.57	47.07	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.241	No
383	4.33	79.81	32.67	47.14	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.242	No
384	4.34	79.98	32.77	47.22	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.243	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
385	4.35	80.15	32.86	47.29	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
386	4.36	80.32	32.96	47.36	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
387	4.37	80.49	33.06	47.43	0.94	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
388	4.38	80.66	33.16	47.50	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
389	4.39	80.83	33.26	47.57	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
390	4.40	81.00	33.35	47.64	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
391	4.41	81.17	33.45	47.71	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.245	No
392	4.42	81.33	33.55	47.78	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.245	No
393	4.43	81.50	33.65	47.85	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.245	No
394	4.44	81.66	33.75	47.92	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.246	No
395	4.45	81.83	33.84	47.98	0.93	0.279	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
396	4.46	81.99	33.94	48.05	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
397	4.47	82.15	34.04	48.11	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
398	4.48	82.31	34.14	48.18	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
399	4.49	82.48	34.24	48.24	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
400	4.50	82.64	34.34	48.31	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
401	4.51	82.81	34.43	48.37	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.245	No
402	4.52	82.97	34.53	48.44	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
403	4.53	83.14	34.63	48.51	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
404	4.54	83.30	34.73	48.58	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.247	No
405	4.55	83.47	34.83	48.64	0.93	0.281	1.43	0.196	1.06	1.00	0.247	No
406	4.56	83.63	34.92	48.71	0.93	0.281	1.43	0.196	1.06	1.00	0.247	No
407	4.57	83.79	35.02	48.77	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
408	4.58	83.96	35.12	48.84	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
409	4.59	84.12	35.22	48.90	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
410	4.60	84.28	35.32	48.96	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
411	4.61	84.44	35.41	49.03	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
412	4.62	84.60	35.51	49.09	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
413	4.63	84.76	35.61	49.15	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
414	4.64	84.92	35.71	49.21	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
415	4.65	85.08	35.81	49.27	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
416	4.66	85.24	35.90	49.34	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
417	4.67	85.40	36.00	49.40	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.249	No
418	4.68	85.56	36.10	49.45	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.249	No
419	4.69	85.71	36.20	49.51	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.249	No
420	4.70	85.87	36.30	49.57	0.93	0.282	1.43	0.198	1.06	1.00	0.249	No
421	4.71	86.03	36.40	49.63	0.93	0.282	1.43	0.198	1.06	1.00	0.249	No
422	4.72	86.18	36.49	49.69	0.93	0.282	1.43	0.198	1.06	1.00	0.249	No
423	4.73	86.34	36.59	49.75	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
424	4.74	86.50	36.69	49.81	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
425	4.75	86.65	36.79	49.87	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
426	4.76	86.81	36.89	49.93	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
427	4.77	86.97	36.98	49.98	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
428	4.78	87.12	37.08	50.04	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
429	4.79	87.28	37.18	50.10	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.251	No
430	4.80	87.43	37.28	50.15	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.251	No
431	4.81	87.58	37.38	50.21	0.93	0.284	1.43	0.198	1.06	1.00	0.251	No
432	4.82	87.74	37.47	50.26	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
433	4.83	87.89	37.57	50.31	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
434	4.84	88.04	37.67	50.37	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
435	4.85	88.19	37.77	50.42	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
436	4.86	88.34	37.87	50.47	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
437	4.87	88.49	37.96	50.52	0.92	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
438	4.88	88.64	38.06	50.57	0.92	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
439	4.89	88.79	38.16	50.63	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
440	4.90	88.94	38.26	50.68	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
441	4.91	89.09	38.36	50.74	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
442	4.92	89.25	38.46	50.79	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
443	4.93	89.40	38.55	50.85	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.251	No
444	4.94	89.56	38.65	50.91	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
445	4.95	89.71	38.75	50.96	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
446	4.96	89.87	38.85	51.02	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
447	4.97	90.03	38.95	51.08	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
448	4.98	90.19	39.04	51.14	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
449	4.99	90.35	39.14	51.20	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
450	5.00	90.51	39.24	51.27	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
451	5.01	90.67	39.34	51.33	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
452	5.02	90.83	39.44	51.39	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
453	5.03	90.99	39.53	51.46	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.252	No
454	5.04	91.15	39.63	51.52	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.252	No
455	5.05	91.32	39.73	51.59	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
456	5.06	91.48	39.83	51.65	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
457	5.07	91.64	39.93	51.71	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
458	5.08	91.80	40.02	51.78	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
459	5.09	91.97	40.12	51.84	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
460	5.10	92.13	40.22	51.91	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
461	5.11	92.29	40.32	51.97	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
462	5.12	92.45	40.42	52.04	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
463	5.13	92.62	40.52	52.10	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
464	5.14	92.78	40.61	52.17	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
465	5.15	92.94	40.71	52.23	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
466	5.16	93.10	40.81	52.29	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
467	5.17	93.27	40.91	52.36	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
468	5.18	93.43	41.01	52.42	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
469	5.19	93.59	41.10	52.49	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
470	5.20	93.75	41.20	52.55	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
471	5.21	93.92	41.30	52.62	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
472	5.22	94.08	41.40	52.68	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
473	5.23	94.25	41.50	52.75	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
474	5.24	94.41	41.59	52.81	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.255	No
475	5.25	94.57	41.69	52.88	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.255	No
476	5.26	94.74	41.79	52.95	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
477	5.27	94.90	41.89	53.01	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
478	5.28	95.06	41.99	53.08	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
479	5.29	95.23	42.08	53.14	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
480	5.30	95.39	42.18	53.21	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
481	5.31	95.55	42.28	53.27	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
482	5.32	95.71	42.38	53.34	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
483	5.33	95.88	42.48	53.40	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
484	5.34	96.04	42.58	53.46	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
485	5.35	96.20	42.67	53.53	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
486	5.36	96.36	42.77	53.59	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
487	5.37	96.52	42.87	53.65	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
488	5.38	96.68	42.97	53.72	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
489	5.39	96.84	43.07	53.78	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
490	5.40	97.00	43.16	53.84	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
491	5.41	97.16	43.26	53.90	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
492	5.42	97.32	43.36	53.96	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
493	5.43	97.47	43.46	54.02	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
494	5.44	97.63	43.56	54.07	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
495	5.45	97.78	43.65	54.13	0.91	0.289	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
496	5.46	97.94	43.75	54.18	0.91	0.289	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
497	5.47	98.09	43.85	54.24	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
498	5.48	98.24	43.95	54.29	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
499	5.49	98.39	44.05	54.35	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
500	5.50	98.55	44.15	54.40	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
501	5.51	98.70	44.24	54.46	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
502	5.52	98.86	44.34	54.52	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
503	5.53	99.01	44.44	54.58	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
504	5.54	99.17	44.54	54.64	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
505	5.55	99.33	44.64	54.70	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
506	5.56	99.49	44.73	54.76	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
507	5.57	99.65	44.83	54.82	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
508	5.58	99.81	44.93	54.88	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
509	5.59	99.97	45.03	54.94	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
510	5.60	100.13	45.13	55.00	0.91	0.291	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
511	5.61	100.29	45.22	55.07	0.91	0.291	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
512	5.62	100.45	45.32	55.13	0.91	0.291	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
513	5.63	100.61	45.42	55.19	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.258	No
514	5.64	100.77	45.52	55.25	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
515	5.65	100.92	45.62	55.31	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
516	5.66	101.08	45.71	55.37	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
517	5.67	101.24	45.81	55.43	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
518	5.68	101.40	45.91	55.49	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
519	5.69	101.56	46.01	55.55	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
520	5.70	101.72	46.11	55.61	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
521	5.71	101.87	46.21	55.67	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
522	5.72	102.03	46.30	55.73	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
523	5.73	102.19	46.40	55.79	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
524	5.74	102.35	46.50	55.85	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
525	5.75	102.51	46.60	55.91	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
526	5.76	102.67	46.70	55.97	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
527	5.77	102.82	46.79	56.03	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
528	5.78	102.98	46.89	56.09	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
529	5.79	103.14	46.99	56.15	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
530	5.80	103.29	47.09	56.21	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
531	5.81	103.45	47.19	56.26	0.90	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
532	5.82	103.61	47.28	56.32	0.90	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
533	5.83	103.76	47.38	56.38	0.90	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
534	5.84	103.92	47.48	56.44	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
535	5.85	104.07	47.58	56.50	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
536	5.86	104.23	47.68	56.55	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
537	5.87	104.39	47.77	56.61	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
538	5.88	104.55	47.87	56.67	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
539	5.89	104.70	47.97	56.73	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
540	5.90	104.86	48.07	56.79	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
541	5.91	105.02	48.17	56.85	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
542	5.92	105.17	48.27	56.91	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
543	5.93	105.33	48.36	56.97	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
544	5.94	105.49	48.46	57.03	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
545	5.95	105.64	48.56	57.09	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
546	5.96	105.80	48.66	57.14	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
547	5.97	105.96	48.76	57.20	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
548	5.98	106.12	48.85	57.26	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
549	5.99	106.27	48.95	57.32	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
550	6.00	106.43	49.05	57.38	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
551	6.01	106.58	49.15	57.44	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
552	6.02	106.74	49.25	57.49	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
553	6.03	106.90	49.34	57.55	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
554	6.04	107.05	49.44	57.61	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
555	6.05	107.21	49.54	57.67	0.90	0.294	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
556	6.06	107.37	49.64	57.73	0.90	0.294	1.43	0.205	1.04	1.00	0.262	No
557	6.07	107.52	49.74	57.79	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
558	6.08	107.68	49.83	57.85	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
559	6.09	107.84	49.93	57.90	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
560	6.10	107.99	50.03	57.96	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
561	6.11	108.15	50.13	58.02	0.90	0.294	1.43	0.206	1.05	1.00	0.262	No
562	6.12	108.32	50.23	58.09	0.90	0.294	1.43	0.206	1.05	1.00	0.260	No
563	6.13	108.48	50.33	58.16	0.90	0.294	1.43	0.206	1.05	1.00	0.260	No
564	6.14	108.65	50.42	58.23	0.90	0.294	1.43	0.206	1.06	1.00	0.247	No
565	6.15	108.82	50.52	58.30	0.90	0.294	1.43	0.206	1.08	1.00	0.214	No
566	6.16	109.00	50.62	58.38	0.90	0.294	1.43	0.206	1.06	1.00	0.239	No
567	6.17	109.17	50.72	58.45	0.90	0.294	1.43	0.206	1.07	1.00	0.224	No
568	6.18	109.34	50.82	58.53	0.90	0.294	1.43	0.206	1.08	1.00	0.214	No

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
σ_v: Total overburden pressure at test point (kPa)
u_0: Water pressure at test point (kPa)
σ_v': Effective overburden pressure based on GWT during earthquake (kPa)
r_d: Nonlinear shear mass factor
CSR: Cyclic Stress Ratio
MSF: Magnitude Scaling Factor
CSR_{eq}: CSR adjusted for M=7.5
K_σ: Effective overburden stress factor
CSR^*: CSR fully adjusted

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
1	0.51	4.97	0.00	1.67	0.58	1.70	68.29	0.00	68.29	4.000	No	No	2.00
2	0.52	5.71	0.00	1.64	0.47	1.70	113.42	0.00	113.42	4.000	No	No	2.00
3	0.53	6.30	0.00	1.63	0.49	1.70	105.87	0.00	105.87	4.000	No	No	2.00
4	0.54	5.46	6.47	1.79	0.50	1.70	97.65	0.97	98.62	4.000	No	No	2.00
5	0.55	4.92	16.16	1.91	0.51	1.70	71.47	23.79	95.27	4.000	No	No	2.00
6	0.56	4.43	25.70	2.03	0.45	1.70	78.52	45.05	123.57	4.000	No	No	2.00
7	0.57	4.34	29.22	2.08	0.45	1.70	72.98	49.09	122.07	4.000	No	No	2.00
8	0.58	4.04	35.54	2.16	0.45	1.70	67.11	54.59	121.70	4.000	No	No	2.00
9	0.59	3.77	41.17	2.23	0.45	1.70	63.25	57.98	121.23	4.000	No	No	2.00
10	0.60	3.54	46.34	2.29	0.46	1.70	59.23	59.97	119.19	4.000	No	No	2.00
11	0.61	3.34	51.04	2.35	0.46	1.70	55.53	61.15	116.69	4.000	No	No	2.00
12	0.62	3.19	54.86	2.40	0.47	1.70	53.19	61.98	115.16	4.000	No	No	2.00
13	0.63	3.08	57.77	2.43	0.47	1.70	51.68	62.53	114.21	4.000	No	No	2.00
14	0.64	3.01	59.67	2.46	0.47	1.70	50.33	62.73	113.06	4.000	No	No	2.00
15	0.65	2.94	61.17	2.48	0.47	1.70	49.49	62.92	112.41	4.000	No	No	2.00
16	0.66	2.88	62.22	2.49	0.47	1.70	48.32	62.87	111.19	4.000	No	No	2.00
17	0.67	2.81	63.56	2.51	0.48	1.70	47.31	62.93	110.25	4.000	No	No	2.00
18	0.68	2.78	64.22	2.52	0.48	1.70	45.97	62.71	108.68	4.000	No	No	2.00
19	0.69	2.80	63.89	2.51	0.48	1.70	46.64	62.82	109.47	4.000	No	No	2.00
20	0.70	2.91	61.50	2.48	0.48	1.70	48.15	62.63	110.79	4.000	No	No	2.00
21	0.71	3.06	58.49	2.44	0.47	1.70	51.84	62.80	114.64	4.000	No	No	2.00
22	0.72	3.21	55.53	2.41	0.46	1.70	54.19	62.49	116.68	4.000	No	No	2.00
23	0.73	3.35	52.91	2.37	0.46	1.70	55.70	61.94	117.64	4.000	No	No	2.00
24	0.74	3.47	50.09	2.34	0.46	1.70	58.55	61.56	120.11	4.000	No	No	2.00
25	0.75	3.61	46.88	2.30	0.45	1.70	60.40	60.54	120.94	4.000	No	No	2.00
26	0.76	3.72	43.93	2.26	0.45	1.70	62.75	59.55	122.30	4.000	No	No	2.00
27	0.77	3.81	41.82	2.24	0.45	1.70	64.09	58.60	122.70	4.000	No	No	2.00
28	0.78	3.84	40.97	2.22	0.45	1.70	64.93	58.25	123.18	4.000	No	No	2.00
29	0.79	3.84	41.42	2.23	0.45	1.70	64.43	58.43	122.86	4.000	No	No	2.00
30	0.80	3.81	42.28	2.24	0.45	1.70	63.92	58.85	122.78	4.000	No	No	2.00
31	0.81	3.75	43.64	2.26	0.45	1.70	63.59	59.59	123.18	4.000	No	No	2.00
32	0.82	3.71	44.62	2.27	0.45	1.70	61.41	59.60	121.01	4.000	No	No	2.00
33	0.83	3.67	45.76	2.28	0.45	1.70	61.74	60.31	122.05	4.000	No	No	2.00
34	0.84	3.66	46.83	2.30	0.45	1.70	61.41	60.77	122.18	4.000	No	No	2.00
35	0.85	3.68	47.47	2.31	0.45	1.70	61.24	61.05	122.29	4.000	No	No	2.00
36	0.86	3.74	47.45	2.31	0.45	1.70	62.58	61.39	123.97	4.000	No	No	2.00
37	0.87	3.81	46.61	2.30	0.45	1.70	64.26	61.40	125.66	4.000	No	No	2.00
38	0.88	3.81	47.38	2.30	0.44	1.70	64.93	61.96	126.89	4.000	No	No	2.00
39	0.89	3.79	48.62	2.32	0.45	1.70	62.41	61.91	124.32	4.000	No	No	2.00
40	0.90	3.79	49.65	2.33	0.45	1.70	63.42	62.65	126.07	4.000	No	No	2.00
41	0.91	3.81	49.73	2.33	0.44	1.70	64.93	63.08	128.01	4.000	No	No	2.00
42	0.92	3.91	48.40	2.32	0.45	1.70	63.59	62.11	125.70	4.000	No	No	2.00
43	0.93	4.04	46.27	2.29	0.44	1.70	68.12	62.22	130.33	4.000	No	No	2.00
44	0.94	4.20	43.62	2.26	0.43	1.70	71.47	61.56	133.04	4.000	No	No	2.00
45	0.95	4.30	41.72	2.23	0.43	1.70	71.98	60.48	132.46	4.000	No	No	2.00
46	0.96	4.34	41.16	2.23	0.43	1.70	73.15	60.39	133.55	4.000	No	No	2.00
47	0.97	4.40	40.97	2.22	0.43	1.70	73.32	60.30	133.62	4.000	No	No	2.00
48	0.98	4.46	41.38	2.23	0.43	1.70	75.00	61.00	135.99	4.000	No	No	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
49	0.99	4.52	41.61	2.23	0.42	1.70	76.00	61.40	137.40	4.000	No	No	2.00
50	1.00	4.61	41.74	2.23	0.42	1.70	76.67	61.65	138.33	4.000	No	No	2.00
51	1.01	4.67	42.62	2.25	0.42	1.70	79.19	62.86	142.05	0.244	No	No	2.00
52	1.02	4.69	44.25	2.27	0.42	1.70	79.02	63.85	142.87	0.248	No	No	2.00
53	1.03	4.67	46.52	2.29	0.42	1.70	78.02	64.90	142.92	0.248	No	No	2.00
54	1.04	4.66	48.43	2.32	0.41	1.70	78.02	65.90	143.92	0.253	No	No	2.00
55	1.05	4.72	50.17	2.34	0.41	1.70	78.69	66.93	145.61	0.262	No	No	2.00
56	1.06	4.80	51.78	2.36	0.40	1.70	81.20	68.34	149.54	0.286	No	No	2.00
57	1.07	4.88	53.50	2.38	0.40	1.70	81.88	69.26	151.13	0.297	No	No	2.00
58	1.08	4.92	55.16	2.40	0.40	1.70	82.38	70.07	152.45	0.306	No	No	2.00
59	1.09	4.95	57.05	2.43	0.40	1.70	83.22	71.02	154.23	0.320	No	No	2.00
60	1.10	4.96	59.25	2.45	0.39	1.70	83.55	71.89	155.44	0.329	No	No	2.00
61	1.11	4.93	61.73	2.48	0.39	1.70	82.88	72.51	155.39	0.329	No	No	2.00
62	1.12	4.90	64.04	2.51	0.40	1.70	82.04	72.96	155.00	0.326	No	No	2.00
63	1.13	4.89	65.96	2.54	0.39	1.70	82.04	73.50	155.54	0.330	No	No	2.00
64	1.14	4.90	67.51	2.56	0.39	1.70	82.38	74.00	156.38	0.337	No	No	2.00
65	1.15	4.92	68.50	2.57	0.39	1.70	82.38	74.25	156.63	0.340	No	No	2.00
66	1.16	4.96	69.08	2.58	0.39	1.70	83.22	74.64	157.85	0.351	No	No	2.00
67	1.17	5.01	69.15	2.58	0.39	1.70	84.22	74.95	159.17	0.363	No	No	2.00
68	1.18	5.06	69.04	2.58	0.39	1.70	84.90	75.11	160.01	0.372	No	No	2.00
69	1.19	5.11	68.68	2.57	0.39	1.70	85.90	75.32	161.22	0.385	No	No	2.00
70	1.20	5.16	68.15	2.56	0.38	1.70	86.91	75.47	162.38	0.398	No	No	2.00
71	1.21	5.21	67.45	2.56	0.38	1.70	87.58	75.49	163.07	0.406	No	No	2.00
72	1.22	5.26	66.51	2.54	0.38	1.70	88.25	75.43	163.68	0.413	No	No	2.00
73	1.23	5.32	65.29	2.53	0.38	1.70	89.26	75.38	164.64	0.425	No	No	2.00
74	1.24	5.41	63.92	2.51	0.38	1.70	90.77	75.41	166.18	0.446	No	No	2.00
75	1.25	5.48	62.73	2.50	0.37	1.70	92.61	75.58	168.19	0.475	No	No	2.00
76	1.26	5.53	61.93	2.49	0.37	1.70	92.95	75.42	168.36	0.478	No	No	2.00
77	1.27	5.55	61.29	2.48	0.37	1.70	92.95	75.21	168.16	0.474	No	No	2.00
78	1.28	5.58	60.73	2.47	0.37	1.70	93.62	75.21	168.83	0.485	No	No	2.00
79	1.29	5.63	60.21	2.47	0.37	1.70	94.63	75.32	169.94	0.503	No	No	2.00
80	1.30	5.66	60.04	2.46	0.37	1.70	95.30	75.45	170.75	0.517	No	No	2.00
81	1.31	5.66	60.06	2.46	0.37	1.70	95.13	75.41	170.54	0.513	No	No	2.00
82	1.32	5.65	60.23	2.47	0.37	1.70	94.96	75.42	170.38	0.510	No	No	2.00
83	1.33	5.64	60.42	2.47	0.37	1.70	94.79	75.44	170.23	0.508	No	No	2.00
84	1.34	5.64	60.62	2.47	0.37	1.70	94.46	75.41	169.87	0.502	No	No	2.00
85	1.35	5.64	60.79	2.47	0.37	1.70	94.79	75.56	170.36	0.510	No	No	2.00
86	1.36	5.65	60.98	2.47	0.37	1.70	95.13	75.72	170.85	0.519	No	No	2.00
87	1.37	5.65	61.23	2.48	0.37	1.70	94.79	75.71	170.50	0.513	No	No	2.00
88	1.38	5.63	61.59	2.48	0.37	1.70	94.63	75.78	170.41	0.511	No	No	2.00
89	1.39	5.62	61.93	2.49	0.37	1.70	94.29	75.79	170.08	0.505	No	No	2.00
90	1.40	5.60	62.18	2.49	0.37	1.70	93.96	75.78	169.74	0.500	No	No	2.00
91	1.41	5.57	62.43	2.49	0.37	1.70	93.62	75.77	169.39	0.494	No	No	2.00
92	1.42	5.53	62.81	2.50	0.37	1.70	92.95	75.69	168.64	0.482	No	No	2.00
93	1.43	5.47	63.43	2.51	0.38	1.70	92.11	75.65	167.76	0.468	No	No	2.00
94	1.44	5.40	64.11	2.51	0.38	1.70	90.60	75.42	166.02	0.443	No	No	2.00
95	1.45	5.30	64.88	2.52	0.38	1.70	89.09	75.22	164.30	0.421	No	No	2.00
96	1.46	5.19	65.80	2.54	0.38	1.70	87.24	74.95	162.19	0.395	No	No	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
97	1.47	5.08	66.95	2.55	0.39	1.70	85.23	74.68	159.91	0.371	No	No	2.00
98	1.48	4.96	68.14	2.56	0.39	1.70	83.22	74.40	157.62	0.348	No	No	2.00
99	1.49	4.85	69.31	2.58	0.39	1.70	81.54	74.21	155.74	0.332	No	No	2.00
100	1.50	4.75	70.51	2.59	0.40	1.70	79.69	73.95	153.65	0.315	No	No	2.00
101	1.51	4.67	71.38	2.60	0.40	1.70	77.85	0.00	77.85	4.000	No	Yes	2.00
102	1.52	4.64	71.83	2.61	0.40	1.70	77.85	0.00	77.85	4.000	No	Yes	2.00
103	1.53	4.57	71.16	2.60	0.40	1.70	77.85	0.00	77.85	4.000	No	Yes	2.00
104	1.54	4.51	70.37	2.59	0.41	1.70	74.66	72.45	147.11	0.271	No	No	1.88
105	1.55	4.44	69.35	2.58	0.41	1.70	74.49	72.17	146.66	0.268	No	No	1.85
106	1.56	4.44	68.92	2.57	0.41	1.70	74.66	72.11	146.77	0.269	No	No	1.85
107	1.57	4.44	68.52	2.57	0.41	1.70	74.66	72.02	146.68	0.268	No	No	1.84
108	1.58	4.40	68.49	2.57	0.41	1.70	74.33	71.91	146.24	0.266	No	No	1.82
109	1.59	4.34	68.87	2.57	0.41	1.70	72.82	71.57	144.38	0.256	No	No	1.73
110	1.60	4.23	69.72	2.58	0.42	1.70	71.47	71.38	142.85	0.248	No	No	1.66
111	1.61	4.14	70.46	2.59	0.42	1.70	68.96	70.81	139.76	0.234	No	No	1.54
112	1.62	4.06	71.14	2.60	0.42	1.70	68.29	0.00	68.29	4.000	No	Yes	2.00
113	1.63	4.03	71.42	2.61	0.42	1.70	67.45	0.00	67.45	4.000	No	Yes	2.00
114	1.64	3.97	71.67	2.61	0.42	1.70	67.11	0.00	67.11	4.000	No	Yes	2.00
115	1.65	3.92	71.92	2.61	0.43	1.70	65.60	0.00	65.60	4.000	No	Yes	2.00
116	1.66	3.83	72.44	2.62	0.43	1.70	64.59	0.00	64.59	4.000	No	Yes	2.00
117	1.67	3.74	73.25	2.63	0.43	1.70	62.58	0.00	62.58	4.000	No	Yes	2.00
118	1.68	3.64	74.58	2.64	0.44	1.70	61.41	0.00	61.41	4.000	No	Yes	2.00
119	1.69	3.57	75.77	2.66	0.44	1.70	59.23	0.00	59.23	4.000	No	Yes	2.00
120	1.70	3.54	76.35	2.67	0.44	1.70	58.89	0.00	58.89	4.000	No	Yes	2.00
121	1.71	3.58	76.18	2.66	0.44	1.70	60.23	0.00	60.23	4.000	No	Yes	2.00
122	1.72	3.64	75.66	2.66	0.44	1.70	60.90	0.00	60.90	4.000	No	Yes	2.00
123	1.73	3.69	75.34	2.65	0.43	1.70	62.08	0.00	62.08	4.000	No	Yes	2.00
124	1.74	3.75	75.02	2.65	0.43	1.70	62.92	0.00	62.92	4.000	No	Yes	2.00
125	1.75	3.77	74.98	2.65	0.43	1.70	63.59	0.00	63.59	4.000	No	Yes	2.00
126	1.76	3.77	75.17	2.65	0.43	1.70	63.42	0.00	63.42	4.000	No	Yes	2.00
127	1.77	3.74	75.64	2.66	0.43	1.70	62.92	0.00	62.92	4.000	No	Yes	2.00
128	1.78	3.72	75.85	2.66	0.43	1.70	62.25	0.00	62.25	4.000	No	Yes	2.00
129	1.79	3.73	75.52	2.66	0.43	1.70	62.41	0.00	62.41	4.000	No	Yes	2.00
130	1.80	3.75	74.98	2.65	0.43	1.70	63.25	0.00	63.25	4.000	No	Yes	2.00
131	1.81	3.76	74.30	2.64	0.43	1.70	63.08	0.00	63.08	4.000	No	Yes	2.00
132	1.82	3.77	73.71	2.63	0.43	1.70	63.08	0.00	63.08	4.000	No	Yes	2.00
133	1.83	3.79	72.80	2.62	0.43	1.70	63.42	0.00	63.42	4.000	No	Yes	2.00
134	1.84	3.55	74.01	2.64	0.43	1.70	64.26	0.00	64.26	4.000	No	Yes	2.00
135	1.85	3.58	72.42	2.62	0.46	1.70	51.00	0.00	51.00	4.000	No	Yes	2.00
136	1.86	3.62	70.63	2.60	0.43	1.70	65.10	69.72	134.82	0.214	No	No	1.32
137	1.87	3.95	66.75	2.55	0.43	1.70	66.27	69.16	135.43	0.216	No	No	1.33
138	1.88	3.98	65.43	2.53	0.43	1.70	67.28	69.12	136.40	0.220	No	No	1.36
139	1.89	3.97	64.49	2.52	0.43	1.70	66.94	68.77	135.72	0.217	No	No	1.33
140	1.90	3.93	63.90	2.51	0.43	1.70	65.43	68.18	133.62	0.209	No	No	1.28
141	1.91	3.89	63.47	2.51	0.43	1.70	65.27	68.02	133.28	0.208	No	No	1.26
142	1.92	3.88	62.83	2.50	0.43	1.70	64.93	67.75	132.68	0.206	No	No	1.25
143	1.93	3.89	62.25	2.49	0.43	1.70	65.27	67.68	132.95	0.207	No	No	1.25
144	1.94	3.91	61.88	2.49	0.43	1.70	65.77	67.72	133.48	0.209	No	No	1.26

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
145	1.95	3.91	62.16	2.49	0.43	1.70	65.77	67.80	133.56	0.209	No	No	1.26
146	1.96	3.89	62.77	2.50	0.43	1.70	65.27	67.83	133.09	0.208	No	No	1.25
147	1.97	3.89	63.34	2.50	0.43	1.70	65.10	67.94	133.04	0.207	No	No	1.25
148	1.98	3.92	63.94	2.51	0.43	1.70	65.77	68.29	134.06	0.211	No	No	1.27
149	1.99	3.95	64.41	2.52	0.43	1.70	66.44	68.61	135.05	0.215	No	No	1.29
150	2.00	3.97	65.12	2.53	0.43	1.70	66.94	68.94	135.88	0.218	No	No	1.32
151	2.01	3.96	65.80	2.53	0.43	1.70	66.61	69.02	135.63	0.217	No	No	1.31
152	2.02	3.92	66.68	2.55	0.43	1.70	65.94	69.05	134.98	0.214	No	No	1.29
153	2.03	3.88	67.55	2.56	0.43	1.70	65.10	69.02	134.11	0.211	No	No	1.26
154	2.04	3.83	68.61	2.57	0.43	1.70	64.59	69.12	133.71	0.210	No	No	1.25
155	2.05	3.78	69.80	2.58	0.43	1.70	63.42	69.05	132.47	0.206	No	No	1.22
156	2.06	3.71	71.11	2.60	0.44	1.70	62.25	0.00	62.25	4.000	No	Yes	2.00
157	2.07	3.65	72.24	2.62	0.44	1.70	61.24	0.00	61.24	4.000	No	Yes	2.00
158	2.08	3.61	73.03	2.63	0.44	1.70	60.40	0.00	60.40	4.000	No	Yes	2.00
159	2.09	3.57	73.68	2.63	0.44	1.70	60.23	0.00	60.23	4.000	No	Yes	2.00
160	2.10	3.56	73.94	2.64	0.44	1.70	59.39	0.00	59.39	4.000	No	Yes	2.00
161	2.11	3.55	74.01	2.64	0.44	1.70	59.56	0.00	59.56	4.000	No	Yes	2.00
162	2.12	3.57	73.59	2.63	0.44	1.70	59.73	0.00	59.73	4.000	No	Yes	2.00
163	2.13	3.60	72.94	2.62	0.44	1.70	60.40	0.00	60.40	4.000	No	Yes	2.00
164	2.14	3.65	72.18	2.61	0.44	1.70	61.41	0.00	61.41	4.000	No	Yes	2.00
165	2.15	3.75	70.67	2.60	0.44	1.70	62.08	68.85	130.92	0.201	No	No	1.16
166	2.16	3.86	69.09	2.58	0.43	1.70	65.43	69.47	134.91	0.214	No	No	1.26
167	2.17	3.96	67.68	2.56	0.43	1.70	66.85	69.55	136.40	0.220	No	No	1.30
168	2.18	3.94	67.75	2.56	0.43	1.70	66.77	69.55	136.32	0.219	No	No	1.30
169	2.19	3.85	68.83	2.57	0.43	1.70	64.76	69.22	133.98	0.211	No	No	1.23
170	2.20	3.75	70.21	2.59	0.44	1.70	62.41	68.85	131.26	0.202	No	No	1.16
171	2.21	3.65	71.80	2.61	0.44	1.70	61.91	0.00	61.91	4.000	No	Yes	2.00
172	2.22	3.60	72.95	2.62	0.44	1.70	59.73	0.00	59.73	4.000	No	Yes	2.00
173	2.23	3.54	74.09	2.64	0.44	1.70	59.39	0.00	59.39	4.000	No	Yes	2.00
174	2.24	3.49	74.92	2.65	0.44	1.70	58.89	0.00	58.89	4.000	No	Yes	2.00
175	2.25	3.44	75.66	2.66	0.45	1.70	57.55	0.00	57.55	4.000	No	Yes	2.00
176	2.26	3.36	76.68	2.67	0.45	1.70	56.71	0.00	56.71	4.000	No	Yes	2.00
177	2.27	3.21	78.49	2.69	0.45	1.70	54.70	0.00	54.70	4.000	No	Yes	2.00
178	2.28	3.05	80.64	2.72	0.46	1.70	50.00	0.00	50.00	4.000	No	Yes	2.00
179	2.29	2.86	83.41	2.76	0.47	1.70	48.66	0.00	48.66	4.000	No	Yes	2.00
180	2.30	2.72	85.84	2.79	0.47	1.70	45.47	0.00	45.47	4.000	No	Yes	2.00
181	2.31	2.56	88.97	2.82	0.48	1.70	42.95	0.00	42.95	4.000	No	Yes	2.00
182	2.32	2.41	91.79	2.86	0.49	1.70	40.27	0.00	40.27	4.000	No	Yes	2.00
183	2.33	2.28	93.75	2.88	0.49	1.70	38.09	0.00	38.09	4.000	No	Yes	2.00
184	2.34	2.21	94.14	2.89	0.50	1.70	36.24	0.00	36.24	4.000	No	Yes	2.00
185	2.35	2.19	93.15	2.88	0.50	1.70	36.74	0.00	36.74	4.000	No	Yes	2.00
186	2.36	2.21	91.83	2.86	0.49	1.70	37.25	0.00	37.25	4.000	No	Yes	2.00
187	2.37	2.24	90.17	2.84	0.49	1.70	37.08	0.00	37.08	4.000	No	Yes	2.00
188	2.38	2.28	88.30	2.82	0.49	1.70	38.25	0.00	38.25	4.000	No	Yes	2.00
189	2.39	2.39	84.65	2.77	0.49	1.70	39.26	0.00	39.26	4.000	No	Yes	2.00
190	2.40	2.53	80.74	2.72	0.48	1.70	42.78	0.00	42.78	4.000	No	Yes	2.00
191	2.41	2.68	76.70	2.67	0.48	1.70	45.13	0.00	45.13	4.000	No	Yes	2.00
192	2.42	2.78	74.13	2.64	0.47	1.70	46.98	0.00	46.98	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
193	2.43	2.84	72.49	2.62	0.47	1.70	47.82	0.00	47.82	4.000	No	Yes	2.00
194	2.44	2.86	71.66	2.61	0.47	1.70	48.15	0.00	48.15	4.000	No	Yes	2.00
195	2.45	2.82	71.94	2.61	0.47	1.70	47.82	0.00	47.82	4.000	No	Yes	2.00
196	2.46	2.75	72.93	2.62	0.48	1.70	45.64	0.00	45.64	4.000	No	Yes	2.00
197	2.47	2.67	74.49	2.64	0.48	1.70	44.63	0.00	44.63	4.000	No	Yes	2.00
198	2.48	2.64	75.49	2.66	0.48	1.70	44.13	0.00	44.13	4.000	No	Yes	2.00
199	2.49	2.63	75.97	2.66	0.48	1.70	43.96	0.00	43.96	4.000	No	Yes	2.00
200	2.50	2.62	76.09	2.66	0.48	1.70	43.96	0.00	43.96	4.000	No	Yes	2.00
201	2.51	2.64	75.54	2.66	0.48	1.70	43.96	0.00	43.96	4.000	No	Yes	2.00
202	2.52	2.63	76.13	2.66	0.48	1.70	44.96	0.00	44.96	4.000	No	Yes	2.00
203	2.53	2.60	77.27	2.68	0.48	1.70	43.29	0.00	43.29	4.000	No	Yes	2.00
204	2.54	2.53	79.57	2.71	0.48	1.70	42.45	0.00	42.45	4.000	No	Yes	2.00
205	2.55	2.47	81.30	2.73	0.49	1.70	41.44	0.00	41.44	4.000	No	Yes	2.00
206	2.56	2.43	82.62	2.75	0.49	1.70	40.43	0.00	40.43	4.000	No	Yes	2.00
207	2.57	2.40	83.44	2.76	0.49	1.70	40.10	0.00	40.10	4.000	No	Yes	2.00
208	2.58	2.35	84.33	2.77	0.49	1.70	39.93	0.00	39.93	4.000	No	Yes	2.00
209	2.59	2.28	85.79	2.78	0.49	1.70	38.09	0.00	38.09	4.000	No	Yes	2.00
210	2.60	2.16	88.16	2.81	0.50	1.70	36.41	0.00	36.41	4.000	No	Yes	2.00
211	2.61	2.02	91.43	2.86	0.50	1.70	34.23	0.00	34.23	4.000	No	Yes	2.00
212	2.62	1.90	94.55	2.89	0.51	1.70	31.04	0.00	31.04	4.000	No	Yes	2.00
213	2.63	1.81	97.05	2.93	0.51	1.70	30.20	0.00	30.20	4.000	No	Yes	2.00
214	2.64	1.76	98.25	2.94	0.52	1.70	29.53	0.00	29.53	4.000	No	Yes	2.00
215	2.65	1.73	98.86	2.95	0.52	1.70	28.86	0.00	28.86	4.000	No	Yes	2.00
216	2.66	1.70	99.15	2.95	0.52	1.70	28.52	0.00	28.52	4.000	No	Yes	2.00
217	2.67	1.67	98.94	2.95	0.52	1.70	27.85	0.00	27.85	4.000	No	Yes	2.00
218	2.68	1.69	97.14	2.93	0.52	1.70	27.52	0.00	27.52	4.000	No	Yes	2.00
219	2.69	1.75	94.34	2.89	0.52	1.70	29.36	0.00	29.36	4.000	No	Yes	2.00
220	2.70	1.83	90.86	2.85	0.51	1.70	30.70	0.00	30.70	4.000	No	Yes	2.00
221	2.71	1.90	88.22	2.82	0.51	1.70	31.88	0.00	31.88	4.000	No	Yes	2.00
222	2.72	1.92	86.59	2.79	0.51	1.70	32.55	0.00	32.55	4.000	No	Yes	2.00
223	2.73	1.91	85.73	2.78	0.51	1.70	31.88	0.00	31.88	4.000	No	Yes	2.00
224	2.74	1.83	86.63	2.80	0.51	1.70	31.21	0.00	31.21	4.000	No	Yes	2.00
225	2.75	1.76	87.75	2.81	0.52	1.70	28.86	0.00	28.86	4.000	No	Yes	2.00
226	2.76	1.69	89.03	2.83	0.52	1.70	28.02	0.00	28.02	4.000	No	Yes	2.00
227	2.77	1.66	89.76	2.83	0.52	1.70	27.85	0.00	27.85	4.000	No	Yes	2.00
228	2.78	1.65	90.56	2.84	0.52	1.70	27.52	0.00	27.52	4.000	No	Yes	2.00
229	2.79	1.63	91.34	2.85	0.52	1.70	27.18	0.00	27.18	4.000	No	Yes	2.00
230	2.80	1.66	89.98	2.84	0.53	1.70	27.01	0.00	27.01	4.000	No	Yes	2.00
231	2.81	1.71	87.51	2.81	0.52	1.70	28.69	0.00	28.69	4.000	No	Yes	2.00
232	2.82	1.79	84.04	2.76	0.52	1.70	29.53	0.00	29.53	4.000	No	Yes	2.00
233	2.83	1.88	81.47	2.73	0.52	1.70	31.04	0.00	31.04	4.000	No	Yes	2.00
234	2.84	1.97	79.44	2.71	0.51	1.70	33.22	0.00	33.22	4.000	No	Yes	2.00
235	2.85	2.04	78.06	2.69	0.51	1.70	34.06	0.00	34.06	4.000	No	Yes	2.00
236	2.86	2.14	75.87	2.66	0.51	1.70	34.84	0.00	34.84	4.000	No	Yes	2.00
237	2.87	2.23	73.67	2.63	0.50	1.68	37.66	0.00	37.66	4.000	No	Yes	2.00
238	2.88	2.30	71.60	2.61	0.50	1.68	38.09	0.00	38.09	4.000	No	Yes	2.00
239	2.89	2.27	71.61	2.61	0.50	1.68	38.05	0.00	38.05	4.000	No	Yes	2.00
240	2.90	2.21	72.69	2.62	0.50	1.68	36.22	0.00	36.22	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
241	2.91	2.11	74.93	2.65	0.51	1.69	34.97	0.00	34.97	4.000	No	Yes	2.00
242	2.92	2.02	77.61	2.68	0.51	1.69	33.55	0.00	33.55	4.000	No	Yes	2.00
243	2.93	1.89	81.72	2.73	0.51	1.69	31.92	0.00	31.92	4.000	No	Yes	2.00
244	2.94	1.76	86.09	2.79	0.52	1.70	28.69	0.00	28.69	4.000	No	Yes	2.00
245	2.95	1.64	90.54	2.84	0.52	1.70	27.35	0.00	27.35	4.000	No	Yes	2.00
246	2.96	1.55	94.29	2.89	0.53	1.70	26.17	0.00	26.17	4.000	No	Yes	2.00
247	2.97	1.48	97.39	2.93	0.53	1.70	24.16	0.00	24.16	4.000	No	Yes	2.00
248	2.98	1.39	100.00	2.97	0.53	1.70	23.49	0.00	23.49	4.000	No	Yes	2.00
249	2.99	1.32	100.00	3.00	0.54	1.70	21.98	0.00	21.98	4.000	No	Yes	2.00
250	3.00	1.27	100.00	3.02	0.54	1.70	20.64	0.00	20.64	4.000	No	Yes	2.00
251	3.01	1.25	100.00	3.02	0.54	1.70	20.80	0.00	20.80	4.000	No	Yes	2.00
252	3.02	1.25	100.00	3.01	0.54	1.70	20.97	0.00	20.97	4.000	No	Yes	2.00
253	3.03	1.23	100.00	3.01	0.54	1.70	20.47	0.00	20.47	4.000	No	Yes	2.00
254	3.04	1.21	100.00	3.02	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
255	3.05	1.19	100.00	3.02	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
256	3.06	1.19	100.00	3.00	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
257	3.07	1.19	100.00	2.99	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
258	3.08	1.18	100.00	2.98	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
259	3.09	1.17	100.00	2.96	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
260	3.10	1.18	98.63	2.95	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
261	3.11	1.24	96.05	2.91	0.55	1.70	20.13	0.00	20.13	4.000	No	Yes	2.00
262	3.12	1.32	92.44	2.87	0.54	1.70	21.81	0.00	21.81	4.000	No	Yes	2.00
263	3.13	1.44	87.94	2.81	0.54	1.69	23.59	0.00	23.59	4.000	No	Yes	2.00
264	3.14	1.56	83.46	2.76	0.53	1.68	25.60	0.00	25.60	4.000	No	Yes	2.00
265	3.15	1.69	79.03	2.70	0.53	1.68	27.44	0.00	27.44	4.000	No	Yes	2.00
266	3.16	1.77	76.58	2.67	0.52	1.66	29.71	0.00	29.71	4.000	No	Yes	2.00
267	3.17	1.80	75.88	2.66	0.52	1.66	29.54	0.00	29.54	4.000	No	Yes	2.00
268	3.18	1.73	78.13	2.69	0.52	1.66	28.88	0.00	28.88	4.000	No	Yes	2.00
269	3.19	1.62	81.44	2.73	0.53	1.67	26.40	0.00	26.40	4.000	No	Yes	2.00
270	3.20	1.51	85.55	2.78	0.53	1.68	24.66	0.00	24.66	4.000	No	Yes	2.00
271	3.21	1.43	89.24	2.83	0.54	1.68	23.53	0.00	23.53	4.000	No	Yes	2.00
272	3.22	1.39	91.84	2.86	0.54	1.68	22.57	0.00	22.57	4.000	No	Yes	2.00
273	3.23	1.36	93.41	2.88	0.54	1.68	22.38	0.00	22.38	4.000	No	Yes	2.00
274	3.24	1.38	93.10	2.88	0.54	1.68	22.36	0.00	22.36	4.000	No	Yes	2.00
275	3.25	1.41	92.43	2.87	0.54	1.67	23.26	0.00	23.26	4.000	No	Yes	2.00
276	3.26	1.44	91.75	2.86	0.54	1.67	23.55	0.00	23.55	4.000	No	Yes	2.00
277	3.27	1.46	91.86	2.86	0.54	1.67	23.68	0.00	23.68	4.000	No	Yes	2.00
278	3.28	1.47	92.02	2.86	0.53	1.66	23.96	0.00	23.96	4.000	No	Yes	2.00
279	3.29	1.48	92.38	2.87	0.53	1.66	24.24	0.00	24.24	4.000	No	Yes	2.00
280	3.30	1.49	92.27	2.87	0.53	1.66	23.91	0.00	23.91	4.000	No	Yes	2.00
281	3.31	1.51	91.87	2.86	0.53	1.65	24.49	0.00	24.49	4.000	No	Yes	2.00
282	3.32	1.54	90.83	2.85	0.53	1.65	24.93	0.00	24.93	4.000	No	Yes	2.00
283	3.33	1.59	89.00	2.83	0.53	1.65	25.36	0.00	25.36	4.000	No	Yes	2.00
284	3.34	1.65	87.16	2.80	0.53	1.64	26.85	0.00	26.85	4.000	No	Yes	2.00
285	3.35	1.71	85.40	2.78	0.52	1.64	27.43	0.00	27.43	4.000	No	Yes	2.00
286	3.36	1.74	84.46	2.77	0.52	1.63	28.01	0.00	28.01	4.000	No	Yes	2.00
287	3.37	1.75	84.66	2.77	0.52	1.63	28.42	0.00	28.42	4.000	No	Yes	2.00
288	3.38	1.72	85.83	2.79	0.52	1.63	27.64	0.00	27.64	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
289	3.39	1.67	87.72	2.81	0.53	1.63	26.71	0.00	26.71	4.000	No	Yes	2.00
290	3.40	1.58	90.44	2.84	0.53	1.63	25.92	0.00	25.92	4.000	No	Yes	2.00
291	3.41	1.49	93.51	2.88	0.54	1.64	23.62	0.00	23.62	4.000	No	Yes	2.00
292	3.42	1.39	96.89	2.92	0.54	1.64	22.37	0.00	22.37	4.000	No	Yes	2.00
293	3.43	1.31	99.85	2.96	0.54	1.64	21.43	0.00	21.43	4.000	No	Yes	2.00
294	3.44	1.25	100.00	2.99	0.55	1.65	19.88	0.00	19.88	4.000	No	Yes	2.00
295	3.45	1.20	100.00	3.02	0.55	1.65	19.39	0.00	19.39	4.000	No	Yes	2.00
296	3.46	1.15	100.00	3.04	0.55	1.65	19.07	0.00	19.07	4.000	No	Yes	2.00
297	3.47	1.10	100.00	3.06	0.55	1.66	17.51	0.00	17.51	4.000	No	Yes	2.00
298	3.48	1.04	100.00	3.08	0.56	1.66	16.87	0.00	16.87	4.000	No	Yes	2.00
299	3.49	1.02	100.00	3.09	0.56	1.66	16.54	0.00	16.54	4.000	No	Yes	2.00
300	3.50	1.02	100.00	3.09	0.56	1.66	16.52	0.00	16.52	4.000	No	Yes	2.00
301	3.51	1.06	100.00	3.04	0.56	1.66	16.50	0.00	16.50	4.000	No	Yes	2.00
302	3.52	1.05	100.00	3.02	0.55	1.64	18.34	0.00	18.34	4.000	No	Yes	2.00
303	3.53	1.04	100.00	3.00	0.56	1.65	16.32	0.00	16.32	4.000	No	Yes	2.00
304	3.54	0.98	100.00	3.04	0.56	1.65	15.68	0.00	15.68	4.000	No	Yes	2.00
305	3.55	0.95	100.00	3.06	0.56	1.65	15.35	0.00	15.35	4.000	No	Yes	2.00
306	3.56	0.92	100.00	3.07	0.56	1.66	14.71	0.00	14.71	4.000	No	Yes	2.00
307	3.57	0.91	100.00	3.08	0.57	1.66	14.39	0.00	14.39	4.000	No	Yes	2.00
308	3.58	0.92	100.00	3.06	0.57	1.65	14.37	0.00	14.37	4.000	No	Yes	2.00
309	3.59	0.95	100.00	3.04	0.56	1.65	15.14	0.00	15.14	4.000	No	Yes	2.00
310	3.60	0.98	100.00	3.01	0.56	1.65	15.43	0.00	15.43	4.000	No	Yes	2.00
311	3.61	1.00	100.00	3.00	0.56	1.64	15.57	0.00	15.57	4.000	No	Yes	2.00
312	3.62	1.01	100.00	2.98	0.56	1.64	15.86	0.00	15.86	4.000	No	Yes	2.00
313	3.63	1.01	100.00	2.97	0.56	1.64	15.85	0.00	15.85	4.000	No	Yes	2.00
314	3.64	1.00	100.00	2.97	0.56	1.64	15.83	0.00	15.83	4.000	No	Yes	2.00
315	3.65	0.99	100.00	2.97	0.56	1.64	15.36	0.00	15.36	4.000	No	Yes	2.00
316	3.66	0.98	100.00	2.97	0.56	1.64	15.19	0.00	15.19	4.000	No	Yes	2.00
317	3.67	0.98	99.35	2.95	0.56	1.64	15.33	0.00	15.33	4.000	No	Yes	2.00
318	3.68	1.03	96.53	2.92	0.56	1.63	15.48	0.00	15.48	4.000	No	Yes	2.00
319	3.69	1.09	92.99	2.87	0.56	1.63	17.00	0.00	17.00	4.000	No	Yes	2.00
320	3.70	1.17	88.57	2.82	0.56	1.62	17.92	0.00	17.92	4.000	No	Yes	2.00
321	3.71	1.26	84.17	2.76	0.55	1.62	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
322	3.72	1.34	80.93	2.72	0.55	1.60	21.53	0.00	21.53	4.000	No	Yes	2.00
323	3.73	1.40	78.72	2.70	0.55	1.60	21.82	0.00	21.82	4.000	No	Yes	2.00
324	3.74	1.44	78.21	2.69	0.54	1.60	22.54	0.00	22.54	4.000	No	Yes	2.00
325	3.75	1.47	77.79	2.68	0.54	1.59	23.26	0.00	23.26	4.000	No	Yes	2.00
326	3.76	1.51	77.58	2.68	0.54	1.59	23.54	0.00	23.54	4.000	No	Yes	2.00
327	3.77	1.51	78.04	2.69	0.54	1.59	23.95	0.00	23.95	4.000	No	Yes	2.00
328	3.78	1.49	79.21	2.70	0.54	1.59	23.49	0.00	23.49	4.000	No	Yes	2.00
329	3.79	1.44	81.83	2.74	0.54	1.59	22.71	0.00	22.71	4.000	No	Yes	2.00
330	3.80	1.36	85.33	2.78	0.54	1.59	21.35	0.00	21.35	4.000	No	Yes	2.00
331	3.81	1.26	90.15	2.84	0.55	1.59	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
332	3.82	1.18	94.92	2.90	0.55	1.60	18.29	0.00	18.29	4.000	No	Yes	2.00
333	3.83	1.11	99.48	2.96	0.55	1.60	17.36	0.00	17.36	4.000	No	Yes	2.00
334	3.84	1.04	100.00	3.02	0.56	1.60	16.59	0.00	16.59	4.000	No	Yes	2.00
335	3.85	0.99	100.00	3.07	0.56	1.61	14.76	0.00	14.76	4.000	No	Yes	2.00
336	3.86	0.96	100.00	3.09	0.57	1.61	14.45	0.00	14.45	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
337	3.87	0.97	100.00	3.07	0.56	1.61	14.73	0.00	14.73	4.000	No	Yes	2.00
338	3.88	0.99	100.00	3.05	0.56	1.60	14.87	0.00	14.87	4.000	No	Yes	2.00
339	3.89	1.00	100.00	3.03	0.56	1.60	15.01	0.00	15.01	4.000	No	Yes	2.00
340	3.90	0.95	100.00	3.05	0.56	1.60	15.15	0.00	15.15	4.000	No	Yes	2.00
341	3.91	1.00	100.00	3.00	0.57	1.61	12.55	0.00	12.55	4.000	No	Yes	2.00
342	3.92	1.08	98.48	2.94	0.55	1.58	17.52	0.00	17.52	4.000	No	Yes	2.00
343	3.93	1.21	91.82	2.86	0.55	1.58	18.41	0.00	18.41	4.000	No	Yes	2.00
344	3.94	1.18	92.30	2.87	0.55	1.58	18.69	0.00	18.69	4.000	No	Yes	2.00
345	3.95	1.09	95.14	2.90	0.56	1.59	16.44	0.00	16.44	4.000	No	Yes	2.00
346	3.96	0.98	99.78	2.96	0.56	1.59	15.06	0.00	15.06	4.000	No	Yes	2.00
347	3.97	0.90	100.00	3.01	0.57	1.59	14.15	0.00	14.15	4.000	No	Yes	2.00
348	3.98	0.83	100.00	3.07	0.57	1.60	12.77	0.00	12.77	4.000	No	Yes	2.00
349	3.99	0.76	100.00	3.13	0.57	1.60	12.00	0.00	12.00	4.000	No	Yes	2.00
350	4.00	0.70	100.00	3.19	0.58	1.60	10.92	0.00	10.92	4.000	No	Yes	2.00
351	4.01	0.66	100.00	3.24	0.58	1.61	9.99	0.00	9.99	4.000	No	Yes	2.00
352	4.02	0.63	100.00	3.26	0.58	1.61	9.68	0.00	9.68	4.000	No	Yes	2.00
353	4.03	0.63	100.00	3.25	0.58	1.61	9.51	0.00	9.51	4.000	No	Yes	2.00
354	4.04	0.63	100.00	3.24	0.58	1.61	9.51	0.00	9.51	4.000	No	Yes	2.00
355	4.05	0.64	100.00	3.22	0.58	1.60	9.65	0.00	9.65	4.000	No	Yes	2.00
356	4.06	0.66	100.00	3.20	0.58	1.60	9.79	0.00	9.79	4.000	No	Yes	2.00
357	4.07	0.67	100.00	3.17	0.58	1.60	10.09	0.00	10.09	4.000	No	Yes	2.00
358	4.08	0.70	100.00	3.13	0.58	1.59	10.39	0.00	10.39	4.000	No	Yes	2.00
359	4.09	0.72	100.00	3.09	0.58	1.59	10.84	0.00	10.84	4.000	No	Yes	2.00
360	4.10	0.74	100.00	3.06	0.58	1.59	11.13	0.00	11.13	4.000	No	Yes	2.00
361	4.11	0.76	100.00	3.02	0.58	1.59	11.12	0.00	11.12	4.000	No	Yes	2.00
362	4.12	0.77	100.00	3.00	0.58	1.58	11.56	0.00	11.56	4.000	No	Yes	2.00
363	4.13	0.78	100.00	2.98	0.58	1.58	11.55	0.00	11.55	4.000	No	Yes	2.00
364	4.14	0.81	99.77	2.96	0.58	1.58	11.85	0.00	11.85	4.000	No	Yes	2.00
365	4.15	0.86	96.72	2.92	0.57	1.58	12.59	0.00	12.59	4.000	No	Yes	2.00
366	4.16	0.91	93.87	2.89	0.57	1.57	13.64	0.00	13.64	4.000	No	Yes	2.00
367	4.17	0.96	91.68	2.86	0.57	1.57	14.08	0.00	14.08	4.000	No	Yes	2.00
368	4.18	1.00	89.89	2.84	0.57	1.56	14.66	0.00	14.66	4.000	No	Yes	2.00
369	4.19	1.05	88.63	2.82	0.56	1.56	15.84	0.00	15.84	4.000	No	Yes	2.00
370	4.20	1.08	88.40	2.82	0.56	1.55	16.27	0.00	16.27	4.000	No	Yes	2.00
371	4.21	1.07	90.19	2.84	0.56	1.55	16.39	0.00	16.39	4.000	No	Yes	2.00
372	4.22	1.03	93.43	2.88	0.56	1.55	15.63	0.00	15.63	4.000	No	Yes	2.00
373	4.23	0.99	96.69	2.92	0.57	1.56	14.44	0.00	14.44	4.000	No	Yes	2.00
374	4.24	0.96	98.97	2.95	0.57	1.55	14.27	0.00	14.27	4.000	No	Yes	2.00
375	4.25	0.95	99.93	2.96	0.57	1.55	14.26	0.00	14.26	4.000	No	Yes	2.00
376	4.26	0.95	100.00	2.97	0.57	1.55	14.10	0.00	14.10	4.000	No	Yes	2.00
377	4.27	0.95	100.00	2.97	0.57	1.55	14.23	0.00	14.23	4.000	No	Yes	2.00
378	4.28	0.96	100.00	2.97	0.57	1.55	14.37	0.00	14.37	4.000	No	Yes	2.00
379	4.29	0.95	100.00	2.98	0.57	1.55	14.35	0.00	14.35	4.000	No	Yes	2.00
380	4.30	0.93	100.00	3.00	0.57	1.55	13.90	0.00	13.90	4.000	No	Yes	2.00
381	4.31	0.90	100.00	3.02	0.57	1.55	13.45	0.00	13.45	4.000	No	Yes	2.00
382	4.32	0.85	100.00	3.06	0.57	1.55	12.99	0.00	12.99	4.000	No	Yes	2.00
383	4.33	0.78	100.00	3.12	0.57	1.55	11.95	0.00	11.95	4.000	No	Yes	2.00
384	4.34	0.70	100.00	3.19	0.58	1.56	10.01	0.00	10.01	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
385	4.35	0.64	100.00	3.24	0.58	1.56	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
386	4.36	0.63	100.00	3.25	0.59	1.56	9.24	0.00	9.24	4.000	No	Yes	2.00
387	4.37	0.63	100.00	3.24	0.58	1.56	9.38	0.00	9.38	4.000	No	Yes	2.00
388	4.38	0.63	100.00	3.22	0.58	1.56	9.52	0.00	9.52	4.000	No	Yes	2.00
389	4.39	0.63	100.00	3.22	0.58	1.56	9.37	0.00	9.37	4.000	No	Yes	2.00
390	4.40	0.62	100.00	3.22	0.59	1.56	9.21	0.00	9.21	4.000	No	Yes	2.00
391	4.41	0.60	100.00	3.23	0.59	1.56	8.90	0.00	8.90	4.000	No	Yes	2.00
392	4.42	0.58	100.00	3.24	0.59	1.56	8.60	0.00	8.60	4.000	No	Yes	2.00
393	4.43	0.56	100.00	3.24	0.59	1.56	8.29	0.00	8.29	4.000	No	Yes	2.00
394	4.44	0.54	100.00	3.23	0.59	1.56	7.98	0.00	7.98	4.000	No	Yes	2.00
395	4.45	0.54	100.00	3.21	0.59	1.56	7.83	0.00	7.83	4.000	No	Yes	2.00
396	4.46	0.54	100.00	3.20	0.59	1.55	7.97	0.00	7.97	4.000	No	Yes	2.00
397	4.47	0.54	100.00	3.19	0.59	1.55	7.97	0.00	7.97	4.000	No	Yes	2.00
398	4.48	0.54	100.00	3.19	0.59	1.55	7.81	0.00	7.81	4.000	No	Yes	2.00
399	4.49	0.54	100.00	3.19	0.59	1.55	7.80	0.00	7.80	4.000	No	Yes	2.00
400	4.50	0.60	100.00	3.15	0.59	1.55	7.80	0.00	7.80	4.000	No	Yes	2.00
401	4.51	0.63	100.00	3.15	0.58	1.54	10.61	0.00	10.61	4.000	No	Yes	2.00
402	4.52	0.65	100.00	3.15	0.59	1.54	9.27	0.00	9.27	4.000	No	Yes	2.00
403	4.53	0.60	100.00	3.18	0.59	1.54	8.82	0.00	8.82	4.000	No	Yes	2.00
404	4.54	0.58	100.00	3.19	0.59	1.54	8.37	0.00	8.37	4.000	No	Yes	2.00
405	4.55	0.56	100.00	3.19	0.59	1.54	8.21	0.00	8.21	4.000	No	Yes	2.00
406	4.56	0.56	100.00	3.19	0.59	1.54	7.91	0.00	7.91	4.000	No	Yes	2.00
407	4.57	0.55	100.00	3.18	0.59	1.54	7.90	0.00	7.90	4.000	No	Yes	2.00
408	4.58	0.57	100.00	3.16	0.59	1.54	7.90	0.00	7.90	4.000	No	Yes	2.00
409	4.59	0.58	100.00	3.14	0.59	1.54	8.34	0.00	8.34	4.000	No	Yes	2.00
410	4.60	0.59	100.00	3.11	0.59	1.53	8.33	0.00	8.33	4.000	No	Yes	2.00
411	4.61	0.59	100.00	3.10	0.59	1.53	8.47	0.00	8.47	4.000	No	Yes	2.00
412	4.62	0.59	100.00	3.09	0.59	1.53	8.32	0.00	8.32	4.000	No	Yes	2.00
413	4.63	0.59	100.00	3.08	0.59	1.53	8.31	0.00	8.31	4.000	No	Yes	2.00
414	4.64	0.58	100.00	3.09	0.59	1.53	8.31	0.00	8.31	4.000	No	Yes	2.00
415	4.65	0.57	100.00	3.10	0.59	1.53	8.00	0.00	8.00	4.000	No	Yes	2.00
416	4.66	0.55	100.00	3.11	0.59	1.53	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
417	4.67	0.54	100.00	3.10	0.59	1.53	7.55	0.00	7.55	4.000	No	Yes	2.00
418	4.68	0.53	100.00	3.10	0.59	1.53	7.40	0.00	7.40	4.000	No	Yes	2.00
419	4.69	0.53	100.00	3.10	0.59	1.53	7.39	0.00	7.39	4.000	No	Yes	2.00
420	4.70	0.53	100.00	3.10	0.59	1.53	7.39	0.00	7.39	4.000	No	Yes	2.00
421	4.71	0.52	100.00	3.11	0.59	1.53	7.38	0.00	7.38	4.000	No	Yes	2.00
422	4.72	0.52	100.00	3.12	0.59	1.53	7.23	0.00	7.23	4.000	No	Yes	2.00
423	4.73	0.51	100.00	3.13	0.59	1.53	7.08	0.00	7.08	4.000	No	Yes	2.00
424	4.74	0.51	100.00	3.14	0.59	1.52	7.07	0.00	7.07	4.000	No	Yes	2.00
425	4.75	0.51	100.00	3.13	0.59	1.52	7.07	0.00	7.07	4.000	No	Yes	2.00
426	4.76	0.51	100.00	3.13	0.59	1.52	7.06	0.00	7.06	4.000	No	Yes	2.00
427	4.77	0.49	100.00	3.14	0.59	1.52	6.91	0.00	6.91	4.000	No	Yes	2.00
428	4.78	0.48	100.00	3.15	0.60	1.52	6.61	0.00	6.61	4.000	No	Yes	2.00
429	4.79	0.47	100.00	3.15	0.60	1.52	6.46	0.00	6.46	4.000	No	Yes	2.00
430	4.80	0.46	100.00	3.15	0.60	1.52	6.31	0.00	6.31	4.000	No	Yes	2.00
431	4.81	0.45	100.00	3.14	0.60	1.52	6.16	0.00	6.16	4.000	No	Yes	2.00
432	4.82	0.46	100.00	3.12	0.60	1.52	6.15	0.00	6.15	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
433	4.83	0.47	100.00	3.07	0.60	1.52	6.30	0.00	6.30	4.000	No	Yes	2.00
434	4.84	0.50	100.00	3.01	0.59	1.52	6.88	0.00	6.88	4.000	No	Yes	2.00
435	4.85	0.54	98.84	2.95	0.59	1.51	7.32	0.00	7.32	4.000	No	Yes	2.00
436	4.86	0.57	95.74	2.91	0.59	1.51	7.75	0.00	7.75	4.000	No	Yes	2.00
437	4.87	0.58	94.33	2.89	0.59	1.51	8.04	0.00	8.04	4.000	No	Yes	2.00
438	4.88	0.59	93.68	2.88	0.59	1.51	8.04	0.00	8.04	4.000	No	Yes	2.00
439	4.89	0.61	93.76	2.88	0.59	1.51	8.33	0.00	8.33	4.000	No	Yes	2.00
440	4.90	0.62	94.01	2.89	0.59	1.50	8.61	0.00	8.61	4.000	No	Yes	2.00
441	4.91	0.63	94.91	2.90	0.59	1.50	8.60	0.00	8.60	4.000	No	Yes	2.00
442	4.92	0.63	95.70	2.91	0.59	1.50	8.60	0.00	8.60	4.000	No	Yes	2.00
443	4.93	0.63	96.02	2.91	0.59	1.50	8.74	0.00	8.74	4.000	No	Yes	2.00
444	4.94	0.64	96.36	2.92	0.59	1.50	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
445	4.95	0.64	97.25	2.93	0.59	1.50	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
446	4.96	0.65	98.80	2.95	0.59	1.50	8.86	0.00	8.86	4.000	No	Yes	2.00
447	4.97	0.65	100.00	2.97	0.59	1.49	8.99	0.00	8.99	4.000	No	Yes	2.00
448	4.98	0.66	100.00	2.98	0.59	1.49	8.99	0.00	8.99	4.000	No	Yes	2.00
449	4.99	0.66	100.00	2.99	0.59	1.49	9.13	0.00	9.13	4.000	No	Yes	2.00
450	5.00	0.66	100.00	3.00	0.59	1.49	9.12	0.00	9.12	4.000	No	Yes	2.00
451	5.01	0.65	100.00	3.02	0.59	1.49	8.97	0.00	8.97	4.000	No	Yes	2.00
452	5.02	0.65	100.00	3.04	0.59	1.49	8.96	0.00	8.96	4.000	No	Yes	2.00
453	5.03	0.65	100.00	3.05	0.59	1.49	8.81	0.00	8.81	4.000	No	Yes	2.00
454	5.04	0.64	100.00	3.07	0.59	1.49	8.95	0.00	8.95	4.000	No	Yes	2.00
455	5.05	0.64	100.00	3.07	0.59	1.49	8.80	0.00	8.80	4.000	No	Yes	2.00
456	5.06	0.64	100.00	3.08	0.59	1.49	8.79	0.00	8.79	4.000	No	Yes	2.00
457	5.07	0.64	100.00	3.08	0.59	1.48	8.79	0.00	8.79	4.000	No	Yes	2.00
458	5.08	0.65	100.00	3.07	0.59	1.48	8.78	0.00	8.78	4.000	No	Yes	2.00
459	5.09	0.65	100.00	3.06	0.59	1.48	8.92	0.00	8.92	4.000	No	Yes	2.00
460	5.10	0.66	100.00	3.06	0.59	1.48	8.91	0.00	8.91	4.000	No	Yes	2.00
461	5.11	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.91	0.00	8.91	4.000	No	Yes	2.00
462	5.12	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.90	0.00	8.90	4.000	No	Yes	2.00
463	5.13	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
464	5.14	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
465	5.15	0.66	100.00	3.05	0.59	1.47	9.02	0.00	9.02	4.000	No	Yes	2.00
466	5.16	0.66	100.00	3.05	0.59	1.47	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
467	5.17	0.66	100.00	3.05	0.59	1.47	9.01	0.00	9.01	4.000	No	Yes	2.00
468	5.18	0.66	100.00	3.06	0.59	1.47	8.86	0.00	8.86	4.000	No	Yes	2.00
469	5.19	0.65	100.00	3.06	0.59	1.47	8.86	0.00	8.86	4.000	No	Yes	2.00
470	5.20	0.66	100.00	3.06	0.59	1.47	8.85	0.00	8.85	4.000	No	Yes	2.00
471	5.21	0.65	100.00	3.07	0.59	1.47	8.98	0.00	8.98	4.000	No	Yes	2.00
472	5.22	0.65	100.00	3.08	0.59	1.47	8.84	0.00	8.84	4.000	No	Yes	2.00
473	5.23	0.64	100.00	3.09	0.59	1.47	8.69	0.00	8.69	4.000	No	Yes	2.00
474	5.24	0.64	100.00	3.10	0.59	1.47	8.68	0.00	8.68	4.000	No	Yes	2.00
475	5.25	0.64	100.00	3.10	0.59	1.47	8.68	0.00	8.68	4.000	No	Yes	2.00
476	5.26	0.64	100.00	3.10	0.59	1.46	8.67	0.00	8.67	4.000	No	Yes	2.00
477	5.27	0.64	100.00	3.10	0.59	1.46	8.66	0.00	8.66	4.000	No	Yes	2.00
478	5.28	0.63	100.00	3.11	0.59	1.46	8.66	0.00	8.66	4.000	No	Yes	2.00
479	5.29	0.62	100.00	3.12	0.59	1.46	8.37	0.00	8.37	4.000	No	Yes	2.00
480	5.30	0.60	100.00	3.14	0.59	1.46	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
481	5.31	0.58	100.00	3.17	0.59	1.46	7.65	0.00	7.65	4.000	No	Yes	2.00
482	5.32	0.56	100.00	3.19	0.59	1.46	7.50	0.00	7.50	4.000	No	Yes	2.00
483	5.33	0.54	100.00	3.20	0.59	1.46	7.36	0.00	7.36	4.000	No	Yes	2.00
484	5.34	0.54	100.00	3.21	0.59	1.46	7.21	0.00	7.21	4.000	No	Yes	2.00
485	5.35	0.52	100.00	3.23	0.59	1.46	7.06	0.00	7.06	4.000	No	Yes	2.00
486	5.36	0.51	100.00	3.24	0.60	1.46	6.78	0.00	6.78	4.000	No	Yes	2.00
487	5.37	0.51	100.00	3.23	0.60	1.46	6.77	0.00	6.77	4.000	No	Yes	2.00
488	5.38	0.51	100.00	3.22	0.60	1.46	6.77	0.00	6.77	4.000	No	Yes	2.00
489	5.39	0.50	100.00	3.21	0.60	1.46	6.76	0.00	6.76	4.000	No	Yes	2.00
490	5.40	0.50	100.00	3.20	0.60	1.46	6.62	0.00	6.62	4.000	No	Yes	2.00
491	5.41	0.50	100.00	3.20	0.60	1.46	6.61	0.00	6.61	4.000	No	Yes	2.00
492	5.42	0.49	100.00	3.19	0.60	1.46	6.47	0.00	6.47	4.000	No	Yes	2.00
493	5.43	0.50	100.00	3.15	0.60	1.46	6.46	0.00	6.46	4.000	No	Yes	2.00
494	5.44	0.51	100.00	3.10	0.60	1.45	6.74	0.00	6.74	4.000	No	Yes	2.00
495	5.45	0.54	100.00	3.04	0.59	1.45	7.02	0.00	7.02	4.000	No	Yes	2.00
496	5.46	0.55	100.00	3.00	0.59	1.45	7.30	0.00	7.30	4.000	No	Yes	2.00
497	5.47	0.57	100.00	2.97	0.59	1.45	7.43	0.00	7.43	4.000	No	Yes	2.00
498	5.48	0.58	99.00	2.95	0.59	1.45	7.71	0.00	7.71	4.000	No	Yes	2.00
499	5.49	0.58	98.26	2.94	0.59	1.45	7.71	0.00	7.71	4.000	No	Yes	2.00
500	5.50	0.58	98.24	2.94	0.59	1.44	7.70	0.00	7.70	4.000	No	Yes	2.00
501	5.51	0.60	99.84	2.96	0.59	1.44	7.69	0.00	7.69	4.000	No	Yes	2.00
502	5.52	0.62	100.00	2.98	0.59	1.44	8.94	0.00	8.94	4.000	No	Yes	2.00
503	5.53	0.62	100.00	3.02	0.59	1.44	8.66	0.00	8.66	4.000	No	Yes	2.00
504	5.54	0.60	100.00	3.04	0.59	1.44	8.10	0.00	8.10	4.000	No	Yes	2.00
505	5.55	0.59	100.00	3.06	0.59	1.44	8.09	0.00	8.09	4.000	No	Yes	2.00
506	5.56	0.61	100.00	3.04	0.59	1.44	8.23	0.00	8.23	4.000	No	Yes	2.00
507	5.57	0.64	100.00	3.02	0.59	1.43	8.78	0.00	8.78	4.000	No	Yes	2.00
508	5.58	0.65	100.00	3.01	0.59	1.43	9.05	0.00	9.05	4.000	No	Yes	2.00
509	5.59	0.65	100.00	3.01	0.59	1.43	8.90	0.00	8.90	4.000	No	Yes	2.00
510	5.60	0.64	100.00	3.02	0.59	1.43	8.62	0.00	8.62	4.000	No	Yes	2.00
511	5.61	0.63	100.00	3.03	0.59	1.43	8.48	0.00	8.48	4.000	No	Yes	2.00
512	5.62	0.62	100.00	3.04	0.59	1.43	8.47	0.00	8.47	4.000	No	Yes	2.00
513	5.63	0.61	100.00	3.05	0.59	1.43	8.19	0.00	8.19	4.000	No	Yes	2.00
514	5.64	0.58	100.00	3.08	0.59	1.43	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
515	5.65	0.56	100.00	3.10	0.59	1.43	7.49	0.00	7.49	4.000	No	Yes	2.00
516	5.66	0.55	100.00	3.11	0.59	1.43	7.20	0.00	7.20	4.000	No	Yes	2.00
517	5.67	0.55	100.00	3.11	0.59	1.43	7.20	0.00	7.20	4.000	No	Yes	2.00
518	5.68	0.55	100.00	3.11	0.59	1.43	7.20	0.00	7.20	4.000	No	Yes	2.00
519	5.69	0.56	100.00	3.11	0.59	1.43	7.19	0.00	7.19	4.000	No	Yes	2.00
520	5.70	0.57	100.00	3.10	0.59	1.43	7.32	0.00	7.32	4.000	No	Yes	2.00
521	5.71	0.59	100.00	3.08	0.59	1.43	7.60	0.00	7.60	4.000	No	Yes	2.00
522	5.72	0.60	100.00	3.05	0.59	1.42	7.87	0.00	7.87	4.000	No	Yes	2.00
523	5.73	0.62	100.00	3.03	0.59	1.42	8.00	0.00	8.00	4.000	No	Yes	2.00
524	5.74	0.63	100.00	3.02	0.59	1.42	8.13	0.00	8.13	4.000	No	Yes	2.00
525	5.75	0.63	100.00	3.01	0.59	1.42	8.27	0.00	8.27	4.000	No	Yes	2.00
526	5.76	0.63	100.00	3.00	0.59	1.42	8.26	0.00	8.26	4.000	No	Yes	2.00
527	5.77	0.63	100.00	2.99	0.59	1.42	8.12	0.00	8.12	4.000	No	Yes	2.00
528	5.78	0.63	100.00	2.97	0.59	1.42	8.11	0.00	8.11	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
529	5.79	0.63	100.00	2.96	0.59	1.42	8.38	0.00	8.38	4.000	No	Yes	2.00
530	5.80	0.63	100.00	2.96	0.59	1.42	8.24	0.00	8.24	4.000	No	Yes	2.00
531	5.81	0.62	100.00	2.98	0.59	1.41	8.10	0.00	8.10	4.000	No	Yes	2.00
532	5.82	0.61	100.00	2.99	0.59	1.41	7.96	0.00	7.96	4.000	No	Yes	2.00
533	5.83	0.61	100.00	2.99	0.59	1.41	7.68	0.00	7.68	4.000	No	Yes	2.00
534	5.84	0.60	100.00	3.00	0.59	1.41	7.81	0.00	7.81	4.000	No	Yes	2.00
535	5.85	0.61	100.00	3.00	0.59	1.41	7.67	0.00	7.67	4.000	No	Yes	2.00
536	5.86	0.61	100.00	3.00	0.59	1.41	7.94	0.00	7.94	4.000	No	Yes	2.00
537	5.87	0.61	100.00	3.01	0.59	1.41	7.80	0.00	7.80	4.000	No	Yes	2.00
538	5.88	0.60	100.00	3.03	0.59	1.41	7.65	0.00	7.65	4.000	No	Yes	2.00
539	5.89	0.59	100.00	3.04	0.59	1.41	7.51	0.00	7.51	4.000	No	Yes	2.00
540	5.90	0.60	100.00	3.01	0.59	1.41	7.51	0.00	7.51	4.000	No	Yes	2.00
541	5.91	0.63	100.00	2.97	0.59	1.41	8.05	0.00	8.05	4.000	No	Yes	2.00
542	5.92	0.67	97.44	2.93	0.59	1.40	8.59	0.00	8.59	4.000	No	Yes	2.00
543	5.93	0.70	95.15	2.90	0.59	1.40	9.00	0.00	9.00	4.000	No	Yes	2.00
544	5.94	0.72	93.83	2.89	0.59	1.40	9.26	0.00	9.26	4.000	No	Yes	2.00
545	5.95	0.73	93.61	2.88	0.59	1.40	9.39	0.00	9.39	4.000	No	Yes	2.00
546	5.96	0.71	94.96	2.90	0.59	1.40	9.25	0.00	9.25	4.000	No	Yes	2.00
547	5.97	0.67	98.29	2.94	0.59	1.40	8.84	0.00	8.84	4.000	No	Yes	2.00
548	5.98	0.64	100.00	2.98	0.59	1.40	7.88	0.00	7.88	4.000	No	Yes	2.00
549	5.99	0.61	100.00	3.01	0.59	1.40	7.74	0.00	7.74	4.000	No	Yes	2.00
550	6.00	0.60	100.00	3.00	0.59	1.40	7.46	0.00	7.46	4.000	No	Yes	2.00
551	6.01	0.60	100.00	3.00	0.59	1.40	7.46	0.00	7.46	4.000	No	Yes	2.00
552	6.02	0.61	100.00	2.98	0.59	1.40	7.59	0.00	7.59	4.000	No	Yes	2.00
553	6.03	0.62	100.00	2.98	0.59	1.40	7.86	0.00	7.86	4.000	No	Yes	2.00
554	6.04	0.62	100.00	2.98	0.59	1.40	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
555	6.05	0.62	100.00	3.00	0.59	1.40	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
556	6.06	0.61	100.00	3.01	0.59	1.40	7.57	0.00	7.57	4.000	No	Yes	2.00
557	6.07	0.61	100.00	3.01	0.59	1.39	7.57	0.00	7.57	4.000	No	Yes	2.00
558	6.08	0.62	100.00	3.00	0.59	1.39	7.70	0.00	7.70	4.000	No	Yes	2.00
559	6.09	0.65	100.00	2.97	0.59	1.39	7.96	0.00	7.96	4.000	No	Yes	2.00
560	6.10	0.74	91.96	2.86	0.59	1.39	8.64	0.00	8.64	4.000	No	Yes	2.00
561	6.11	1.12	71.28	2.60	0.59	1.39	11.50	0.00	11.50	4.000	No	Yes	2.00
562	6.12	2.40	37.14	2.18	0.58	1.38	23.52	45.82	69.34	0.107	No	No	0.41
563	6.13	4.52	10.63	1.85	0.57	1.37	61.61	8.13	69.74	0.107	No	No	0.41
564	6.14	7.54	0.00	1.59	0.51	1.33	95.12	0.00	95.12	0.131	No	No	0.53
565	6.15	8.79	0.00	1.52	0.43	1.27	135.19	0.00	135.19	0.215	No	No	1.01
566	6.16	9.64	0.00	1.49	0.48	1.31	106.94	0.00	106.94	0.147	No	No	0.62
567	6.17	9.65	0.00	1.50	0.45	1.28	123.90	0.00	123.90	0.181	No	No	0.80
568	6.18	10.50	0.00	1.46	0.43	1.26	135.43	0.00	135.43	0.216	No	No	1.01

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
q_t: Total cone resistance
FC: Fines content (%)
I_c: Soil behavior type index
m: Stress exponent
C_N: Overburden correction factor
q_{c1N}: Normalized and adjusted cone resistance
Δq_{c1N}: Cone resistance correction factor due to fines
$q_{c1N,cs}$: Normalized and adjusted cone resistance
$CRR_{7.5}$: Cyclic resistance ratio for M_w=7.5
FS: Factor of safety against soil liquefaction

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
0.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
1.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.54	1.88	0.00	0.00	0.01	0.00
1.55	1.85	0.00	0.00	0.01	0.00	1.56	1.85	0.00	0.00	0.01	0.00
1.57	1.84	0.00	0.00	0.01	0.00	1.58	1.82	0.00	0.00	0.01	0.00
1.59	1.73	0.00	0.00	0.01	0.00	1.60	1.66	0.00	0.00	0.01	0.00
1.61	1.54	0.00	0.00	0.01	0.00	1.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.86	1.32	0.00	0.00	0.01	0.00
1.87	1.33	0.00	0.00	0.01	0.00	1.88	1.36	0.00	0.00	0.01	0.00
1.89	1.33	0.00	0.00	0.01	0.00	1.90	1.28	0.00	0.00	0.01	0.00
1.91	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00	1.92	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00
1.93	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00	1.94	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00
1.95	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00	1.96	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00
1.97	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00	1.98	1.27	0.00	0.00	0.01	0.00
1.99	1.29	0.00	0.00	0.01	0.00	2.00	1.32	0.00	0.00	0.01	0.00
2.01	1.31	0.00	0.00	0.01	0.00	2.02	1.29	0.00	0.00	0.01	0.00
2.03	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00	2.04	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00
2.05	1.22	0.00	0.00	0.01	0.00	2.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.15	1.16	0.00	0.00	0.01	0.00	2.16	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00
2.17	1.30	0.00	0.00	0.01	0.00	2.18	1.30	0.00	0.00	0.01	0.00
2.19	1.23	0.00	0.00	0.01	0.00	2.20	1.16	0.00	0.00	0.01	0.00
2.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
2.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
3.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
4.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
5.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.12	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04
6.13	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04	6.14	0.53	0.47	0.52	0.01	0.03
6.15	1.01	0.00	0.00	0.01	0.00	6.16	0.62	0.38	0.67	0.01	0.03
6.17	0.80	0.20	1.72	0.01	0.01	6.18	1.01	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}

Overall liquefaction potential: 0.15

LPI_{ISH} > 5.0 - Liquefaction manifestation is expected

Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point
d_z: Layer thickness (m)
LPI: Liquefaction potential index value for test point

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

GeoLogismiki
Geotechnical Engineers
Merarhias 56
http://www.geologismiki.gr

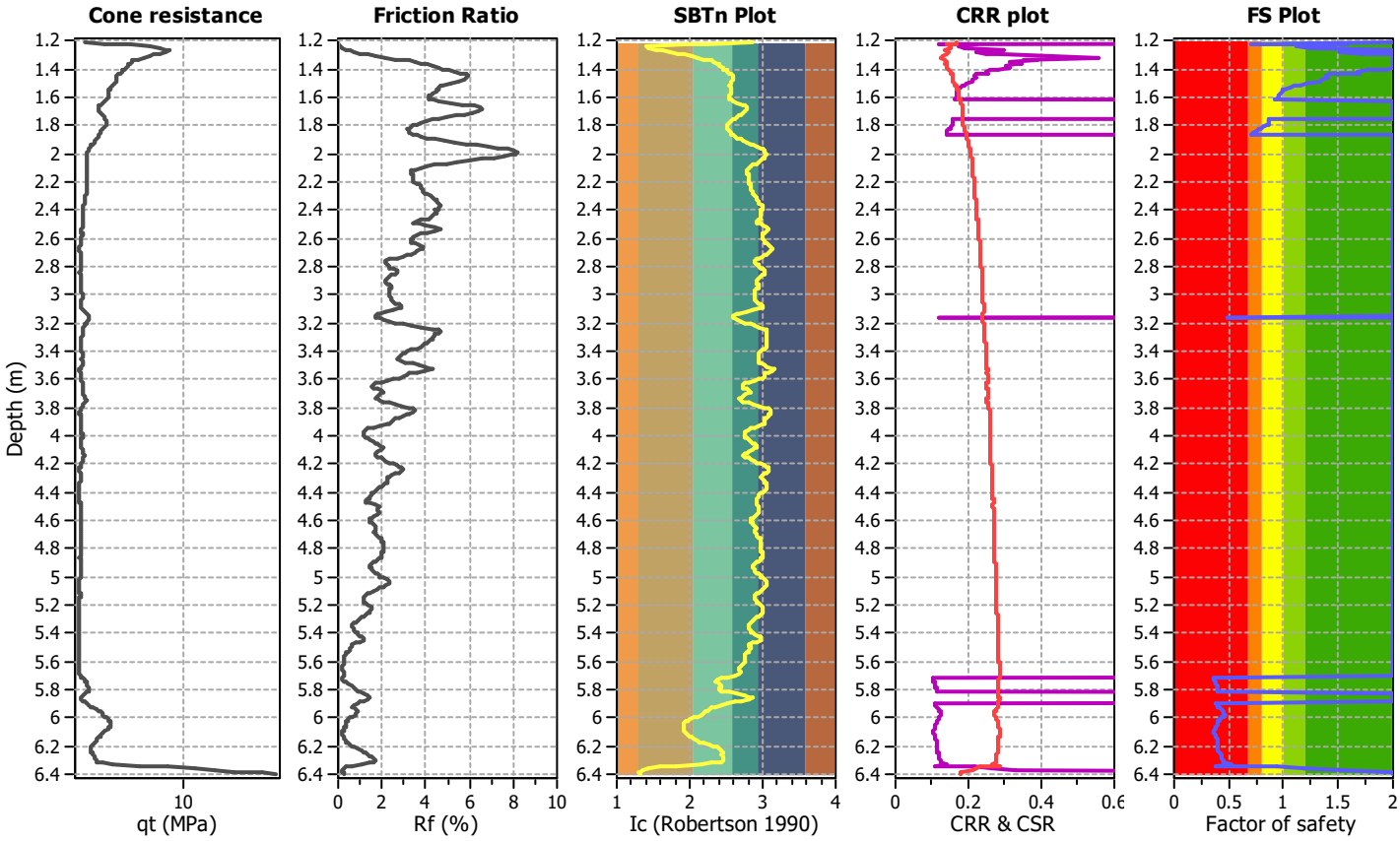
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

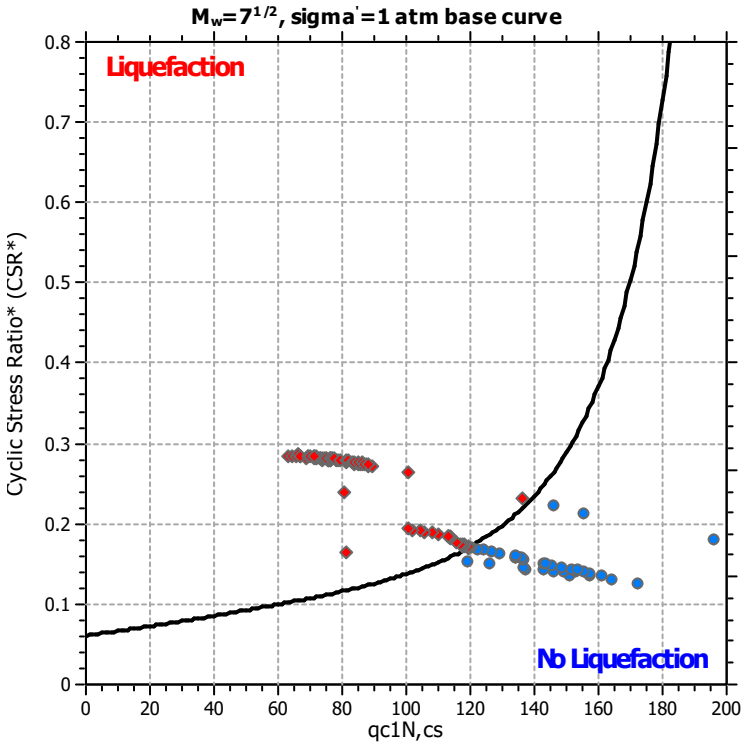
Project title : **Location :**

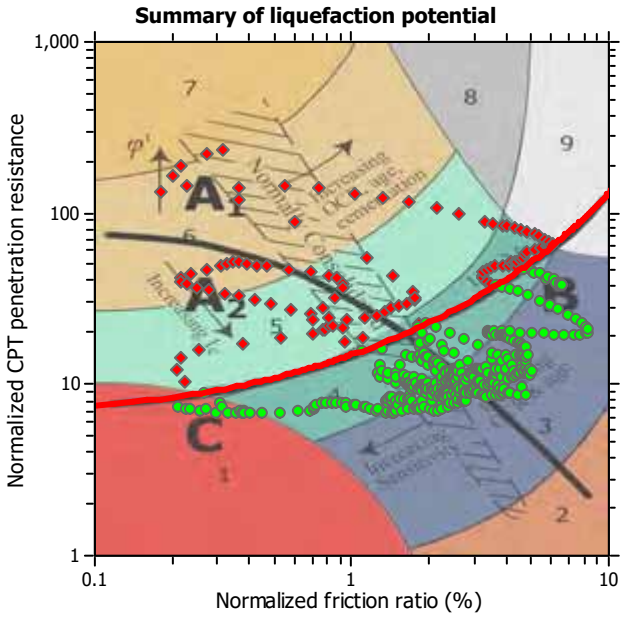
CPT file : CPTU02

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.27	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	Yes		



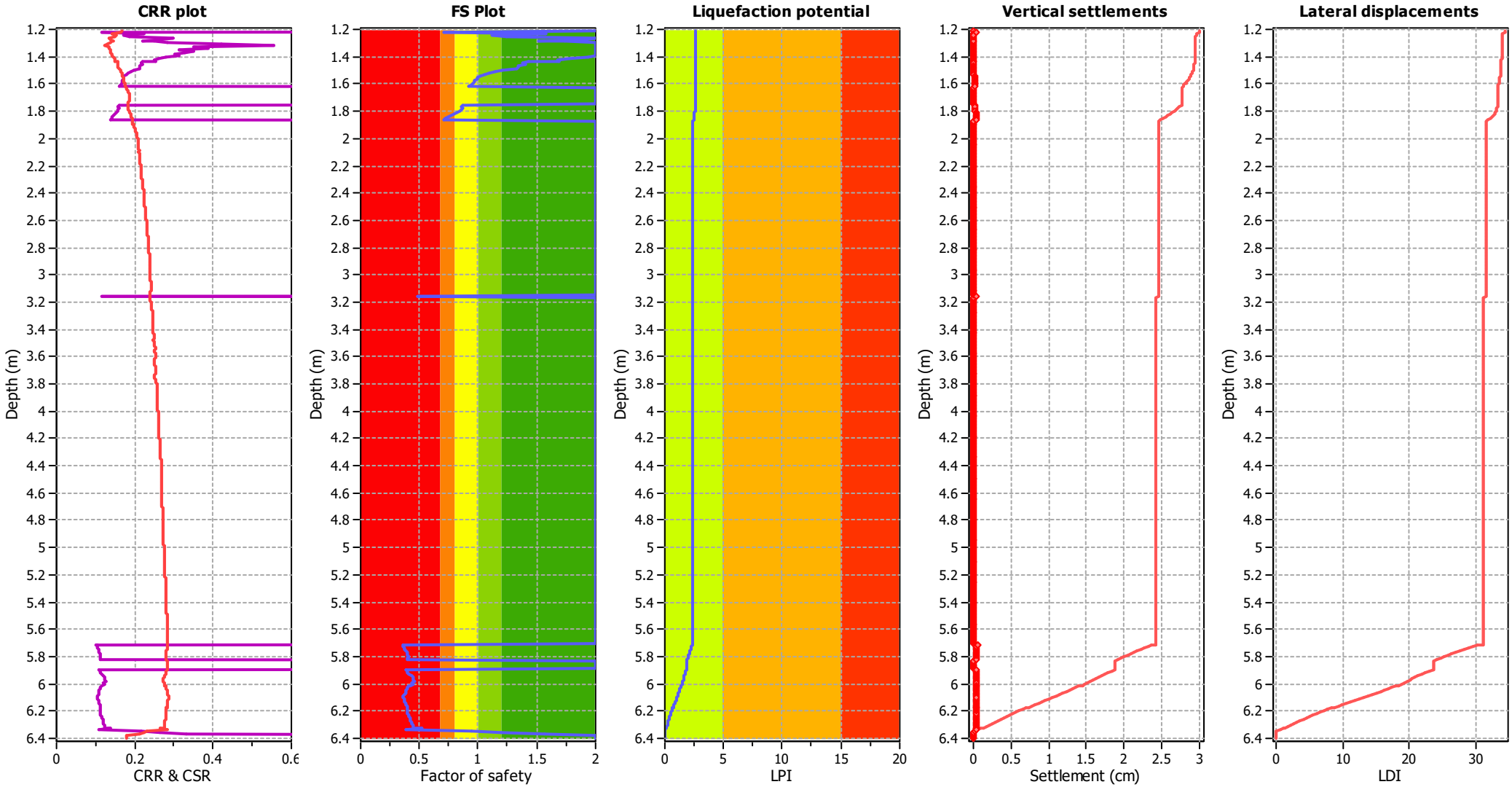




Zone A_1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A_2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.27	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
1	1.21	16.62	2.06	14.56	0.99	0.199	1.43	0.139	1.10	1.00	0.168	No
2	1.22	16.76	2.16	14.60	0.99	0.200	1.43	0.140	1.10	1.00	0.165	No
3	1.23	16.89	2.26	14.64	0.99	0.201	1.43	0.141	1.10	1.00	0.142	No
4	1.24	17.05	2.35	14.69	0.99	0.202	1.43	0.141	1.10	1.00	0.152	No
5	1.25	17.22	2.45	14.76	0.99	0.203	1.43	0.142	1.10	1.00	0.149	No
6	1.26	17.39	2.55	14.84	0.99	0.204	1.43	0.143	1.10	1.00	0.135	No
7	1.27	17.58	2.65	14.93	0.99	0.205	1.43	0.143	1.10	1.00	0.139	No
8	1.28	17.76	2.75	15.02	0.99	0.206	1.43	0.144	1.10	1.00	0.146	No
9	1.29	17.95	2.84	15.11	0.99	0.206	1.43	0.145	1.10	1.00	0.143	No
10	1.30	18.14	2.94	15.20	0.99	0.207	1.43	0.145	1.10	1.00	0.139	No
11	1.31	18.33	3.04	15.29	0.99	0.208	1.43	0.146	1.10	1.00	0.130	No
12	1.32	18.53	3.14	15.39	0.99	0.209	1.43	0.146	1.10	1.00	0.125	No
13	1.33	18.72	3.24	15.48	0.99	0.210	1.43	0.147	1.10	1.00	0.135	No
14	1.34	18.92	3.34	15.58	0.99	0.211	1.43	0.148	1.10	1.00	0.133	No
15	1.35	19.11	3.43	15.68	0.99	0.212	1.43	0.148	1.10	1.00	0.140	No
16	1.36	19.31	3.53	15.78	0.99	0.212	1.43	0.149	1.10	1.00	0.137	No
17	1.37	19.51	3.63	15.88	0.99	0.213	1.43	0.149	1.10	1.00	0.139	No
18	1.38	19.70	3.73	15.98	0.99	0.214	1.43	0.150	1.10	1.00	0.142	No
19	1.39	19.90	3.83	16.08	0.99	0.215	1.43	0.150	1.10	1.00	0.141	No
20	1.40	20.10	3.92	16.18	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.145	No
21	1.41	20.30	4.02	16.28	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.148	No
22	1.42	20.50	4.12	16.38	0.99	0.217	1.43	0.152	1.10	1.00	0.150	No
23	1.43	20.69	4.22	16.48	0.99	0.218	1.43	0.152	1.10	1.00	0.150	No
24	1.44	20.89	4.32	16.58	0.99	0.219	1.43	0.153	1.10	1.00	0.155	No
25	1.45	21.09	4.41	16.68	0.99	0.219	1.43	0.153	1.10	1.00	0.156	No
26	1.46	21.29	4.51	16.78	0.99	0.220	1.43	0.154	1.10	1.00	0.156	No
27	1.47	21.49	4.61	16.88	0.99	0.221	1.43	0.154	1.10	1.00	0.158	No
28	1.48	21.68	4.71	16.97	0.99	0.221	1.43	0.155	1.10	1.00	0.158	No
29	1.49	21.88	4.81	17.07	0.99	0.222	1.43	0.155	1.10	1.00	0.159	No
30	1.50	22.07	4.91	17.17	0.99	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.162	No
31	1.51	22.27	5.00	17.27	0.99	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.164	No
32	1.52	22.46	5.10	17.36	0.99	0.224	1.43	0.157	1.10	1.00	0.166	No
33	1.53	22.65	5.20	17.45	0.99	0.225	1.43	0.157	1.10	1.00	0.168	No
34	1.54	22.85	5.30	17.55	0.99	0.225	1.43	0.158	1.10	1.00	0.169	No
35	1.55	23.04	5.40	17.64	0.99	0.226	1.43	0.158	1.10	1.00	0.171	No
36	1.56	23.23	5.49	17.74	0.99	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.171	No
37	1.57	23.42	5.59	17.83	0.99	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.172	No
38	1.58	23.61	5.69	17.92	0.99	0.228	1.43	0.160	1.10	1.00	0.173	No
39	1.59	23.80	5.79	18.01	0.99	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.173	No
40	1.60	23.99	5.89	18.10	0.99	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.174	No
41	1.61	24.18	5.98	18.20	0.99	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.175	No
42	1.62	24.37	6.08	18.29	0.99	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.176	No
43	1.63	24.56	6.18	18.38	0.98	0.231	1.43	0.162	1.10	1.00	0.178	No
44	1.64	24.75	6.28	18.47	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.180	No
45	1.65	24.94	6.38	18.56	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.183	No
46	1.66	25.13	6.47	18.66	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.184	No
47	1.67	25.32	6.57	18.75	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.185	No
48	1.68	25.51	6.67	18.84	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.186	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
49	1.69	25.70	6.77	18.93	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.186	No
50	1.70	25.89	6.87	19.03	0.98	0.235	1.43	0.164	1.10	1.00	0.186	No
51	1.71	26.08	6.97	19.12	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.185	No
52	1.72	26.28	7.06	19.21	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.185	No
53	1.73	26.47	7.16	19.31	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.184	No
54	1.74	26.66	7.26	19.40	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.184	No
55	1.75	26.85	7.36	19.49	0.98	0.238	1.43	0.166	1.10	1.00	0.183	No
56	1.76	27.04	7.46	19.58	0.98	0.238	1.43	0.167	1.10	1.00	0.183	No
57	1.77	27.22	7.55	19.67	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.184	No
58	1.78	27.41	7.65	19.76	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.184	No
59	1.79	27.60	7.75	19.85	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.184	No
60	1.80	27.79	7.85	19.94	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.185	No
61	1.81	27.97	7.95	20.03	0.98	0.241	1.43	0.168	1.10	1.00	0.187	No
62	1.82	28.16	8.04	20.11	0.98	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.188	No
63	1.83	28.34	8.14	20.20	0.98	0.242	1.43	0.169	1.10	1.00	0.190	No
64	1.84	28.53	8.24	20.29	0.98	0.242	1.43	0.170	1.10	1.00	0.191	No
65	1.85	28.71	8.34	20.37	0.98	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.193	No
66	1.86	28.89	8.44	20.46	0.98	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.194	No
67	1.87	29.08	8.53	20.54	0.98	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
68	1.88	29.26	8.63	20.63	0.98	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.195	No
69	1.89	29.45	8.73	20.72	0.98	0.245	1.43	0.171	1.10	1.00	0.196	No
70	1.90	29.63	8.83	20.80	0.98	0.245	1.43	0.172	1.10	1.00	0.197	No
71	1.91	29.82	8.93	20.89	0.98	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.198	No
72	1.92	30.00	9.03	20.98	0.98	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.199	No
73	1.93	30.19	9.12	21.06	0.98	0.246	1.43	0.173	1.10	1.00	0.200	No
74	1.94	30.37	9.22	21.15	0.98	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.202	No
75	1.95	30.56	9.32	21.24	0.98	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.203	No
76	1.96	30.74	9.42	21.32	0.98	0.248	1.43	0.173	1.10	1.00	0.204	No
77	1.97	30.93	9.52	21.41	0.98	0.248	1.43	0.174	1.10	1.00	0.205	No
78	1.98	31.11	9.61	21.50	0.98	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.206	No
79	1.99	31.29	9.71	21.58	0.98	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.206	No
80	2.00	31.48	9.81	21.67	0.98	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.207	No
81	2.01	31.66	9.91	21.75	0.98	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.208	No
82	2.02	31.84	10.01	21.84	0.98	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.208	No
83	2.03	32.02	10.10	21.92	0.98	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.208	No
84	2.04	32.21	10.20	22.00	0.98	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.209	No
85	2.05	32.39	10.30	22.08	0.98	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.209	No
86	2.06	32.56	10.40	22.17	0.98	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.210	No
87	2.07	32.74	10.50	22.24	0.98	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.210	No
88	2.08	32.92	10.59	22.32	0.98	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.210	No
89	2.09	33.09	10.69	22.40	0.98	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.211	No
90	2.10	33.27	10.79	22.48	0.98	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.210	No
91	2.11	33.44	10.89	22.55	0.98	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.212	No
92	2.12	33.62	10.99	22.63	0.98	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.212	No
93	2.13	33.79	11.09	22.70	0.98	0.255	1.43	0.179	1.10	1.00	0.212	No
94	2.14	33.96	11.18	22.78	0.98	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.213	No
95	2.15	34.14	11.28	22.85	0.98	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.213	No
96	2.16	34.31	11.38	22.93	0.98	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.213	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
97	2.17	34.48	11.48	23.00	0.98	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.214	No
98	2.18	34.66	11.58	23.08	0.98	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.214	No
99	2.19	34.83	11.67	23.16	0.98	0.258	1.43	0.180	1.10	1.00	0.214	No
100	2.20	35.00	11.77	23.23	0.98	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.215	No
101	2.21	35.18	11.87	23.31	0.98	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.215	No
102	2.22	35.35	11.97	23.38	0.98	0.259	1.43	0.181	1.10	1.00	0.215	No
103	2.23	35.52	12.07	23.46	0.98	0.259	1.43	0.181	1.10	1.00	0.216	No
104	2.24	35.70	12.16	23.53	0.97	0.260	1.43	0.182	1.10	1.00	0.216	No
105	2.25	35.87	12.26	23.61	0.97	0.260	1.43	0.182	1.10	1.00	0.216	No
106	2.26	36.05	12.36	23.69	0.97	0.260	1.43	0.182	1.10	1.00	0.217	No
107	2.27	36.22	12.46	23.76	0.97	0.261	1.43	0.182	1.10	1.00	0.217	No
108	2.28	36.40	12.56	23.84	0.97	0.261	1.43	0.183	1.10	1.00	0.217	No
109	2.29	36.57	12.65	23.92	0.97	0.261	1.43	0.183	1.10	1.00	0.218	No
110	2.30	36.74	12.75	23.99	0.97	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.218	No
111	2.31	36.92	12.85	24.07	0.97	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.219	No
112	2.32	37.09	12.95	24.14	0.97	0.262	1.43	0.184	1.10	1.00	0.219	No
113	2.33	37.27	13.05	24.22	0.97	0.263	1.43	0.184	1.10	1.00	0.220	No
114	2.34	37.44	13.15	24.30	0.97	0.263	1.43	0.184	1.10	1.00	0.220	No
115	2.35	37.62	13.24	24.37	0.97	0.264	1.43	0.184	1.10	1.00	0.220	No
116	2.36	37.79	13.34	24.45	0.97	0.264	1.43	0.185	1.10	1.00	0.221	No
117	2.37	37.96	13.44	24.52	0.97	0.264	1.43	0.185	1.10	1.00	0.221	No
118	2.38	38.13	13.54	24.60	0.97	0.265	1.43	0.185	1.10	1.00	0.223	No
119	2.39	38.31	13.64	24.67	0.97	0.265	1.43	0.185	1.10	1.00	0.222	No
120	2.40	38.48	13.73	24.74	0.97	0.265	1.43	0.186	1.10	1.00	0.222	No
121	2.41	38.65	13.83	24.82	0.97	0.266	1.43	0.186	1.10	1.00	0.223	No
122	2.42	38.82	13.93	24.89	0.97	0.266	1.43	0.186	1.10	1.00	0.223	No
123	2.43	38.99	14.03	24.97	0.97	0.266	1.43	0.186	1.10	1.00	0.223	No
124	2.44	39.17	14.13	25.04	0.97	0.267	1.43	0.187	1.10	1.00	0.223	No
125	2.45	39.34	14.22	25.11	0.97	0.267	1.43	0.187	1.10	1.00	0.224	No
126	2.46	39.51	14.32	25.19	0.97	0.267	1.43	0.187	1.10	1.00	0.224	No
127	2.47	39.68	14.42	25.26	0.97	0.268	1.43	0.187	1.10	1.00	0.224	No
128	2.48	39.85	14.52	25.33	0.97	0.268	1.43	0.188	1.10	1.00	0.225	No
129	2.49	40.02	14.62	25.40	0.97	0.268	1.43	0.188	1.10	1.00	0.225	No
130	2.50	40.19	14.72	25.47	0.97	0.269	1.43	0.188	1.10	1.00	0.226	No
131	2.51	40.36	14.81	25.54	0.97	0.269	1.43	0.188	1.10	1.00	0.226	No
132	2.52	40.52	14.91	25.61	0.97	0.269	1.43	0.189	1.10	1.00	0.227	No
133	2.53	40.69	15.01	25.68	0.97	0.270	1.43	0.189	1.10	1.00	0.227	No
134	2.54	40.86	15.11	25.76	0.97	0.270	1.43	0.189	1.10	1.00	0.228	No
135	2.55	41.03	15.21	25.83	0.97	0.270	1.43	0.189	1.10	1.00	0.228	No
136	2.56	41.20	15.30	25.90	0.97	0.271	1.43	0.189	1.10	1.00	0.228	No
137	2.57	41.37	15.40	25.97	0.97	0.271	1.43	0.190	1.10	1.00	0.228	No
138	2.58	41.53	15.50	26.03	0.97	0.271	1.43	0.190	1.10	1.00	0.228	No
139	2.59	41.70	15.60	26.10	0.97	0.272	1.43	0.190	1.10	1.00	0.229	No
140	2.60	41.87	15.70	26.17	0.97	0.272	1.43	0.190	1.10	1.00	0.229	No
141	2.61	42.03	15.79	26.24	0.97	0.272	1.43	0.191	1.10	1.00	0.230	No
142	2.62	42.19	15.89	26.30	0.97	0.273	1.43	0.191	1.10	1.00	0.230	No
143	2.63	42.36	15.99	26.37	0.97	0.273	1.43	0.191	1.10	1.00	0.230	No
144	2.64	42.52	16.09	26.43	0.97	0.273	1.43	0.191	1.10	1.00	0.231	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
145	2.65	42.68	16.19	26.50	0.97	0.274	1.43	0.192	1.10	1.00	0.231	No
146	2.66	42.85	16.28	26.56	0.97	0.274	1.43	0.192	1.10	1.00	0.232	No
147	2.67	43.01	16.38	26.63	0.97	0.274	1.43	0.192	1.10	1.00	0.232	No
148	2.68	43.17	16.48	26.69	0.97	0.275	1.43	0.192	1.10	1.00	0.232	No
149	2.69	43.34	16.58	26.76	0.97	0.275	1.43	0.192	1.10	1.00	0.233	No
150	2.70	43.50	16.68	26.82	0.97	0.275	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
151	2.71	43.66	16.78	26.89	0.97	0.276	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
152	2.72	43.82	16.87	26.95	0.97	0.276	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
153	2.73	43.99	16.97	27.02	0.97	0.276	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
154	2.74	44.15	17.07	27.08	0.97	0.276	1.43	0.194	1.10	1.00	0.233	No
155	2.75	44.31	17.17	27.14	0.97	0.277	1.43	0.194	1.10	1.00	0.233	No
156	2.76	44.47	17.27	27.21	0.97	0.277	1.43	0.194	1.10	1.00	0.233	No
157	2.77	44.63	17.36	27.27	0.97	0.277	1.43	0.194	1.10	1.00	0.234	No
158	2.78	44.79	17.46	27.33	0.97	0.278	1.43	0.194	1.10	1.00	0.234	No
159	2.79	44.95	17.56	27.39	0.97	0.278	1.43	0.195	1.10	1.00	0.235	No
160	2.80	45.11	17.66	27.45	0.97	0.278	1.43	0.195	1.10	1.00	0.235	No
161	2.81	45.27	17.76	27.51	0.96	0.279	1.43	0.195	1.10	1.00	0.235	No
162	2.82	45.43	17.85	27.57	0.96	0.279	1.43	0.195	1.10	1.00	0.236	No
163	2.83	45.59	17.95	27.64	0.96	0.279	1.43	0.195	1.10	1.00	0.236	No
164	2.84	45.75	18.05	27.70	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
165	2.85	45.91	18.15	27.76	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
166	2.86	46.07	18.25	27.82	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
167	2.87	46.22	18.34	27.88	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
168	2.88	46.38	18.44	27.94	0.96	0.281	1.43	0.197	1.10	1.00	0.237	No
169	2.89	46.54	18.54	28.00	0.96	0.281	1.43	0.197	1.10	1.00	0.237	No
170	2.90	46.70	18.64	28.06	0.96	0.281	1.43	0.197	1.10	1.00	0.238	No
171	2.91	46.86	18.74	28.12	0.96	0.282	1.43	0.197	1.10	1.00	0.238	No
172	2.92	47.02	18.84	28.19	0.96	0.282	1.43	0.197	1.10	1.00	0.238	No
173	2.93	47.18	18.93	28.25	0.96	0.282	1.43	0.198	1.10	1.00	0.238	No
174	2.94	47.34	19.03	28.31	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
175	2.95	47.50	19.13	28.37	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
176	2.96	47.66	19.23	28.43	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
177	2.97	47.82	19.33	28.50	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
178	2.98	47.98	19.42	28.56	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
179	2.99	48.15	19.52	28.62	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
180	3.00	48.31	19.62	28.69	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
181	3.01	48.47	19.72	28.75	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
182	3.02	48.63	19.82	28.82	0.96	0.285	1.43	0.199	1.10	1.00	0.240	No
183	3.03	48.80	19.91	28.88	0.96	0.285	1.43	0.199	1.10	1.00	0.240	No
184	3.04	48.96	20.01	28.95	0.96	0.285	1.43	0.200	1.10	1.00	0.240	No
185	3.05	49.12	20.11	29.01	0.96	0.285	1.43	0.200	1.10	1.00	0.241	No
186	3.06	49.28	20.21	29.07	0.96	0.286	1.43	0.200	1.10	1.00	0.241	No
187	3.07	49.45	20.31	29.14	0.96	0.286	1.43	0.200	1.10	1.00	0.241	No
188	3.08	49.61	20.40	29.20	0.96	0.286	1.43	0.200	1.10	1.00	0.242	No
189	3.09	49.77	20.50	29.27	0.96	0.286	1.43	0.201	1.10	1.00	0.242	No
190	3.10	49.93	20.60	29.33	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.242	No
191	3.11	50.10	20.70	29.40	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.242	No
192	3.12	50.26	20.80	29.46	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.241	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
193	3.13	50.43	20.90	29.53	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.240	No
194	3.14	50.59	20.99	29.60	0.96	0.288	1.43	0.201	1.10	1.00	0.240	No
195	3.15	50.76	21.09	29.67	0.96	0.288	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
196	3.16	50.93	21.19	29.74	0.96	0.288	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
197	3.17	51.10	21.29	29.81	0.96	0.288	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
198	3.18	51.27	21.39	29.88	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
199	3.19	51.44	21.48	29.95	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.240	No
200	3.20	51.61	21.58	30.02	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.241	No
201	3.21	51.77	21.68	30.09	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.242	No
202	3.22	51.94	21.78	30.17	0.96	0.289	1.43	0.203	1.10	1.00	0.242	No
203	3.23	52.11	21.88	30.24	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.243	No
204	3.24	52.28	21.97	30.31	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.243	No
205	3.25	52.45	22.07	30.38	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
206	3.26	52.62	22.17	30.45	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
207	3.27	52.79	22.27	30.53	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
208	3.28	52.96	22.37	30.60	0.96	0.291	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
209	3.29	53.13	22.46	30.67	0.96	0.291	1.43	0.203	1.10	1.00	0.245	No
210	3.30	53.30	22.56	30.74	0.96	0.291	1.43	0.204	1.10	1.00	0.245	No
211	3.31	53.47	22.66	30.81	0.96	0.291	1.43	0.204	1.10	1.00	0.245	No
212	3.32	53.64	22.76	30.88	0.96	0.291	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
213	3.33	53.81	22.86	30.95	0.96	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
214	3.34	53.97	22.96	31.02	0.96	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
215	3.35	54.14	23.05	31.09	0.96	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
216	3.36	54.31	23.15	31.16	0.95	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.247	No
217	3.37	54.47	23.25	31.22	0.95	0.292	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
218	3.38	54.64	23.35	31.29	0.95	0.292	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
219	3.39	54.81	23.45	31.36	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
220	3.40	54.97	23.54	31.43	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
221	3.41	55.14	23.64	31.49	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
222	3.42	55.30	23.74	31.56	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
223	3.43	55.46	23.84	31.63	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.248	No
224	3.44	55.63	23.94	31.69	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
225	3.45	55.79	24.03	31.76	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
226	3.46	55.96	24.13	31.82	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
227	3.47	56.12	24.23	31.89	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.249	No
228	3.48	56.29	24.33	31.96	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
229	3.49	56.45	24.43	32.03	0.95	0.295	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
230	3.50	56.62	24.53	32.10	0.95	0.295	1.43	0.206	1.10	1.00	0.249	No
231	3.51	56.79	24.62	32.16	0.95	0.295	1.43	0.206	1.10	1.00	0.249	No
232	3.52	56.95	24.72	32.23	0.95	0.295	1.43	0.207	1.10	1.00	0.250	No
233	3.53	57.12	24.82	32.30	0.95	0.295	1.43	0.207	1.09	1.00	0.253	No
234	3.54	57.28	24.92	32.36	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.252	No
235	3.55	57.45	25.02	32.43	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.251	No
236	3.56	57.61	25.11	32.50	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.251	No
237	3.57	57.77	25.21	32.56	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.252	No
238	3.58	57.94	25.31	32.63	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.252	No
239	3.59	58.10	25.41	32.69	0.95	0.296	1.43	0.208	1.09	1.00	0.252	No
240	3.60	58.26	25.51	32.75	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.252	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
241	3.61	58.42	25.60	32.81	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.252	No
242	3.62	58.58	25.70	32.88	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.251	No
243	3.63	58.74	25.80	32.94	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.251	No
244	3.64	58.90	25.90	33.00	0.95	0.297	1.43	0.208	1.10	1.00	0.251	No
245	3.65	59.06	26.00	33.06	0.95	0.298	1.43	0.208	1.10	1.00	0.251	No
246	3.66	59.22	26.09	33.13	0.95	0.298	1.43	0.208	1.10	1.00	0.251	No
247	3.67	59.38	26.19	33.19	0.95	0.298	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
248	3.68	59.54	26.29	33.25	0.95	0.298	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
249	3.69	59.71	26.39	33.32	0.95	0.298	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
250	3.70	59.87	26.49	33.38	0.95	0.299	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
251	3.71	60.03	26.59	33.44	0.95	0.299	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
252	3.72	60.19	26.68	33.51	0.95	0.299	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
253	3.73	60.36	26.78	33.57	0.95	0.299	1.43	0.209	1.10	1.00	0.252	No
254	3.74	60.52	26.88	33.64	0.95	0.299	1.43	0.209	1.10	1.00	0.250	No
255	3.75	60.69	26.98	33.71	0.95	0.299	1.43	0.210	1.10	1.00	0.250	No
256	3.76	60.85	27.08	33.78	0.95	0.300	1.43	0.210	1.10	1.00	0.251	No
257	3.77	61.02	27.17	33.84	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.252	No
258	3.78	61.18	27.27	33.91	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.253	No
259	3.79	61.35	27.37	33.98	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.254	No
260	3.80	61.51	27.47	34.04	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.256	No
261	3.81	61.67	27.57	34.11	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.256	No
262	3.82	61.84	27.66	34.17	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.257	No
263	3.83	62.00	27.76	34.24	0.95	0.301	1.43	0.210	1.09	1.00	0.257	No
264	3.84	62.16	27.86	34.30	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.257	No
265	3.85	62.32	27.96	34.36	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.257	No
266	3.86	62.48	28.06	34.42	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
267	3.87	62.64	28.15	34.49	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
268	3.88	62.80	28.25	34.55	0.94	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
269	3.89	62.96	28.35	34.61	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
270	3.90	63.12	28.45	34.67	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
271	3.91	63.28	28.55	34.73	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
272	3.92	63.43	28.65	34.79	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.259	No
273	3.93	63.59	28.74	34.85	0.94	0.302	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
274	3.94	63.74	28.84	34.90	0.94	0.302	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
275	3.95	63.90	28.94	34.96	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
276	3.96	64.05	29.04	35.01	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
277	3.97	64.20	29.14	35.07	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
278	3.98	64.36	29.23	35.12	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
279	3.99	64.51	29.33	35.18	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
280	4.00	64.67	29.43	35.24	0.94	0.304	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
281	4.01	64.82	29.53	35.29	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.259	No
282	4.02	64.98	29.63	35.35	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.259	No
283	4.03	65.13	29.72	35.41	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.259	No
284	4.04	65.29	29.82	35.47	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.260	No
285	4.05	65.45	29.92	35.53	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.260	No
286	4.06	65.60	30.02	35.58	0.94	0.305	1.43	0.213	1.09	1.00	0.260	No
287	4.07	65.76	30.12	35.64	0.94	0.305	1.43	0.213	1.09	1.00	0.261	No
288	4.08	65.92	30.21	35.70	0.94	0.305	1.43	0.213	1.09	1.00	0.261	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
289	4.09	66.08	30.31	35.77	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.261	No
290	4.10	66.24	30.41	35.83	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
291	4.11	66.40	30.51	35.89	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
292	4.12	66.56	30.61	35.95	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
293	4.13	66.72	30.71	36.02	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.259	No
294	4.14	66.88	30.80	36.08	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.259	No
295	4.15	67.04	30.90	36.14	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.259	No
296	4.16	67.21	31.00	36.21	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
297	4.17	67.37	31.10	36.27	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.261	No
298	4.18	67.53	31.20	36.33	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.261	No
299	4.19	67.69	31.29	36.40	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.262	No
300	4.20	67.85	31.39	36.46	0.94	0.307	1.43	0.215	1.09	1.00	0.262	No
301	4.21	68.01	31.49	36.52	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.263	No
302	4.22	68.17	31.59	36.58	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
303	4.23	68.33	31.69	36.65	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
304	4.24	68.49	31.78	36.71	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
305	4.25	68.65	31.88	36.77	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
306	4.26	68.81	31.98	36.83	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
307	4.27	68.97	32.08	36.89	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
308	4.28	69.13	32.18	36.95	0.94	0.308	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
309	4.29	69.29	32.27	37.02	0.94	0.308	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
310	4.30	69.45	32.37	37.08	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.264	No
311	4.31	69.61	32.47	37.14	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.265	No
312	4.32	69.77	32.57	37.20	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.265	No
313	4.33	69.92	32.67	37.25	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.266	No
314	4.34	70.08	32.77	37.31	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.266	No
315	4.35	70.23	32.86	37.37	0.94	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.266	No
316	4.36	70.39	32.96	37.42	0.94	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
317	4.37	70.54	33.06	37.48	0.94	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
318	4.38	70.69	33.16	37.53	0.93	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
319	4.39	70.84	33.26	37.59	0.93	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
320	4.40	70.99	33.35	37.64	0.93	0.309	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
321	4.41	71.14	33.45	37.69	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
322	4.42	71.30	33.55	37.75	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
323	4.43	71.45	33.65	37.80	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
324	4.44	71.60	33.75	37.85	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
325	4.45	71.75	33.84	37.91	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
326	4.46	71.90	33.94	37.96	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
327	4.47	72.05	34.04	38.01	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
328	4.48	72.20	34.14	38.06	0.93	0.311	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
329	4.49	72.36	34.24	38.12	0.93	0.311	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
330	4.50	72.51	34.34	38.18	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
331	4.51	72.67	34.43	38.24	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
332	4.52	72.83	34.53	38.29	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
333	4.53	72.98	34.63	38.35	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
334	4.54	73.14	34.73	38.41	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
335	4.55	73.29	34.83	38.47	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
336	4.56	73.45	34.92	38.53	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
337	4.57	73.61	35.02	38.58	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
338	4.58	73.76	35.12	38.64	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
339	4.59	73.92	35.22	38.70	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
340	4.60	74.07	35.32	38.75	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
341	4.61	74.23	35.41	38.81	0.93	0.312	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
342	4.62	74.38	35.51	38.87	0.93	0.312	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
343	4.63	74.54	35.61	38.93	0.93	0.312	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
344	4.64	74.69	35.71	38.98	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
345	4.65	74.85	35.81	39.04	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
346	4.66	75.00	35.90	39.10	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
347	4.67	75.16	36.00	39.16	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
348	4.68	75.32	36.10	39.22	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
349	4.69	75.47	36.20	39.27	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
350	4.70	75.63	36.30	39.33	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
351	4.71	75.78	36.40	39.39	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
352	4.72	75.94	36.49	39.45	0.93	0.314	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
353	4.73	76.10	36.59	39.51	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
354	4.74	76.26	36.69	39.57	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
355	4.75	76.41	36.79	39.63	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
356	4.76	76.57	36.89	39.68	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
357	4.77	76.73	36.98	39.74	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
358	4.78	76.88	37.08	39.80	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
359	4.79	77.04	37.18	39.86	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
360	4.80	77.20	37.28	39.92	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
361	4.81	77.35	37.38	39.98	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
362	4.82	77.51	37.47	40.04	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
363	4.83	77.67	37.57	40.10	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
364	4.84	77.82	37.67	40.15	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
365	4.85	77.98	37.77	40.21	0.93	0.315	1.43	0.220	1.07	1.00	0.273	No
366	4.86	78.14	37.87	40.27	0.93	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
367	4.87	78.29	37.96	40.33	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
368	4.88	78.45	38.06	40.38	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
369	4.89	78.60	38.16	40.44	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
370	4.90	78.76	38.26	40.50	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
371	4.91	78.91	38.36	40.55	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
372	4.92	79.06	38.46	40.61	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
373	4.93	79.22	38.55	40.66	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
374	4.94	79.37	38.65	40.72	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
375	4.95	79.53	38.75	40.78	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
376	4.96	79.68	38.85	40.84	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
377	4.97	79.84	38.95	40.89	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.274	No
378	4.98	79.99	39.04	40.95	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.274	No
379	4.99	80.15	39.14	41.01	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.274	No
380	5.00	80.31	39.24	41.07	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.274	No
381	5.01	80.46	39.34	41.12	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.274	No
382	5.02	80.62	39.44	41.18	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
383	5.03	80.78	39.53	41.24	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
384	5.04	80.93	39.63	41.30	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
385	5.05	81.09	39.73	41.36	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
386	5.06	81.25	39.83	41.42	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
387	5.07	81.40	39.93	41.47	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
388	5.08	81.56	40.02	41.53	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
389	5.09	81.71	40.12	41.59	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
390	5.10	81.86	40.22	41.64	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
391	5.11	82.01	40.32	41.70	0.92	0.318	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
392	5.12	82.17	40.42	41.75	0.92	0.318	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
393	5.13	82.32	40.52	41.80	0.92	0.318	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
394	5.14	82.47	40.61	41.85	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.276	No
395	5.15	82.62	40.71	41.90	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
396	5.16	82.77	40.81	41.96	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
397	5.17	82.91	40.91	42.01	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
398	5.18	83.06	41.01	42.06	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
399	5.19	83.21	41.10	42.11	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
400	5.20	83.36	41.20	42.16	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
401	5.21	83.51	41.30	42.21	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
402	5.22	83.67	41.40	42.27	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
403	5.23	83.82	41.50	42.32	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
404	5.24	83.97	41.59	42.37	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
405	5.25	84.12	41.69	42.42	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
406	5.26	84.27	41.79	42.47	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
407	5.27	84.41	41.89	42.52	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.279	No
408	5.28	84.56	41.99	42.57	0.92	0.319	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
409	5.29	84.71	42.08	42.62	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
410	5.30	84.85	42.18	42.67	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
411	5.31	85.00	42.28	42.72	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
412	5.32	85.14	42.38	42.76	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
413	5.33	85.29	42.48	42.81	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
414	5.34	85.43	42.58	42.85	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
415	5.35	85.57	42.67	42.90	0.91	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
416	5.36	85.71	42.77	42.94	0.91	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
417	5.37	85.85	42.87	42.99	0.91	0.321	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
418	5.38	86.00	42.97	43.03	0.91	0.321	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
419	5.39	86.14	43.07	43.08	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
420	5.40	86.29	43.16	43.12	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
421	5.41	86.43	43.26	43.17	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
422	5.42	86.58	43.36	43.22	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
423	5.43	86.73	43.46	43.27	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
424	5.44	86.87	43.56	43.32	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
425	5.45	87.02	43.65	43.37	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
426	5.46	87.17	43.75	43.41	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
427	5.47	87.31	43.85	43.46	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
428	5.48	87.45	43.95	43.50	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
429	5.49	87.59	44.05	43.55	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
430	5.50	87.73	44.15	43.59	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.282	No
431	5.51	87.87	44.24	43.63	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.282	No
432	5.52	88.01	44.34	43.67	0.91	0.322	1.43	0.226	1.07	1.00	0.282	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
433	5.53	88.15	44.44	43.71	0.91	0.322	1.43	0.226	1.07	1.00	0.282	No
434	5.54	88.28	44.54	43.75	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
435	5.55	88.42	44.64	43.79	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
436	5.56	88.56	44.73	43.83	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
437	5.57	88.70	44.83	43.86	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
438	5.58	88.83	44.93	43.90	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
439	5.59	88.97	45.03	43.94	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
440	5.60	89.11	45.13	43.98	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.284	No
441	5.61	89.25	45.22	44.02	0.91	0.324	1.43	0.226	1.07	1.00	0.284	No
442	5.62	89.38	45.32	44.06	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
443	5.63	89.52	45.42	44.10	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
444	5.64	89.66	45.52	44.14	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
445	5.65	89.80	45.62	44.18	0.91	0.324	1.43	0.227	1.06	1.00	0.284	No
446	5.66	89.93	45.71	44.22	0.91	0.324	1.43	0.227	1.06	1.00	0.285	No
447	5.67	90.07	45.81	44.26	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
448	5.68	90.21	45.91	44.30	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
449	5.69	90.34	46.01	44.34	0.91	0.325	1.43	0.227	1.06	1.00	0.285	No
450	5.70	90.48	46.11	44.37	0.91	0.325	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
451	5.71	90.62	46.21	44.41	0.91	0.325	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
452	5.72	90.76	46.30	44.45	0.91	0.325	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
453	5.73	90.89	46.40	44.49	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.284	No
454	5.74	91.03	46.50	44.53	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
455	5.75	91.18	46.60	44.58	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
456	5.76	91.33	46.70	44.64	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.281	No
457	5.77	91.49	46.79	44.69	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
458	5.78	91.64	46.89	44.75	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
459	5.79	91.80	46.99	44.81	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
460	5.80	91.96	47.09	44.87	0.91	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
461	5.81	92.12	47.19	44.93	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
462	5.82	92.28	47.28	44.99	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
463	5.83	92.44	47.38	45.06	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
464	5.84	92.60	47.48	45.12	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
465	5.85	92.75	47.58	45.17	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
466	5.86	92.91	47.68	45.23	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.284	No
467	5.87	93.06	47.77	45.29	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.285	No
468	5.88	93.22	47.87	45.35	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.284	No
469	5.89	93.37	47.97	45.40	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
470	5.90	93.53	48.07	45.46	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
471	5.91	93.69	48.17	45.52	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.281	No
472	5.92	93.85	48.27	45.58	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
473	5.93	94.01	48.36	45.64	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
474	5.94	94.17	48.46	45.71	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.275	No
475	5.95	94.34	48.56	45.78	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.274	No
476	5.96	94.51	48.66	45.85	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.273	No
477	5.97	94.68	48.76	45.92	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.273	No
478	5.98	94.85	48.85	45.99	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.272	No
479	5.99	95.01	48.95	46.06	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.275	No
480	6.00	95.18	49.05	46.13	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.274	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
481	6.01	95.35	49.15	46.20	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.277	No
482	6.02	95.51	49.25	46.26	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
483	6.03	95.67	49.34	46.33	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
484	6.04	95.84	49.44	46.39	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.281	No
485	6.05	96.00	49.54	46.46	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
486	6.06	96.16	49.64	46.52	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
487	6.07	96.32	49.74	46.58	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
488	6.08	96.48	49.83	46.64	0.90	0.326	1.43	0.228	1.06	1.00	0.284	No
489	6.09	96.63	49.93	46.70	0.90	0.326	1.43	0.228	1.06	1.00	0.285	No
490	6.10	96.79	50.03	46.76	0.90	0.326	1.43	0.228	1.06	1.00	0.286	No
491	6.11	96.94	50.13	46.81	0.90	0.326	1.43	0.229	1.06	1.00	0.285	No
492	6.12	97.09	50.23	46.87	0.90	0.327	1.43	0.229	1.06	1.00	0.284	No
493	6.13	97.25	50.33	46.92	0.90	0.327	1.43	0.229	1.06	1.00	0.284	No
494	6.14	97.40	50.42	46.98	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.283	No
495	6.15	97.56	50.52	47.03	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.282	No
496	6.16	97.71	50.62	47.09	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.282	No
497	6.17	97.87	50.72	47.15	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
498	6.18	98.02	50.82	47.21	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.282	No
499	6.19	98.18	50.91	47.27	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
500	6.20	98.34	51.01	47.33	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
501	6.21	98.50	51.11	47.39	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
502	6.22	98.66	51.21	47.45	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
503	6.23	98.83	51.31	47.52	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
504	6.24	98.99	51.40	47.59	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.280	No
505	6.25	99.16	51.50	47.66	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.279	No
506	6.26	99.33	51.60	47.73	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.278	No
507	6.27	99.50	51.70	47.80	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.277	No
508	6.28	99.67	51.80	47.87	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.277	No
509	6.29	99.84	51.89	47.95	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.276	No
510	6.30	100.01	51.99	48.02	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.275	No
511	6.31	100.19	52.09	48.10	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.275	No
512	6.32	100.36	52.19	48.17	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.274	No
513	6.33	100.54	52.29	48.25	0.89	0.327	1.43	0.229	1.08	1.00	0.265	No
514	6.34	100.72	52.39	48.33	0.89	0.327	1.43	0.229	1.06	1.00	0.284	No
515	6.35	100.90	52.48	48.41	0.89	0.327	1.43	0.229	1.10	1.00	0.232	No
516	6.36	101.07	52.58	48.49	0.89	0.327	1.43	0.229	1.10	1.00	0.222	No
517	6.37	101.25	52.68	48.57	0.89	0.327	1.43	0.229	1.10	1.00	0.213	No
518	6.38	101.43	52.78	48.65	0.89	0.326	1.43	0.229	1.10	1.00	0.181	No
519	6.39	101.61	52.88	48.74	0.89	0.326	1.43	0.228	1.10	1.00	0.181	No
520	6.40	101.80	52.97	48.83	0.89	0.326	1.43	0.228	1.10	1.00	0.180	No

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
σ_v: Total overburden pressure at test point (kPa)
u_0: Water pressure at test point (kPa)
σ_v': Effective overburden pressure based on GWT during earthquake (kPa)
r_d: Nonlinear shear mass factor
CSR: Cyclic Stress Ratio
MSF: Magnitude Scaling Factor
CSR_{eq}: CSR adjusted for M=7.5
K_σ: Effective overburden stress factor
CSR^*: CSR fully adjusted

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
1	1.21	0.97	92.47	2.87	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
2	1.22	2.85	42.43	2.24	0.54	1.70	30.54	50.67	81.20	0.117	No	No	0.71
3	1.23	5.05	18.47	1.94	0.42	1.70	103.85	33.54	137.40	0.224	No	No	1.58
4	1.24	6.95	0.00	1.41	0.46	1.70	119.62	0.00	119.62	0.171	No	No	1.12
5	1.25	7.89	0.00	1.43	0.45	1.70	126.17	0.00	126.17	0.187	No	No	1.25
6	1.26	8.42	0.00	1.53	0.40	1.70	151.50	0.00	151.50	0.299	No	No	2.00
7	1.27	8.63	0.00	1.62	0.41	1.70	146.30	0.00	146.30	0.266	No	No	1.91
8	1.28	8.32	0.53	1.72	0.43	1.70	136.57	0.00	136.57	0.220	No	No	1.51
9	1.29	7.78	9.40	1.83	0.42	1.70	135.90	6.94	142.84	0.248	No	No	1.74
10	1.30	7.35	16.78	1.92	0.40	1.70	118.95	30.35	149.30	0.284	No	No	2.00
11	1.31	6.87	24.50	2.02	0.38	1.70	115.09	49.30	164.39	0.422	No	No	2.00
12	1.32	6.37	32.34	2.12	0.37	1.70	111.74	61.05	172.79	0.554	No	No	2.00
13	1.33	5.92	39.07	2.20	0.39	1.70	93.96	63.85	157.81	0.350	No	No	2.00
14	1.34	5.39	47.26	2.30	0.38	1.70	92.45	69.04	161.48	0.387	No	No	2.00
15	1.35	5.25	50.01	2.34	0.40	1.70	84.73	68.45	153.18	0.311	No	No	2.00
16	1.36	5.10	52.75	2.37	0.39	1.70	87.24	70.39	157.63	0.349	No	No	2.00
17	1.37	5.04	54.40	2.39	0.39	1.70	84.90	70.45	155.34	0.329	No	No	2.00
18	1.38	4.94	56.46	2.42	0.40	1.70	81.37	70.29	151.66	0.300	No	No	2.00
19	1.39	4.80	58.83	2.45	0.40	1.70	82.21	71.37	153.58	0.314	No	No	2.00
20	1.40	4.67	60.58	2.47	0.41	1.70	78.02	70.78	148.79	0.281	No	No	1.94
21	1.41	4.48	63.24	2.50	0.41	1.70	74.83	70.68	145.51	0.262	No	No	1.77
22	1.42	4.38	64.93	2.52	0.41	1.70	72.82	70.57	143.39	0.251	No	No	1.68
23	1.43	4.22	67.28	2.55	0.41	1.70	72.82	71.18	143.99	0.254	No	No	1.70
24	1.44	4.08	69.11	2.58	0.43	1.70	66.94	69.92	136.86	0.222	No	No	1.43
25	1.45	3.95	70.46	2.59	0.43	1.70	65.60	69.83	135.43	0.216	No	No	1.38
26	1.46	3.91	70.20	2.59	0.43	1.70	66.27	69.97	136.24	0.219	No	No	1.40
27	1.47	3.90	69.75	2.58	0.43	1.70	64.93	69.48	134.41	0.212	No	No	1.35
28	1.48	3.87	69.86	2.59	0.43	1.70	64.93	69.50	134.43	0.212	No	No	1.34
29	1.49	3.80	68.85	2.57	0.43	1.70	64.93	69.27	134.20	0.212	No	No	1.33
30	1.50	3.69	67.91	2.56	0.44	1.70	61.41	68.03	129.44	0.196	No	No	1.21
31	1.51	3.55	66.85	2.55	0.44	1.70	59.56	67.25	126.81	0.188	No	No	1.15
32	1.52	3.44	67.24	2.55	0.45	1.70	57.55	66.76	124.31	0.182	No	No	1.09
33	1.53	3.34	67.63	2.56	0.45	1.70	56.04	66.42	122.45	0.177	No	No	1.06
34	1.54	3.26	68.03	2.56	0.46	1.70	54.36	66.02	120.38	0.172	No	No	1.02
35	1.55	3.21	68.10	2.56	0.46	1.70	53.52	65.79	119.32	0.170	No	No	1.00
36	1.56	3.18	68.00	2.56	0.46	1.70	53.52	65.77	119.29	0.170	No	No	0.99
37	1.57	3.16	67.42	2.56	0.46	1.70	52.85	65.45	118.30	0.168	No	No	0.97
38	1.58	3.14	66.85	2.55	0.46	1.70	52.51	65.22	117.73	0.167	No	No	0.96
39	1.59	3.13	66.32	2.54	0.46	1.70	52.68	65.14	117.83	0.167	No	No	0.96
40	1.60	3.11	66.43	2.54	0.46	1.70	52.35	65.07	117.42	0.166	No	No	0.95
41	1.61	3.06	67.11	2.55	0.46	1.70	51.68	65.04	116.71	0.164	No	No	0.94
42	1.62	2.97	68.75	2.57	0.47	1.70	50.33	65.01	115.35	0.162	No	No	0.92
43	1.63	2.83	71.52	2.61	0.47	1.70	47.82	0.00	47.82	4.000	No	Yes	2.00
44	1.64	2.64	75.90	2.66	0.48	1.70	44.63	0.00	44.63	4.000	No	Yes	2.00
45	1.65	2.46	80.34	2.72	0.49	1.70	40.43	0.00	40.43	4.000	No	Yes	2.00
46	1.66	2.32	83.98	2.76	0.49	1.70	38.59	0.00	38.59	4.000	No	Yes	2.00
47	1.67	2.27	85.56	2.78	0.49	1.70	37.75	0.00	37.75	4.000	No	Yes	2.00
48	1.68	2.26	86.03	2.79	0.49	1.70	37.75	0.00	37.75	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
49	1.69	2.28	85.81	2.79	0.49	1.70	38.25	0.00	38.25	4.000	No	Yes	2.00
50	1.70	2.34	84.44	2.77	0.49	1.70	38.76	0.00	38.76	4.000	No	Yes	2.00
51	1.71	2.43	82.41	2.74	0.49	1.70	40.94	0.00	40.94	4.000	No	Yes	2.00
52	1.72	2.55	79.75	2.71	0.48	1.70	42.78	0.00	42.78	4.000	No	Yes	2.00
53	1.73	2.65	77.29	2.68	0.48	1.70	44.46	0.00	44.46	4.000	No	Yes	2.00
54	1.74	2.74	74.34	2.64	0.48	1.70	45.97	0.00	45.97	4.000	No	Yes	2.00
55	1.75	2.82	71.68	2.61	0.47	1.70	47.31	0.00	47.31	4.000	No	Yes	2.00
56	1.76	2.88	69.60	2.58	0.47	1.70	48.82	64.76	113.58	0.158	No	No	0.87
57	1.77	2.93	67.54	2.56	0.47	1.70	48.82	64.31	113.13	0.158	No	No	0.86
58	1.78	2.94	65.87	2.54	0.47	1.70	49.66	64.17	113.83	0.159	No	No	0.87
59	1.79	2.95	64.19	2.51	0.47	1.70	49.66	63.76	113.42	0.158	No	No	0.86
60	1.80	2.90	63.76	2.51	0.47	1.70	49.33	63.56	112.88	0.157	No	No	0.85
61	1.81	2.82	63.48	2.51	0.48	1.70	47.15	62.87	110.01	0.152	No	No	0.81
62	1.82	2.71	63.77	2.51	0.48	1.70	45.64	62.51	108.14	0.149	No	No	0.79
63	1.83	2.61	64.52	2.52	0.49	1.70	43.62	62.12	105.74	0.145	No	No	0.77
64	1.84	2.50	65.83	2.54	0.49	1.70	42.11	61.99	104.10	0.143	No	No	0.75
65	1.85	2.40	67.46	2.56	0.49	1.70	40.10	61.77	101.87	0.140	No	No	0.73
66	1.86	2.31	69.38	2.58	0.50	1.70	38.59	61.73	100.32	0.138	No	No	0.71
67	1.87	2.26	71.27	2.60	0.50	1.70	37.75	0.00	37.75	4.000	No	Yes	2.00
68	1.88	2.22	73.07	2.63	0.50	1.70	37.25	0.00	37.25	4.000	No	Yes	2.00
69	1.89	2.17	75.25	2.65	0.50	1.70	36.58	0.00	36.58	4.000	No	Yes	2.00
70	1.90	2.08	78.16	2.69	0.50	1.70	35.23	0.00	35.23	4.000	No	Yes	2.00
71	1.91	1.97	81.85	2.74	0.51	1.70	33.05	0.00	33.05	4.000	No	Yes	2.00
72	1.92	1.85	85.78	2.78	0.51	1.70	30.87	0.00	30.87	4.000	No	Yes	2.00
73	1.93	1.74	89.59	2.83	0.52	1.70	29.19	0.00	29.19	4.000	No	Yes	2.00
74	1.94	1.64	92.95	2.87	0.52	1.70	27.35	0.00	27.35	4.000	No	Yes	2.00
75	1.95	1.54	96.58	2.92	0.53	1.70	26.01	0.00	26.01	4.000	No	Yes	2.00
76	1.96	1.45	99.80	2.96	0.53	1.70	23.99	0.00	23.99	4.000	No	Yes	2.00
77	1.97	1.37	100.00	3.00	0.54	1.70	22.82	0.00	22.82	4.000	No	Yes	2.00
78	1.98	1.31	100.00	3.02	0.54	1.70	21.81	0.00	21.81	4.000	No	Yes	2.00
79	1.99	1.26	100.00	3.04	0.54	1.70	20.80	0.00	20.80	4.000	No	Yes	2.00
80	2.00	1.22	100.00	3.05	0.55	1.70	20.13	0.00	20.13	4.000	No	Yes	2.00
81	2.01	1.20	100.00	3.05	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
82	2.02	1.19	100.00	3.04	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
83	2.03	1.18	100.00	3.02	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
84	2.04	1.19	100.00	2.99	0.55	1.70	18.62	0.00	18.62	4.000	No	Yes	2.00
85	2.05	1.19	100.00	2.97	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
86	2.06	1.21	97.71	2.93	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
87	2.07	1.20	95.51	2.91	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
88	2.08	1.22	92.84	2.87	0.55	1.70	19.80	0.00	19.80	4.000	No	Yes	2.00
89	2.09	1.25	89.91	2.84	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
90	2.10	1.24	88.57	2.82	0.54	1.70	21.31	0.00	21.31	4.000	No	Yes	2.00
91	2.11	1.25	86.66	2.80	0.55	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
92	2.12	1.22	86.25	2.79	0.55	1.70	20.47	0.00	20.47	4.000	No	Yes	2.00
93	2.13	1.24	85.67	2.78	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
94	2.14	1.22	86.21	2.79	0.55	1.70	19.80	0.00	19.80	4.000	No	Yes	2.00
95	2.15	1.21	86.82	2.80	0.55	1.70	19.80	0.00	19.80	4.000	No	Yes	2.00
96	2.16	1.20	87.43	2.81	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
97	2.17	1.19	87.57	2.81	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
98	2.18	1.19	87.51	2.81	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
99	2.19	1.20	87.43	2.81	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
100	2.20	1.20	87.71	2.81	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
101	2.21	1.19	88.49	2.82	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
102	2.22	1.19	89.13	2.83	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
103	2.23	1.19	89.75	2.83	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
104	2.24	1.19	90.03	2.84	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
105	2.25	1.18	90.37	2.84	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
106	2.26	1.17	90.92	2.85	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
107	2.27	1.17	91.16	2.85	0.55	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
108	2.28	1.14	92.06	2.86	0.55	1.70	18.79	0.00	18.79	4.000	No	Yes	2.00
109	2.29	1.12	93.19	2.88	0.55	1.70	18.12	0.00	18.12	4.000	No	Yes	2.00
110	2.30	1.09	94.86	2.90	0.56	1.70	17.62	0.00	17.62	4.000	No	Yes	2.00
111	2.31	1.07	95.89	2.91	0.56	1.70	17.28	0.00	17.28	4.000	No	Yes	2.00
112	2.32	1.05	96.79	2.92	0.56	1.70	17.28	0.00	17.28	4.000	No	Yes	2.00
113	2.33	1.04	97.56	2.93	0.56	1.70	16.95	0.00	16.95	4.000	No	Yes	2.00
114	2.34	1.02	98.35	2.94	0.56	1.70	16.61	0.00	16.61	4.000	No	Yes	2.00
115	2.35	1.01	98.74	2.95	0.56	1.70	16.44	0.00	16.44	4.000	No	Yes	2.00
116	2.36	1.01	99.00	2.95	0.56	1.70	16.44	0.00	16.44	4.000	No	Yes	2.00
117	2.37	0.90	100.00	2.99	0.56	1.70	16.27	0.00	16.27	4.000	No	Yes	2.00
118	2.38	0.88	100.00	3.00	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
119	2.39	0.86	100.00	3.01	0.56	1.70	15.44	0.00	15.44	4.000	No	Yes	2.00
120	2.40	0.93	100.00	2.97	0.56	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
121	2.41	0.92	100.00	2.97	0.56	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
122	2.42	0.92	100.00	2.98	0.56	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
123	2.43	0.91	100.00	2.98	0.56	1.70	14.76	0.00	14.76	4.000	No	Yes	2.00
124	2.44	0.91	100.00	2.97	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
125	2.45	0.91	100.00	2.96	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
126	2.46	0.91	99.88	2.96	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
127	2.47	0.92	97.85	2.94	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
128	2.48	0.91	96.73	2.92	0.56	1.70	15.27	0.00	15.27	4.000	No	Yes	2.00
129	2.49	0.88	96.66	2.92	0.57	1.70	14.60	0.00	14.60	4.000	No	Yes	2.00
130	2.50	0.84	99.84	2.96	0.57	1.70	13.59	0.00	13.59	4.000	No	Yes	2.00
131	2.51	0.80	100.00	3.00	0.57	1.70	13.25	0.00	13.25	4.000	No	Yes	2.00
132	2.52	0.77	100.00	3.04	0.57	1.70	12.75	0.00	12.75	4.000	No	Yes	2.00
133	2.53	0.73	100.00	3.07	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
134	2.54	0.72	100.00	3.08	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
135	2.55	0.73	100.00	3.06	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
136	2.56	0.75	100.00	3.03	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
137	2.57	0.76	100.00	3.00	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
138	2.58	0.76	100.00	2.99	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
139	2.59	0.74	100.00	2.99	0.58	1.70	11.74	0.00	11.74	4.000	No	Yes	2.00
140	2.60	0.71	100.00	3.00	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
141	2.61	0.69	100.00	3.01	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
142	2.62	0.67	100.00	3.02	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
143	2.63	0.65	100.00	3.04	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
144	2.64	0.62	100.00	3.06	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
145	2.65	0.59	100.00	3.09	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
146	2.66	0.57	100.00	3.12	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
147	2.67	0.56	100.00	3.13	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
148	2.68	0.56	100.00	3.12	0.59	1.70	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
149	2.69	0.57	100.00	3.11	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
150	2.70	0.59	100.00	3.08	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
151	2.71	0.61	100.00	3.06	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
152	2.72	0.63	100.00	3.03	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
153	2.73	0.66	100.00	3.00	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
154	2.74	0.69	99.27	2.95	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
155	2.75	0.73	95.53	2.91	0.58	1.70	11.74	0.00	11.74	4.000	No	Yes	2.00
156	2.76	0.74	93.28	2.88	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
157	2.77	0.73	94.01	2.89	0.58	1.70	11.74	0.00	11.74	4.000	No	Yes	2.00
158	2.78	0.70	95.97	2.91	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
159	2.79	0.66	97.77	2.93	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
160	2.80	0.64	99.01	2.95	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
161	2.81	0.62	100.00	2.97	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
162	2.82	0.60	100.00	3.00	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
163	2.83	0.58	100.00	3.03	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
164	2.84	0.57	100.00	3.03	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
165	2.85	0.59	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
166	2.86	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
167	2.87	0.62	100.00	2.97	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
168	2.88	0.64	99.24	2.95	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
169	2.89	0.65	98.28	2.94	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
170	2.90	0.66	97.19	2.93	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
171	2.91	0.67	96.63	2.92	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
172	2.92	0.68	96.68	2.92	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
173	2.93	0.67	97.89	2.94	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
174	2.94	0.67	98.68	2.95	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
175	2.95	0.68	98.18	2.94	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
176	2.96	0.70	96.88	2.92	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
177	2.97	0.73	95.38	2.90	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
178	2.98	0.75	94.58	2.89	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
179	2.99	0.77	93.86	2.89	0.58	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
180	3.00	0.78	93.55	2.88	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
181	3.01	0.78	93.38	2.88	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
182	3.02	0.78	93.77	2.88	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
183	3.03	0.77	94.51	2.89	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
184	3.04	0.75	95.36	2.90	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
185	3.05	0.73	96.97	2.92	0.58	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
186	3.06	0.70	99.28	2.95	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
187	3.07	0.67	100.00	2.98	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
188	3.08	0.66	100.00	3.00	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
189	3.09	0.67	100.00	3.00	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
190	3.10	0.71	100.00	2.96	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
191	3.11	0.83	92.81	2.87	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
192	3.12	0.98	84.91	2.77	0.56	1.70	16.11	0.00	16.11	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
193	3.13	1.13	77.90	2.69	0.56	1.70	18.29	0.00	18.29	4.000	No	Yes	2.00
194	3.14	1.24	73.81	2.64	0.55	1.70	20.47	0.00	20.47	4.000	No	Yes	2.00
195	3.15	1.32	71.17	2.60	0.55	1.70	22.15	0.00	22.15	4.000	No	Yes	2.00
196	3.16	1.38	69.90	2.59	0.54	1.70	23.32	57.39	80.71	0.117	No	No	0.49
197	3.17	1.38	71.18	2.60	0.54	1.70	23.82	0.00	23.82	4.000	No	Yes	2.00
198	3.18	1.33	74.20	2.64	0.55	1.70	22.31	0.00	22.31	4.000	No	Yes	2.00
199	3.19	1.24	79.08	2.70	0.55	1.70	20.80	0.00	20.80	4.000	No	Yes	2.00
200	3.20	1.14	84.09	2.76	0.55	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
201	3.21	1.05	89.02	2.83	0.56	1.70	17.28	0.00	17.28	4.000	No	Yes	2.00
202	3.22	0.96	94.48	2.89	0.56	1.70	16.27	0.00	16.27	4.000	No	Yes	2.00
203	3.23	0.89	99.45	2.96	0.57	1.70	14.60	0.00	14.60	4.000	No	Yes	2.00
204	3.24	0.82	100.00	3.02	0.57	1.70	13.76	0.00	13.76	4.000	No	Yes	2.00
205	3.25	0.79	100.00	3.05	0.57	1.70	12.75	0.00	12.75	4.000	No	Yes	2.00
206	3.26	0.77	100.00	3.07	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
207	3.27	0.77	100.00	3.06	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
208	3.28	0.77	100.00	3.05	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
209	3.29	0.76	100.00	3.05	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
210	3.30	0.75	100.00	3.06	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
211	3.31	0.74	100.00	3.06	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
212	3.32	0.74	100.00	3.06	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
213	3.33	0.73	100.00	3.05	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
214	3.34	0.72	100.00	3.05	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
215	3.35	0.71	100.00	3.05	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
216	3.36	0.70	100.00	3.05	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
217	3.37	0.70	100.00	3.05	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
218	3.38	0.70	100.00	3.03	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
219	3.39	0.72	100.00	3.01	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
220	3.40	0.75	100.00	2.98	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
221	3.41	0.77	99.19	2.95	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
222	3.42	0.78	98.26	2.94	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
223	3.43	0.77	98.16	2.94	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
224	3.44	0.76	98.13	2.94	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
225	3.45	0.75	98.03	2.94	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
226	3.46	0.75	97.87	2.94	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
227	3.47	0.78	97.75	2.93	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
228	3.48	0.79	98.92	2.95	0.57	1.70	13.76	0.00	13.76	4.000	No	Yes	2.00
229	3.49	0.79	100.00	2.98	0.57	1.70	12.92	0.00	12.92	4.000	No	Yes	2.00
230	3.50	0.75	100.00	3.01	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
231	3.51	0.72	100.00	3.05	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
232	3.52	0.62	100.00	3.13	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
233	3.53	0.57	100.00	3.17	0.59	1.70	6.88	0.00	6.88	4.000	No	Yes	2.00
234	3.54	0.57	100.00	3.15	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
235	3.55	0.65	100.00	3.07	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
236	3.56	0.67	100.00	3.03	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
237	3.57	0.65	100.00	3.03	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
238	3.58	0.64	100.00	3.03	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
239	3.59	0.65	100.00	3.01	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
240	3.60	0.69	99.54	2.96	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
241	3.61	0.75	94.35	2.89	0.58	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
242	3.62	0.82	88.63	2.82	0.57	1.70	12.92	0.00	12.92	4.000	No	Yes	2.00
243	3.63	0.88	84.49	2.77	0.57	1.70	13.93	0.00	13.93	4.000	No	Yes	2.00
244	3.64	0.92	81.55	2.73	0.57	1.70	14.76	0.00	14.76	4.000	No	Yes	2.00
245	3.65	0.93	80.32	2.72	0.57	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
246	3.66	0.91	81.85	2.74	0.57	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
247	3.67	0.87	84.98	2.77	0.57	1.70	14.26	0.00	14.26	4.000	No	Yes	2.00
248	3.68	0.84	88.35	2.82	0.57	1.70	13.59	0.00	13.59	4.000	No	Yes	2.00
249	3.69	0.84	88.95	2.82	0.57	1.70	13.42	0.00	13.42	4.000	No	Yes	2.00
250	3.70	0.87	87.31	2.80	0.57	1.70	14.09	0.00	14.09	4.000	No	Yes	2.00
251	3.71	0.91	84.51	2.77	0.57	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
252	3.72	0.97	81.79	2.73	0.57	1.70	15.77	0.00	15.77	4.000	No	Yes	2.00
253	3.73	1.04	78.90	2.70	0.56	1.70	16.78	0.00	16.78	4.000	No	Yes	2.00
254	3.74	1.10	77.43	2.68	0.56	1.70	18.79	0.00	18.79	4.000	No	Yes	2.00
255	3.75	1.12	78.28	2.69	0.56	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
256	3.76	1.06	82.25	2.74	0.56	1.70	17.95	0.00	17.95	4.000	No	Yes	2.00
257	3.77	0.97	87.44	2.81	0.56	1.70	15.94	0.00	15.94	4.000	No	Yes	2.00
258	3.78	0.87	93.09	2.88	0.57	1.70	14.43	0.00	14.43	4.000	No	Yes	2.00
259	3.79	0.77	99.11	2.95	0.57	1.70	12.92	0.00	12.92	4.000	No	Yes	2.00
260	3.80	0.68	100.00	3.03	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
261	3.81	0.61	100.00	3.09	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
262	3.82	0.58	100.00	3.11	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
263	3.83	0.57	100.00	3.11	0.59	1.70	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
264	3.84	0.57	100.00	3.10	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
265	3.85	0.58	100.00	3.09	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
266	3.86	0.58	100.00	3.07	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
267	3.87	0.59	100.00	3.05	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
268	3.88	0.59	100.00	3.03	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
269	3.89	0.59	100.00	3.03	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
270	3.90	0.59	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
271	3.91	0.58	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
272	3.92	0.58	100.00	3.00	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
273	3.93	0.60	99.27	2.95	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
274	3.94	0.63	94.39	2.89	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
275	3.95	0.67	89.55	2.83	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
276	3.96	0.70	86.85	2.80	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
277	3.97	0.72	84.60	2.77	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
278	3.98	0.75	82.89	2.75	0.58	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
279	3.99	0.76	82.50	2.74	0.58	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
280	4.00	0.77	82.87	2.75	0.58	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
281	4.01	0.76	84.26	2.77	0.58	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
282	4.02	0.75	85.50	2.78	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
283	4.03	0.74	87.69	2.81	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
284	4.04	0.72	90.11	2.84	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
285	4.05	0.69	92.54	2.87	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
286	4.06	0.67	94.43	2.89	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
287	4.07	0.67	95.99	2.91	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
288	4.08	0.68	96.54	2.92	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
289	4.09	0.72	94.81	2.90	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
290	4.10	0.77	91.23	2.85	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
291	4.11	0.83	87.94	2.81	0.57	1.70	13.25	0.00	13.25	4.000	No	Yes	2.00
292	4.12	0.88	84.85	2.77	0.57	1.70	13.93	0.00	13.93	4.000	No	Yes	2.00
293	4.13	0.92	82.80	2.75	0.57	1.70	15.27	0.00	15.27	4.000	No	Yes	2.00
294	4.14	0.94	82.42	2.74	0.57	1.70	15.77	0.00	15.77	4.000	No	Yes	2.00
295	4.15	0.92	84.29	2.77	0.57	1.70	15.44	0.00	15.44	4.000	No	Yes	2.00
296	4.16	0.87	87.55	2.81	0.57	1.70	14.43	0.00	14.43	4.000	No	Yes	2.00
297	4.17	0.81	91.01	2.85	0.57	1.70	13.42	0.00	13.42	4.000	No	Yes	2.00
298	4.18	0.76	94.03	2.89	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
299	4.19	0.72	97.04	2.93	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
300	4.20	0.68	100.00	2.97	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
301	4.21	0.62	100.00	3.02	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
302	4.22	0.58	100.00	3.07	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
303	4.23	0.56	100.00	3.09	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
304	4.24	0.56	100.00	3.09	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
305	4.25	0.57	100.00	3.08	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
306	4.26	0.59	100.00	3.05	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
307	4.27	0.61	100.00	3.02	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
308	4.28	0.63	100.00	3.00	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
309	4.29	0.64	100.00	2.98	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
310	4.30	0.64	100.00	2.97	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
311	4.31	0.61	100.00	2.99	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
312	4.32	0.58	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
313	4.33	0.55	100.00	3.04	0.59	1.70	8.72	0.00	8.72	4.000	No	Yes	2.00
314	4.34	0.53	100.00	3.05	0.59	1.70	8.39	0.00	8.39	4.000	No	Yes	2.00
315	4.35	0.51	100.00	3.06	0.59	1.70	8.05	0.00	8.05	4.000	No	Yes	2.00
316	4.36	0.50	100.00	3.06	0.59	1.70	7.72	0.00	7.72	4.000	No	Yes	2.00
317	4.37	0.49	100.00	3.05	0.59	1.70	7.72	0.00	7.72	4.000	No	Yes	2.00
318	4.38	0.49	100.00	3.04	0.59	1.70	7.55	0.00	7.55	4.000	No	Yes	2.00
319	4.39	0.49	100.00	3.03	0.59	1.70	7.72	0.00	7.72	4.000	No	Yes	2.00
320	4.40	0.51	100.00	3.01	0.59	1.70	7.89	0.00	7.89	4.000	No	Yes	2.00
321	4.41	0.52	100.00	2.98	0.59	1.70	8.05	0.00	8.05	4.000	No	Yes	2.00
322	4.42	0.54	99.69	2.96	0.59	1.70	8.39	0.00	8.39	4.000	No	Yes	2.00
323	4.43	0.55	98.11	2.94	0.59	1.70	8.72	0.00	8.72	4.000	No	Yes	2.00
324	4.44	0.56	97.48	2.93	0.59	1.70	8.72	0.00	8.72	4.000	No	Yes	2.00
325	4.45	0.55	97.04	2.93	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
326	4.46	0.55	96.64	2.92	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
327	4.47	0.55	96.08	2.91	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
328	4.48	0.58	96.85	2.92	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
329	4.49	0.61	97.50	2.93	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
330	4.50	0.63	98.02	2.94	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
331	4.51	0.63	97.98	2.94	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
332	4.52	0.63	97.73	2.93	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
333	4.53	0.63	97.93	2.94	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
334	4.54	0.62	98.34	2.94	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
335	4.55	0.63	98.19	2.94	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
336	4.56	0.63	96.80	2.92	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
337	4.57	0.65	94.96	2.90	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
338	4.58	0.66	92.92	2.87	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
339	4.59	0.68	90.99	2.85	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
340	4.60	0.69	90.25	2.84	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
341	4.61	0.69	90.66	2.85	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
342	4.62	0.68	91.84	2.86	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
343	4.63	0.67	93.11	2.88	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
344	4.64	0.66	94.36	2.89	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
345	4.65	0.65	95.60	2.91	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
346	4.66	0.65	95.79	2.91	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
347	4.67	0.65	95.21	2.90	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
348	4.68	0.66	94.47	2.89	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
349	4.69	0.66	94.72	2.90	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
350	4.70	0.66	95.48	2.91	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
351	4.71	0.65	97.12	2.93	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
352	4.72	0.64	98.58	2.94	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
353	4.73	0.63	99.78	2.96	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
354	4.74	0.62	100.00	2.96	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
355	4.75	0.62	100.00	2.97	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
356	4.76	0.61	100.00	2.98	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
357	4.77	0.61	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
358	4.78	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
359	4.79	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
360	4.80	0.60	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
361	4.81	0.60	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
362	4.82	0.60	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
363	4.83	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
364	4.84	0.59	100.00	2.99	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
365	4.85	0.58	100.00	3.00	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
366	4.86	0.57	100.00	3.00	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
367	4.87	0.58	100.00	2.98	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
368	4.88	0.59	100.00	2.97	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
369	4.89	0.61	98.03	2.94	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
370	4.90	0.63	95.93	2.91	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
371	4.91	0.64	94.22	2.89	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
372	4.92	0.65	93.20	2.88	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
373	4.93	0.66	92.77	2.87	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
374	4.94	0.66	92.83	2.87	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
375	4.95	0.66	93.76	2.88	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
376	4.96	0.64	95.21	2.90	0.58	1.70	10.22	0.00	10.22	4.000	No	Yes	2.00
377	4.97	0.63	97.07	2.93	0.58	1.70	9.89	0.00	9.89	4.000	No	Yes	2.00
378	4.98	0.62	98.76	2.95	0.58	1.70	9.71	0.00	9.71	4.000	No	Yes	2.00
379	4.99	0.60	100.00	2.96	0.58	1.70	9.54	0.00	9.54	4.000	No	Yes	2.00
380	5.00	0.59	100.00	2.98	0.58	1.70	9.37	0.00	9.37	4.000	No	Yes	2.00
381	5.01	0.58	100.00	3.01	0.59	1.70	9.20	0.00	9.20	4.000	No	Yes	2.00
382	5.02	0.57	100.00	3.04	0.59	1.70	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
383	5.03	0.56	100.00	3.06	0.59	1.70	8.70	0.00	8.70	4.000	No	Yes	2.00
384	5.04	0.55	100.00	3.07	0.59	1.69	8.69	0.00	8.69	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
385	5.05	0.55	100.00	3.06	0.59	1.69	8.52	0.00	8.52	4.000	No	Yes	2.00
386	5.06	0.54	100.00	3.06	0.59	1.69	8.52	0.00	8.52	4.000	No	Yes	2.00
387	5.07	0.54	100.00	3.04	0.59	1.69	8.35	0.00	8.35	4.000	No	Yes	2.00
388	5.08	0.54	100.00	3.02	0.59	1.69	8.50	0.00	8.50	4.000	No	Yes	2.00
389	5.09	0.55	100.00	3.00	0.59	1.69	8.50	0.00	8.50	4.000	No	Yes	2.00
390	5.10	0.56	100.00	2.97	0.59	1.69	8.49	0.00	8.49	4.000	No	Yes	2.00
391	5.11	0.57	98.48	2.94	0.59	1.68	8.81	0.00	8.81	4.000	No	Yes	2.00
392	5.12	0.58	96.24	2.92	0.59	1.68	8.81	0.00	8.81	4.000	No	Yes	2.00
393	5.13	0.58	95.13	2.90	0.59	1.68	8.97	0.00	8.97	4.000	No	Yes	2.00
394	5.14	0.58	94.81	2.90	0.59	1.68	8.80	0.00	8.80	4.000	No	Yes	2.00
395	5.15	0.57	95.01	2.90	0.59	1.68	8.79	0.00	8.79	4.000	No	Yes	2.00
396	5.16	0.56	95.21	2.90	0.59	1.68	8.63	0.00	8.63	4.000	No	Yes	2.00
397	5.17	0.55	96.37	2.92	0.59	1.68	8.46	0.00	8.46	4.000	No	Yes	2.00
398	5.18	0.54	97.42	2.93	0.59	1.68	8.13	0.00	8.13	4.000	No	Yes	2.00
399	5.19	0.53	99.02	2.95	0.59	1.68	8.28	0.00	8.28	4.000	No	Yes	2.00
400	5.20	0.53	100.00	2.97	0.59	1.68	8.11	0.00	8.11	4.000	No	Yes	2.00
401	5.21	0.52	100.00	2.99	0.59	1.68	7.94	0.00	7.94	4.000	No	Yes	2.00
402	5.22	0.51	100.00	3.01	0.59	1.68	7.78	0.00	7.78	4.000	No	Yes	2.00
403	5.23	0.51	100.00	3.01	0.59	1.68	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
404	5.24	0.51	100.00	3.00	0.59	1.67	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
405	5.25	0.50	100.00	2.99	0.59	1.67	7.60	0.00	7.60	4.000	No	Yes	2.00
406	5.26	0.50	100.00	2.99	0.59	1.67	7.59	0.00	7.59	4.000	No	Yes	2.00
407	5.27	0.50	100.00	2.97	0.59	1.67	7.43	0.00	7.43	4.000	No	Yes	2.00
408	5.28	0.50	99.51	2.96	0.59	1.67	7.58	0.00	7.58	4.000	No	Yes	2.00
409	5.29	0.51	97.37	2.93	0.59	1.67	7.74	0.00	7.74	4.000	No	Yes	2.00
410	5.30	0.52	94.95	2.90	0.59	1.67	7.90	0.00	7.90	4.000	No	Yes	2.00
411	5.31	0.53	92.54	2.87	0.59	1.67	8.06	0.00	8.06	4.000	No	Yes	2.00
412	5.32	0.54	90.54	2.84	0.59	1.67	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00
413	5.33	0.54	89.22	2.83	0.59	1.67	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00
414	5.34	0.54	88.34	2.82	0.59	1.67	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00
415	5.35	0.54	87.85	2.81	0.59	1.66	8.21	0.00	8.21	4.000	No	Yes	2.00
416	5.36	0.55	87.79	2.81	0.59	1.66	8.21	0.00	8.21	4.000	No	Yes	2.00
417	5.37	0.55	88.17	2.81	0.59	1.66	8.36	0.00	8.36	4.000	No	Yes	2.00
418	5.38	0.55	89.12	2.83	0.59	1.66	8.35	0.00	8.35	4.000	No	Yes	2.00
419	5.39	0.54	90.91	2.85	0.59	1.66	8.35	0.00	8.35	4.000	No	Yes	2.00
420	5.40	0.53	92.98	2.87	0.59	1.66	8.02	0.00	8.02	4.000	No	Yes	2.00
421	5.41	0.52	95.33	2.90	0.59	1.66	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
422	5.42	0.50	97.99	2.94	0.59	1.66	7.68	0.00	7.68	4.000	No	Yes	2.00
423	5.43	0.49	100.00	2.96	0.59	1.66	7.35	0.00	7.35	4.000	No	Yes	2.00
424	5.44	0.49	100.00	2.98	0.59	1.65	7.35	0.00	7.35	4.000	No	Yes	2.00
425	5.45	0.49	100.00	2.98	0.59	1.65	7.34	0.00	7.34	4.000	No	Yes	2.00
426	5.46	0.51	97.13	2.93	0.59	1.65	7.34	0.00	7.34	4.000	No	Yes	2.00
427	5.47	0.52	92.89	2.87	0.59	1.65	8.30	0.00	8.30	4.000	No	Yes	2.00
428	5.48	0.53	87.99	2.81	0.59	1.65	7.99	0.00	7.99	4.000	No	Yes	2.00
429	5.49	0.52	88.75	2.82	0.59	1.65	7.98	0.00	7.98	4.000	No	Yes	2.00
430	5.50	0.51	89.34	2.83	0.59	1.65	7.66	0.00	7.66	4.000	No	Yes	2.00
431	5.51	0.50	89.73	2.83	0.60	1.65	7.50	0.00	7.50	4.000	No	Yes	2.00
432	5.52	0.50	88.75	2.82	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
433	5.53	0.49	87.13	2.80	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
434	5.54	0.49	85.32	2.78	0.60	1.65	7.17	0.00	7.17	4.000	No	Yes	2.00
435	5.55	0.49	84.13	2.76	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
436	5.56	0.50	83.23	2.75	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
437	5.57	0.50	83.09	2.75	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
438	5.58	0.49	83.64	2.76	0.60	1.65	7.32	0.00	7.32	4.000	No	Yes	2.00
439	5.59	0.49	83.90	2.76	0.60	1.65	7.16	0.00	7.16	4.000	No	Yes	2.00
440	5.60	0.49	83.58	2.76	0.60	1.65	7.16	0.00	7.16	4.000	No	Yes	2.00
441	5.61	0.49	82.74	2.75	0.60	1.65	7.15	0.00	7.15	4.000	No	Yes	2.00
442	5.62	0.49	81.44	2.73	0.60	1.65	7.15	0.00	7.15	4.000	No	Yes	2.00
443	5.63	0.50	79.37	2.70	0.60	1.65	7.31	0.00	7.31	4.000	No	Yes	2.00
444	5.64	0.51	77.47	2.68	0.60	1.64	7.63	0.00	7.63	4.000	No	Yes	2.00
445	5.65	0.52	76.43	2.67	0.60	1.64	7.63	0.00	7.63	4.000	No	Yes	2.00
446	5.66	0.52	77.28	2.68	0.60	1.64	7.62	0.00	7.62	4.000	No	Yes	2.00
447	5.67	0.52	78.53	2.69	0.60	1.64	7.62	0.00	7.62	4.000	No	Yes	2.00
448	5.68	0.52	79.61	2.71	0.60	1.64	7.61	0.00	7.61	4.000	No	Yes	2.00
449	5.69	0.55	77.14	2.68	0.60	1.64	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
450	5.70	0.61	71.67	2.61	0.60	1.64	8.88	0.00	8.88	4.000	No	Yes	2.00
451	5.71	0.71	64.31	2.52	0.59	1.63	10.32	52.56	62.87	0.102	No	No	0.36
452	5.72	0.83	58.20	2.44	0.59	1.63	12.37	51.74	64.10	0.103	No	No	0.36
453	5.73	0.94	53.57	2.38	0.59	1.62	14.40	51.00	65.40	0.104	No	No	0.37
454	5.74	1.04	51.38	2.35	0.58	1.61	16.09	50.75	66.84	0.105	No	No	0.37
455	5.75	1.13	52.51	2.37	0.58	1.61	17.28	51.44	68.72	0.106	No	No	0.38
456	5.76	1.20	54.71	2.40	0.57	1.59	18.89	52.56	71.45	0.109	No	No	0.39
457	5.77	1.26	56.86	2.42	0.56	1.59	19.59	53.38	72.97	0.110	No	No	0.39
458	5.78	1.33	56.77	2.42	0.56	1.58	20.32	53.56	73.87	0.111	No	No	0.39
459	5.79	1.39	56.00	2.41	0.56	1.58	21.78	53.74	75.52	0.112	No	No	0.40
460	5.80	1.42	55.89	2.41	0.56	1.57	22.50	53.90	76.40	0.113	No	No	0.40
461	5.81	1.38	58.61	2.45	0.56	1.57	21.72	54.44	76.16	0.113	No	No	0.40
462	5.82	1.22	65.44	2.53	0.56	1.57	20.02	55.57	75.59	0.112	No	No	0.40
463	5.83	1.04	73.82	2.64	0.57	1.59	15.36	0.00	15.36	4.000	No	Yes	2.00
464	5.84	0.86	83.07	2.75	0.57	1.59	13.35	0.00	13.35	4.000	No	Yes	2.00
465	5.85	0.75	88.90	2.82	0.58	1.60	11.50	0.00	11.50	4.000	No	Yes	2.00
466	5.86	0.70	91.51	2.86	0.58	1.60	10.12	0.00	10.12	4.000	No	Yes	2.00
467	5.87	0.74	87.49	2.81	0.59	1.60	10.12	0.00	10.12	4.000	No	Yes	2.00
468	5.88	0.85	80.03	2.71	0.58	1.59	12.57	0.00	12.57	4.000	No	Yes	2.00
469	5.89	1.01	71.69	2.61	0.57	1.59	14.55	0.00	14.55	4.000	No	Yes	2.00
470	5.90	1.16	64.52	2.52	0.57	1.58	17.12	54.54	71.67	0.109	No	No	0.39
471	5.91	1.33	56.96	2.42	0.56	1.57	19.84	53.48	73.31	0.110	No	No	0.39
472	5.92	1.52	50.88	2.35	0.56	1.56	23.26	52.49	75.75	0.112	No	No	0.40
473	5.93	1.78	47.14	2.30	0.55	1.55	26.19	51.81	78.00	0.114	No	No	0.41
474	5.94	2.02	44.97	2.27	0.54	1.53	31.61	52.22	83.82	0.119	No	No	0.43
475	5.95	2.26	42.95	2.25	0.53	1.52	34.15	51.84	85.99	0.122	No	No	0.44
476	5.96	2.41	40.82	2.22	0.53	1.52	36.41	51.21	87.62	0.123	No	No	0.45
477	5.97	2.57	38.00	2.19	0.53	1.52	38.15	49.83	87.98	0.124	No	No	0.45
478	5.98	2.66	35.71	2.16	0.52	1.51	40.70	48.74	89.44	0.125	No	No	0.46
479	5.99	2.81	30.98	2.10	0.53	1.52	40.42	44.47	84.90	0.121	No	No	0.44
480	6.00	2.92	26.95	2.05	0.53	1.52	44.97	40.76	85.73	0.121	No	No	0.44

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
481	6.01	3.09	22.52	1.99	0.54	1.53	46.57	34.41	80.98	0.117	No	No	0.42
482	6.02	3.19	20.30	1.97	0.55	1.54	48.38	30.61	79.00	0.115	No	No	0.41
483	6.03	3.31	18.07	1.94	0.55	1.54	50.27	26.20	76.47	0.113	No	No	0.40
484	6.04	3.39	16.47	1.92	0.56	1.55	52.50	22.71	75.21	0.112	No	No	0.40
485	6.05	3.41	15.63	1.91	0.56	1.55	52.40	20.62	73.02	0.110	No	No	0.39
486	6.06	3.35	15.55	1.91	0.57	1.56	51.42	20.35	71.77	0.109	No	No	0.38
487	6.07	3.25	15.80	1.91	0.57	1.56	50.37	20.86	71.23	0.108	No	No	0.38
488	6.08	3.08	16.04	1.91	0.57	1.56	47.94	21.23	69.18	0.107	No	No	0.38
489	6.09	2.89	16.70	1.92	0.58	1.57	44.07	22.39	66.46	0.105	No	No	0.37
490	6.10	2.73	17.51	1.93	0.59	1.57	42.06	24.02	66.08	0.104	No	No	0.36
491	6.11	2.62	18.77	1.95	0.58	1.57	40.65	26.53	67.18	0.105	No	No	0.37
492	6.12	2.50	20.77	1.97	0.58	1.56	38.91	30.19	69.10	0.107	No	No	0.37
493	6.13	2.38	23.13	2.00	0.57	1.56	36.07	33.75	69.81	0.107	No	No	0.38
494	6.14	2.27	25.70	2.03	0.57	1.55	34.52	37.20	71.72	0.109	No	No	0.38
495	6.15	2.18	28.36	2.07	0.56	1.54	33.44	40.27	73.70	0.110	No	No	0.39
496	6.16	2.10	31.02	2.10	0.56	1.54	31.56	42.67	74.23	0.111	No	No	0.39
497	6.17	1.97	34.78	2.15	0.56	1.53	30.36	45.68	76.04	0.112	No	No	0.40
498	6.18	1.85	38.85	2.20	0.56	1.53	27.37	47.83	75.20	0.112	No	No	0.40
499	6.19	1.72	43.91	2.26	0.56	1.53	25.94	50.27	76.21	0.113	No	No	0.40
500	6.20	1.64	48.10	2.31	0.56	1.53	24.56	51.78	76.33	0.113	No	No	0.40
501	6.21	1.57	52.24	2.37	0.55	1.52	23.62	53.06	76.68	0.113	No	No	0.40
502	6.22	1.53	55.70	2.41	0.56	1.52	22.70	53.90	76.61	0.113	No	No	0.40
503	6.23	1.54	58.44	2.44	0.55	1.52	22.65	54.66	77.31	0.114	No	No	0.40
504	6.24	1.61	59.01	2.45	0.55	1.51	24.04	55.20	79.24	0.115	No	No	0.41
505	6.25	1.70	58.79	2.45	0.54	1.51	25.43	55.53	80.96	0.117	No	No	0.42
506	6.26	1.78	58.38	2.44	0.54	1.50	26.39	55.68	82.08	0.118	No	No	0.42
507	6.27	1.83	59.06	2.45	0.54	1.50	27.06	56.05	83.11	0.119	No	No	0.43
508	6.28	1.87	59.72	2.46	0.54	1.50	27.44	56.33	83.78	0.119	No	No	0.43
509	6.29	1.94	59.97	2.46	0.53	1.49	28.25	56.63	84.87	0.120	No	No	0.44
510	6.30	2.01	59.16	2.45	0.53	1.49	29.61	56.79	86.40	0.122	No	No	0.44
511	6.31	2.16	56.63	2.42	0.53	1.48	30.58	56.35	86.93	0.123	No	No	0.45
512	6.32	2.65	47.02	2.30	0.53	1.48	34.42	53.88	88.30	0.124	No	No	0.45
513	6.33	3.44	34.93	2.15	0.50	1.45	50.09	50.22	100.31	0.138	No	No	0.52
514	6.34	6.01	8.71	1.82	0.57	1.53	67.02	3.97	71.00	0.108	No	No	0.38
515	6.35	8.49	0.00	1.60	0.43	1.37	135.94	0.00	135.94	0.218	No	No	0.94
516	6.36	10.94	0.00	1.43	0.41	1.35	146.21	0.00	146.21	0.266	No	No	1.20
517	6.37	12.76	0.00	1.35	0.39	1.34	155.76	0.00	155.76	0.332	No	No	1.56
518	6.38	14.68	0.00	1.31	0.33	1.28	196.00	0.00	196.00	1.521	No	No	2.00
519	6.39	17.14	0.00	1.30	0.32	1.26	208.03	0.00	208.03	3.067	No	No	2.00
520	6.40	18.35	0.00	1.31	0.29	1.23	233.22	0.00	233.22	4.000	No	No	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
q_t: Total cone resistance
FC: Fines content (%)
I_c: Soil behavior type index
m: Stress exponent
C_N: Overburden correction factor
q_{c1N}: Normalized and adjusted cone resistance
Δq_{c1N}: Cone resistance correction factor due to fines
$q_{c1N,cs}$: Normalized and adjusted cone resistance
$CRR_{7.5}$: Cyclic resistance ratio for M_w=7.5
FS: Factor of safety against soil liquefaction

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
1.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.22	0.71	0.00	0.00	0.01	0.03
1.23	1.58	0.00	0.00	0.01	0.00	1.24	1.12	0.00	0.00	0.01	0.00
1.25	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00	1.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.27	1.91	0.00	0.00	0.01	0.00	1.28	1.51	0.00	0.00	0.01	0.00
1.29	1.74	0.00	0.00	0.01	0.00	1.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.40	1.94	0.00	0.00	0.01	0.00
1.41	1.77	0.00	0.00	0.01	0.00	1.42	1.68	0.00	0.00	0.01	0.00
1.43	1.70	0.00	0.00	0.01	0.00	1.44	1.43	0.00	0.00	0.01	0.00
1.45	1.38	0.00	0.00	0.01	0.00	1.46	1.40	0.00	0.00	0.01	0.00
1.47	1.35	0.00	0.00	0.01	0.00	1.48	1.34	0.00	0.00	0.01	0.00
1.49	1.33	0.00	0.00	0.01	0.00	1.50	1.21	0.00	0.00	0.01	0.00
1.51	1.15	0.00	0.00	0.01	0.00	1.52	1.09	0.00	0.00	0.01	0.00
1.53	1.06	0.00	0.00	0.01	0.00	1.54	1.02	0.00	0.00	0.01	0.00
1.55	1.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.56	0.99	0.00	0.00	0.01	0.00
1.57	0.97	0.00	0.00	0.01	0.00	1.58	0.96	0.00	0.00	0.01	0.00
1.59	0.96	0.00	0.00	0.01	0.00	1.60	0.95	0.00	0.00	0.01	0.00
1.61	0.94	0.00	0.00	0.01	0.01	1.62	0.92	0.00	0.00	0.01	0.01
1.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.76	0.87	0.00	0.00	0.01	0.01
1.77	0.86	0.00	0.00	0.01	0.01	1.78	0.87	0.00	0.00	0.01	0.01
1.79	0.86	0.00	0.00	0.01	0.01	1.80	0.85	0.00	0.00	0.01	0.01
1.81	0.81	0.00	0.00	0.01	0.02	1.82	0.79	0.21	1.56	0.01	0.02
1.83	0.77	0.23	1.31	0.01	0.02	1.84	0.75	0.25	1.18	0.01	0.02
1.85	0.73	0.27	1.04	0.01	0.02	1.86	0.71	0.29	0.97	0.01	0.03
1.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
2.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
3.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.16	0.49	0.51	0.47	0.01	0.04
3.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
4.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
5.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.71	0.36	0.64	0.36	0.01	0.05	5.72	0.36	0.64	0.36	0.01	0.05
5.73	0.37	0.63	0.36	0.01	0.05	5.74	0.37	0.63	0.36	0.01	0.04
5.75	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04	5.76	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04
5.77	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	5.78	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04
5.79	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	5.80	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
5.81	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	5.82	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
5.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.90	0.39	0.61	0.37	0.01	0.04
5.91	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	5.92	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
5.93	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04	5.94	0.43	0.57	0.41	0.01	0.04
5.95	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04	5.96	0.45	0.55	0.43	0.01	0.04
5.97	0.45	0.55	0.43	0.01	0.04	5.98	0.46	0.54	0.44	0.01	0.04
5.99	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04	6.00	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
6.01	0.42	0.58	0.40	0.01	0.04	6.02	0.41	0.59	0.40	0.01	0.04
6.03	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.04	0.40	0.60	0.38	0.01	0.04
6.05	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	6.06	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.07	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04	6.08	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.09	0.37	0.63	0.36	0.01	0.04	6.10	0.36	0.64	0.36	0.01	0.04
6.11	0.37	0.63	0.36	0.01	0.04	6.12	0.37	0.63	0.37	0.01	0.04
6.13	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04	6.14	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.15	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	6.16	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04
6.17	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.18	0.40	0.60	0.38	0.01	0.04
6.19	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.20	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
6.21	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.22	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
6.23	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.24	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04
6.25	0.42	0.58	0.40	0.01	0.04	6.26	0.42	0.58	0.40	0.01	0.04
6.27	0.43	0.57	0.41	0.01	0.04	6.28	0.43	0.57	0.41	0.01	0.04
6.29	0.44	0.56	0.41	0.01	0.04	6.30	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04
6.31	0.45	0.55	0.42	0.01	0.04	6.32	0.45	0.55	0.43	0.01	0.04
6.33	0.52	0.48	0.50	0.01	0.03	6.34	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.35	0.94	0.00	0.00	0.01	0.00	6.36	1.20	0.00	0.00	0.01	0.00
6.37	1.56	0.00	0.00	0.01	0.00	6.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Overall liquefaction potential: 2.66

LPI_{ISH} > 5.0 - Liquefaction manifestation is expected

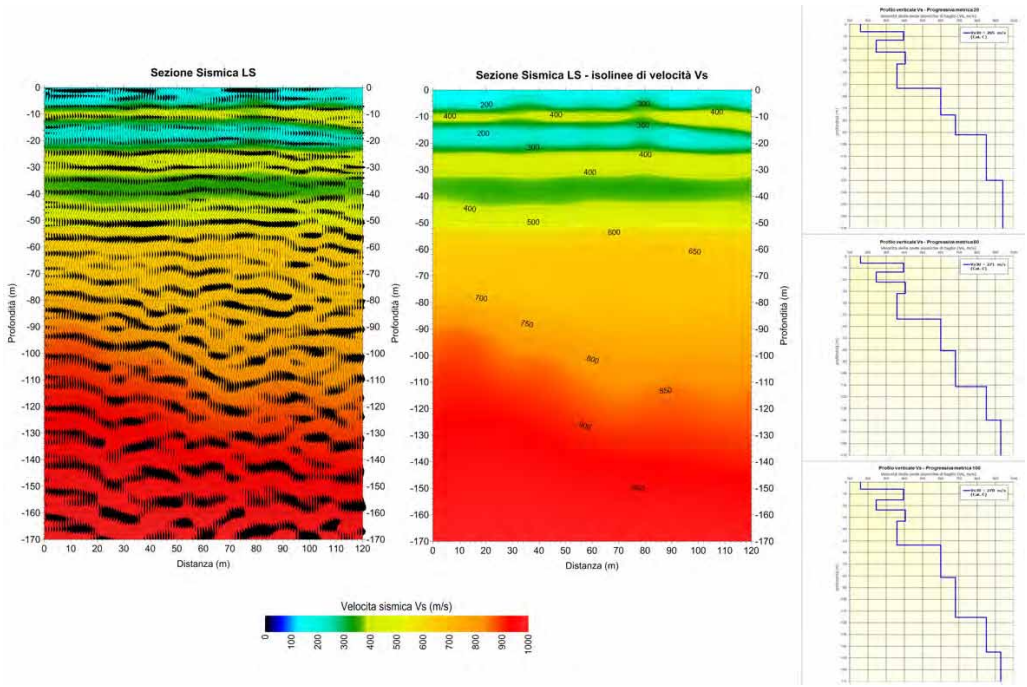
Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point
d_z: Layer thickness (m)
LPI: Liquefaction potential index value for test point

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Provincia di Modena

INDAGINE GEOFISICA CON METODO SISMICO A RIFLESSIONE AD ALTA RISOLUZIONE PRESSO L'IISTAS LAZZARO SPALLANZANI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)



RAPPORTO LAVORI

GeoExploration srl
www.geoexploration.net

Via G.Bruno 19 – 47121 FORLI' (FC)
e-mail: info@geoexploration.net
pec: geoexploration.srl@pec.it
tel: 335 5306642 – 328 7168492

Committente

PROVINCIA DI MODENA
Viale Martiri della Libertà, 34
41121 Modena

CODICE	DATA	REV.	REDATTO	VERIFICATO
GE_R32_19	11/11/2019	0	DOTT. GEOL. DIEGO PERACCINI	ING. GIUSEPPE MAINARDI

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Indice

1 INDICAZIONI GENERALI 2
2 SISMICA A RIFLESSIONE AD ALTA RISOLUZIONE 3
2.1 Cenni sulla sorgente d'energia Vibroseis e confronto con sistemi impulsionali 5
2.2 Acquisizione dati a Onde di taglio S con Vibroseis 6
2.3 Elaborazione Dati Sismici a Riflessione 9
3 Esito del rilievo Sismico a Riflessione 11

Elenco Tavole

Tavola 1 – Planimetria Indagine Sismica *(Foglio A4 – scala 1:1000)*
Tavola 2 – Sezione Sismica LS e profili Vs *(Foglio A3 – scala 1:1000)*

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

1 INDICAZIONI GENERALI

Su incarico della Provincia di Modena, nell'ambito dello studio di risposta sismica locale presso l'IISTAS Spallanzani di Castelfranco Emilia, è stata effettuata un'indagine sismica a riflessione ad alta risoluzione in onde di taglio S.

L'indagine ha avuto lo scopo di caratterizzare i terreni in profondità dal punto di vista sismico, in particolar modo per la misura bidimensionale delle velocità sismiche di taglio (Vs) fino al raggiungimento del *bedrock sismico*.

Lo stendimento sismico, denominato LS, è stato effettuato mediante n. 60 geofoni a interdistanza 2 m per una lunghezza complessiva di 120 m. Come sorgente sismica è stato utilizzato un dispositivo mini-vibroseis. I vantaggi di una sorgente vibrazionale rispetto a quella impulsiva vengono illustrati di seguito.

L'ubicazione dello stendimento sismico LS è riportata sulla planimetria restituita in scala 1:1000 e fornita in Tavola 1, mentre la sezione sismica finale (*stack*) distanze/profondità è riportata in Tavola 2.

Sullo stack sismico finale sono riportati valori di velocità sismica Vs, rappresentati con opportuna scala cromatica, ottenuti a seguito dell'analisi di velocità bidimensionale.

Segue una breve descrizione dei metodi geofisici utilizzati e delle modalità esecutive delle prospezioni ed a conclusione del rapporto lavori, vengono commentati i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2 SISMICA A RIFLESSIONE AD ALTA RISOLUZIONE

La tecnica sismica a riflessione è il metodo geofisico più largamente impiegato soprattutto nella ricerca di strutture geologiche e tettoniche profonde.

La tecnica di prospezione più comune presuppone il cosiddetto rilievo continuo: gli orizzonti riflettenti vengono seguiti in modo continuo lungo il profilo mediante stendimenti simmetrici (*split spread*) o asimmetrici (*end on*) rispetto al punto di energizzazione. Il risultato di un profilo sismico dipende in gran parte dai parametri utilizzati nel corso dell'acquisizione dati, parametri che vengono scelti dopo aver realizzato test preliminari.

In via teorica si può considerare il *maximum offset* (distanza tra il punto di energizzazione più lontano dallo stendimento e l'ultimo geofono dello stendimento stesso) circa uguale alla profondità che si vuole raggiungere; il *minimum offset* (distanza fra il punto di energizzazione ed il geofono ad esso più vicino) dovrebbe essere il più piccolo possibile al fine di registrare anche i primi arrivi sismici delle onde rifratte, indispensabili per le correzioni statiche, compatibilmente con l'esigenza di evitare sia la saturazione del segnale ai geofoni, sia la registrazione di disturbi che, in prossimità della sorgente, hanno un'ampiezza tale da occultare completamente gli eventi riflessi.

Un altro punto fondamentale è la scelta della distanza intergeofonica, che è funzione del *maximum offset*, del *minimum offset*, del numero di canali disponibili e della risoluzione richiesta.

Una riflessione si verifica sempre in presenza di altri segnali sismici o "rumori" che possono interferire con essa o addirittura oscurarla; da qui la necessità di migliorare il più possibile il rapporto segnale/disturbo con vari espedienti.

Una delle tecniche più diffuse è quella di operare con la cosiddetta "copertura CDP" (*Common Depth Point*), ovvero riunire i dati provenienti dallo stesso punto della superficie riflettente. In seguito si dovranno apportare le dovute correzioni in tempi, misurate durante la determinazione della velocità media al di sopra del riflettore (percorsi diversi dell'onda riflessa legati a differenti distanze sorgente-geofono) e quindi sommare le tracce relative ai tragitti esaminati (*stacking*) rafforzando il segnale riflesso (Figura 1).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

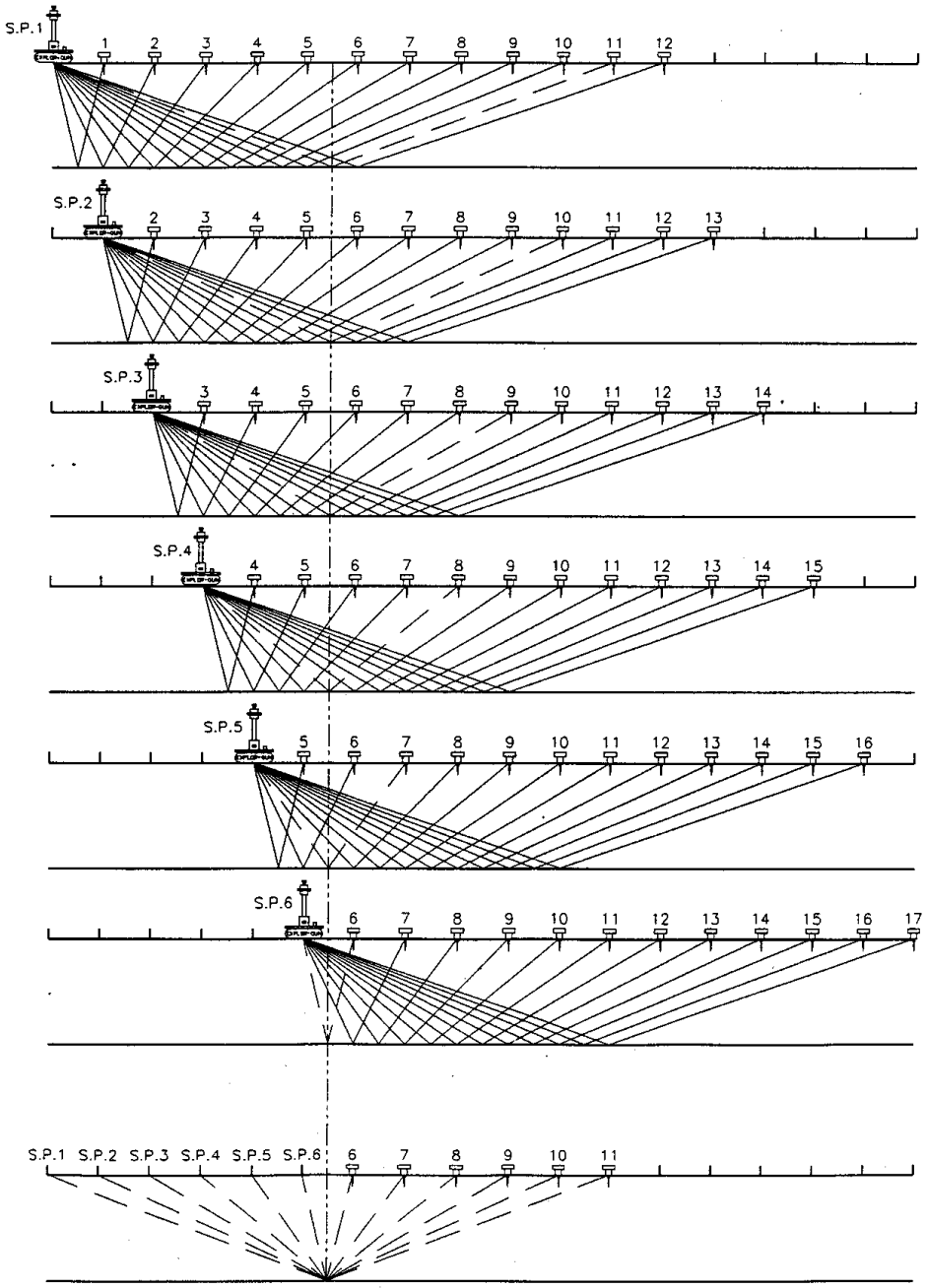


Figura 1 - Schema di registrazione dati con cannoncino sismico e CDP stacking

Registrando quindi più segnali riflessi da uno stesso punto riflettente (copertura multipla) che abbiano seguito percorsi diversi, è evidente che gli impulsi che giungono in fase (segnali) si sommano e quelli non in fase (disturbi vari) si attenuano.

Le coperture multiple più usate vanno dal 1200% al 2400% ordine in funzione del dettaglio e del miglioramento del segnale che si vuole ottenere.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2.1 CENNI SULLA SORGENTE D'ENERGIA VIBROSEIS E CONFRONTO CON SISTEMI IMPULSIONALI

La metodologia sismica con sorgente vibroseis è stata inventata da un gruppo di scienziati della Conoco (Continental Oil Company – USA) nel 1954. Con i vibroseis è possibile ottenere dati a più alta risoluzione rispetto a sorgenti di tipo impulsionale (ad es. cannoncino sismico, esplosivo, massa battente) in quanto si possono realizzare in breve tempo e più ravvicinati fra di loro, molti punti d'energizzazione sismica sullo stendimento.

Obiettivi a poca profondità sono intercettabili con ottima risoluzione utilizzando alte frequenze sismiche, quindi la scelta della sorgente sismica che permetta d'inviare nel terreno segnali ad alta frequenza, risulta fondamentale. Il terreno è essenzialmente un grande filtro in grado di nascondere informazioni. Per obiettivi profondi si utilizzano basse frequenze perché il terreno filtra superficialmente quelle alte, ma per rilievi a profondità di qualche centinaia di metri diviene molto interessante e importante l'impiego di segnali a medio-alta frequenza.

I piccoli vibratori utilizzati in questo caso di studio non sono invasivi e possono essere impiegati su strade cittadine in quanto hanno poco ingombro e non recano danni ai sottoservizi interrati lungo le strade stesse. L'impiego dei vibroseis è tipicamente meno costoso rispetto a sorgenti di scoppio. Non c'è necessità di portare attrezzature di perforazione per la realizzazione dei fori, detonare piccole cariche di esplosivo o cartucce e poi ripristinare il terreno dopo gli scoppi.

Va sottolineato che il vibroseis è una sorgente d'energia a frequenza controllabile mentre le sorgenti impulsionali offrono uno spettro completo di frequenze. Siccome il terreno assorbe molte frequenze, il procedimento d'acquisizione dipende quindi dalla tipologia dei terreni presenti nell'area di studio.

La possibilità di disporre di un segnale di riferimento inviato nel terreno chiamato sweep e rilevato sulla piastra energizzante tramite i vibroseis, offre un notevole vantaggio in fase di elaborazione dei dati (procedimenti di deconvoluzione dei segnali) perché ci consente di conoscere esattamente l'ampiezza e la frequenza dei segnali immessi nei terreni e quindi sappiamo quali segnali si sono propagati nel sottosuolo.

Il problema che si ha utilizzando ad esempio la dinamite è che si fanno brillare le cariche senza conoscere l'ampiezza dei segnali durante lo scoppio, in quanto la funzione di trasferimento dell'energia nel terreno dipende dal tipo di terreno in cui avviene l'esplosione.

Una volta che si è scelta una densità dei punti d'energizzazione, eseguiti i fori e poste in sito le cariche di esplosivo, è complicato cambiare i parametri di scoppio (o ripetere delle registrazioni). Con i vibroseis invece si possono aggiungere, facilmente e a discrezione dell'operatore, punti d'energizzazione e variare l'escursione delle frequenze dei segnali sismici in modo da migliorare la qualità dei dati durante l'acquisizione dei sismogrammi.

E' risaputo che se i dati sismici a riflessione sono stati registrati in maniera ottimale, la loro elaborazione e quindi l'interpretazione è decisamente agevolata e completata in tempi contenuti.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Figura 2 - Vibroseis ElViS III ad onde P (modulo montato) e onde S (modulo smontato)

2.2 Acquisizione dati a Onde di taglio S con Vibroseis

Le operazioni di campagna sono iniziate col posizionamento dei geofoni sul terreno, il loro collegamento tramite morsetti bipolari ai cavi sismici e la connessione di questi ultimi al sismografo. In seguito è stata verificata la trasmissione del segnale di riferimento tra apparato sorgente e sismografi e la ricezione degli eventi sismici su tutti i geofoni. In Figura 3 sono riportate alcune foto delle fasi di acquisizione dati.

Figura 3 – Acquisizione dati su stendimento sismico LS

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Infine sono state realizzate alcune energizzazioni di prova al fine di scegliere le frequenze (sweep) da immettere nel terreno ed i parametri ottimali d'acquisizione sul sismometro; vedasi esempio di spettro di frequenza adottato (20-160 Hz) riportato in Figura 4.

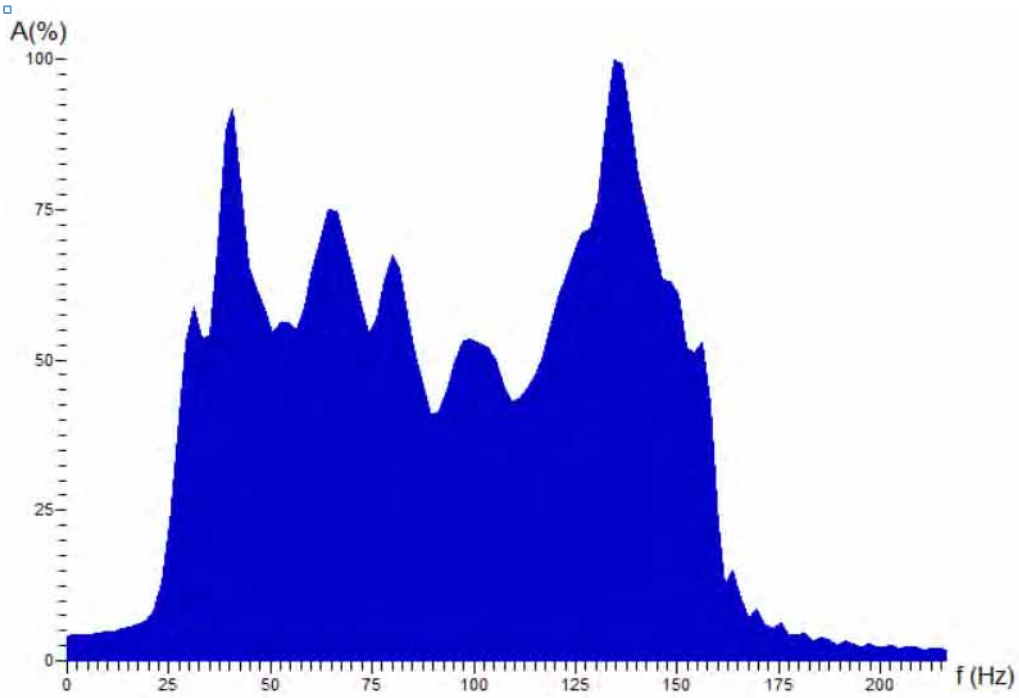


Figura 4 – Spettro di frequenza sweep 20-160 Hz

Dopo aver effettuato la taratura della strumentazione, si è proceduto alla prospezione sismica a riflessione vera e propria in modo tale che dopo ogni energizzazione (o somma di energizzazioni) su ciascun punto d'energizzazione prestabilito, si fosse acquisito e registrato il segnale sull'hard-disk del pc portatile collegato al sismografo per la successiva elaborazione dati.

Su ogni punto d'energizzazione vibrazionale, per generare le onde di taglio S sono state eseguite due energizzazioni: la prima che iniziava con la fase positiva e la seconda con quella negativa; successivamente durante l'elaborazione dati si è sommata alla prima per aumentarne l'ampiezza in fase dei segnali riflessi e diminuire il rumore ambientale.

Come sorgente d'energia è stato utilizzato il nostro sistema esclusivo Vibroseis ElVis III generando le onde di taglio S su ogni geofono per ottenere una copertura del 3000%.

Le energizzazioni così realizzate consentono di avere a disposizione una reale copertura ed una quantità di dati tale da coprire, con la giusta geometria dei raggi ed in maniera omogenea, le intere sezioni sismiche in tutti i settori e fino alle profondità adeguate senza lasciare tratti scoperti o disomogenei (Figura 5).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

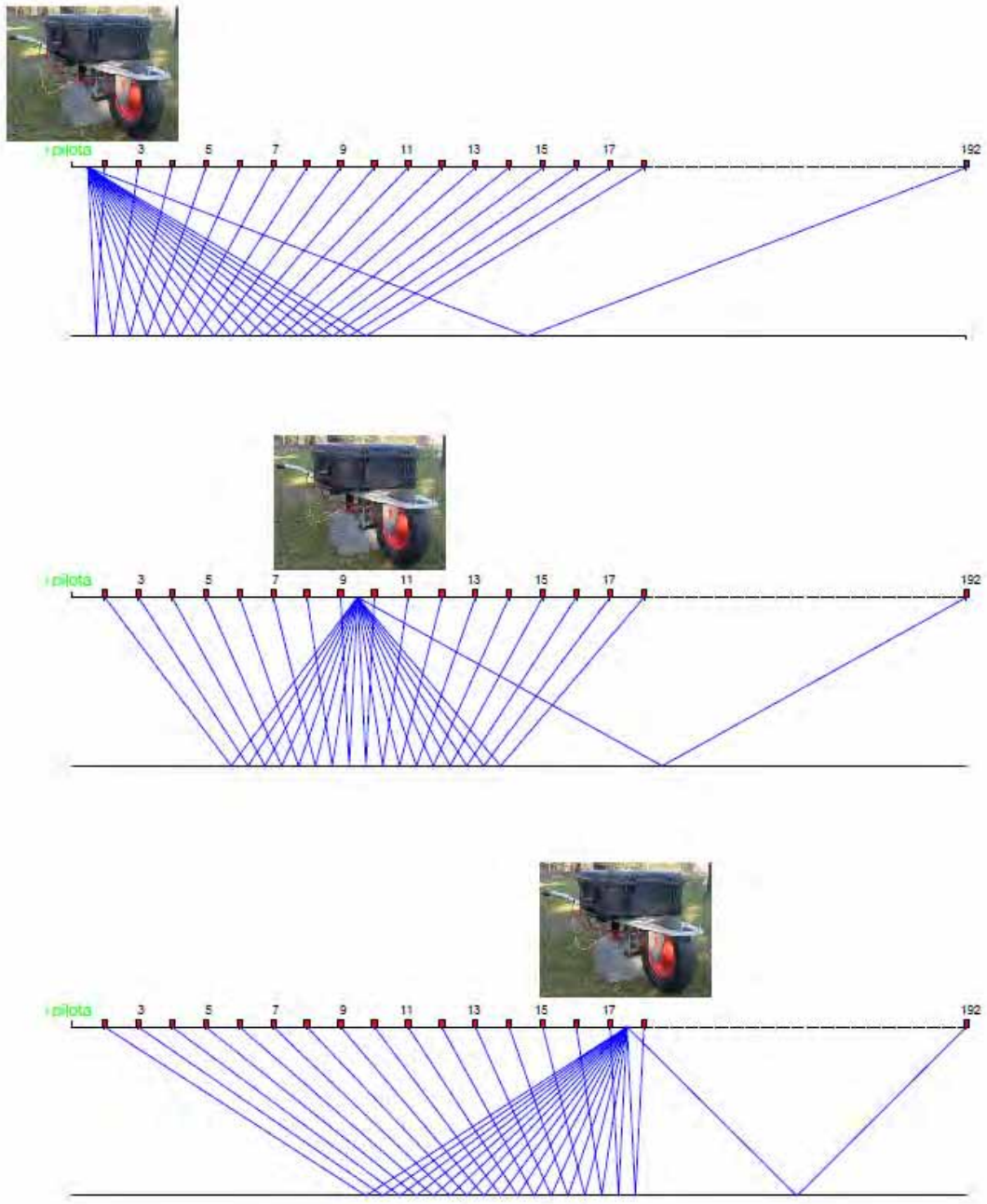


Figura 5 – Esempio, schema di registrazione dati con vibroseis ElViS III con 192 geofoni

Sulla linea LS i dati sono stati registrati utilizzando n. 3 sismografi Geometrics Geode con 24 canali per unità e capacità di 64000 campioni per traccia, per complessivi 60 geofoni attivi su ogni sismogramma. I parametri di acquisizione sono riportati in Tabella 1.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Tempo di registrazione	11 secondi
Intervallo di campionamento	1 millisecondo
Filtri	esclusi
Stendimento	2D variabile rolling end-on, over ed end-off
Geofoni	orizzontali 10Hz interdistanza2 metri
Energizzatore	Vibroseis ElViS III, onde S
Tipo Sweep	20-160 Hz lineare, 10 secondi
Intervallo Punti Vibrazione	2 m (copertura pari al 3000%)
Primo Punto Vibrazione	2 m prima del primo geofono
Ultimo Punto Vibrazione	ultimo geofono (n.60)
Stacks/Punto Vibrazione	1 destra + 1 sinistra

Tabella 1 – Parametri di acquisizione Vibroseis

2.3 Elaborazione Dati Sismici a Riflessione

Quando si elaborano i dati sismici a riflessione è necessario "traslare" tutti i punti di energizzazione e le posizioni dei geofoni su un piano di riferimento che generalmente è orizzontale (vedi il livello del mare nella ricerca petrolifera) e possibilmente posto alla base dei terreni alterati di superficie.
Nel caso delle nostre due linee il profilo del terreno è pianeggiante e come riferimento è stato utilizzato il piano campagna.
L'elaborazione computerizzata, con impiego del software RadExPro Plus prodotto dall'Università di Stato di Mosca (Russia), è stata articolata come elencato nei principali punti successivi.
Per motivi di spazio e complessità esplicativa, la descrizione dettagliata e finalità applicativa delle singole operazioni di elaborazione riportate sotto, si rimanda alla bibliografia disponibile su testi scientifici e riviste specializzate.

1. Correlazione dei sismogrammi;
2. Inserimento delle geometrie;
3. Mute chirurgico dei primi arrivi (top mute);
4. Filtraggio in banda di frequenza (banda passante: 20/40-120/160 Hz;
5. Analisi di velocità su CMP gathers;
6. Applicazione di un guadagno di tipo AGC;
7. Applicazione della correzione normal move out, sorting nel dominio CMP e stack;
8. Bilanciamento ampiezze post-stack e filtraggio F-K.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Dal processo di elaborazione sopra indicato si ottengono in prima fase gli stacks distanze-tempi riportati in Figura 6.

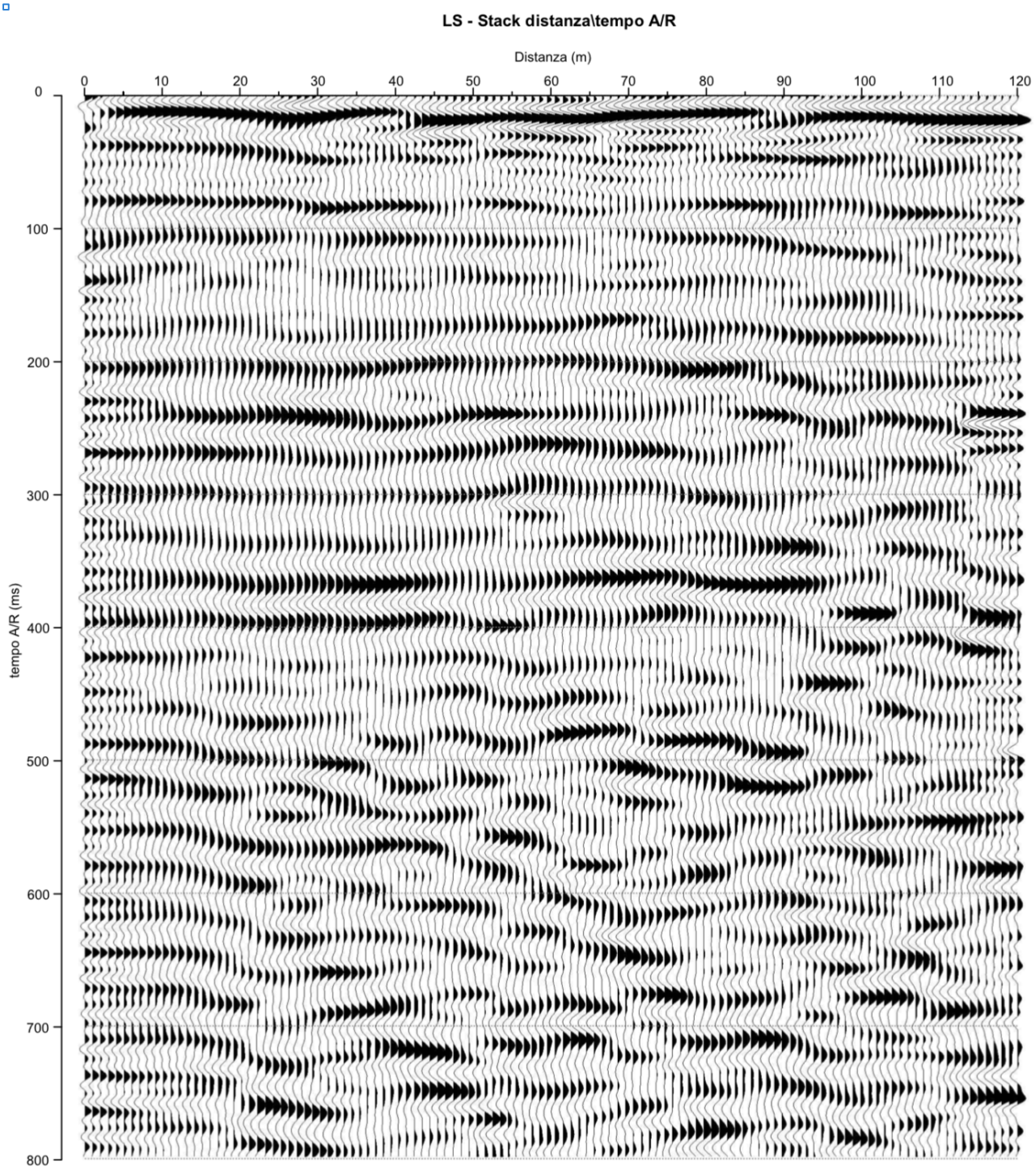


Figura 6 – Stack distanze-tempi LS

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3 ESITO DEL RILIEVO SISMICO A RIFLESSIONE

La tecnica sismica a riflessione ad alta risoluzione, con sorgente vibroseis a frequenza variabile (20-160 Hz) e copertura multipla CDP del 3000%, ha permesso di definire con qualità e dettaglio l'assetto geolitologico dei terreni indagati con particolare riguardo ai valori di Vs e al raggiungimento in profondità del *bedrock sismico* (Vs > 800 m/s).

Le analisi di velocità sugli eventi riflessi per l'allineamento dei CDP, oltre alla conversione dei tempi in profondità, hanno permesso di ottenere la distribuzione bidimensionale delle velocità Vs con la scala cromatica rappresentata nella sezione sismica finale di Tavola 2. Nella stessa tavola viene riportata la sezione LS con le isolinee di velocità sismica in onde di taglio (Vs) e n.3 profili Vs estrapolati a inizio, centro e fine sezione (rispettivamente alle progressive metriche 20 – 60 – 100).

Sotto allo strato superficiale (terreni prevalentemente limosi con spessore di circa 6 m e velocità Vs 160 m/s), la successione sismo-stratigrafica presenta diversi livelli riflettenti riferibili ad interfacce di velocità generalmente crescenti in profondità, fatta eccezione per due inversioni di velocità sismica Vs:

- la prima inversione si individua tra 13 e 23 m di profondità circa, al passaggio da terreni prevalentemente ghiaiosi a terreni meno consistenti costituiti da argille e torbe (Vs circa 240 m/sec);

- la seconda rilevante inversione di velocità Vs (circa 360m/sec) si individua tra 33 e 52 m di profondità circa, in questo caso non si hanno dati geognostici di tipo diretto ma si ipotizza sempre un passaggio tra terreni più consistenti di tipo ghiaioso a terreni meno consistenti limosi-argillosi;

Al di sotto queste inversioni di velocità sismica le Vs aumentano gradualmente fino a valori massimi di circa 950 m/sec fino a una profondità stimata di 170 m da piano campagna; non si rilevano quindi ulteriori inversioni di velocità e di conseguenza situazioni che segnalano particolari criticità nella successione verticale dei sismo-strati.

Il riflettore relativo al *bedrock sismico* locale è caratterizzato da una velocità Vs di 850 m/s e, come visibile dai profili Vs riportati in Tavola 2, si attesta a profondità comprese tra 92 m (inizio sezione) e 115 m (fine sezione).

Per una lettura dettagliata dei risultati descritti si rimanda alla visione degli elaborati forniti nelle varie Tavole del presente rapporto lavori.

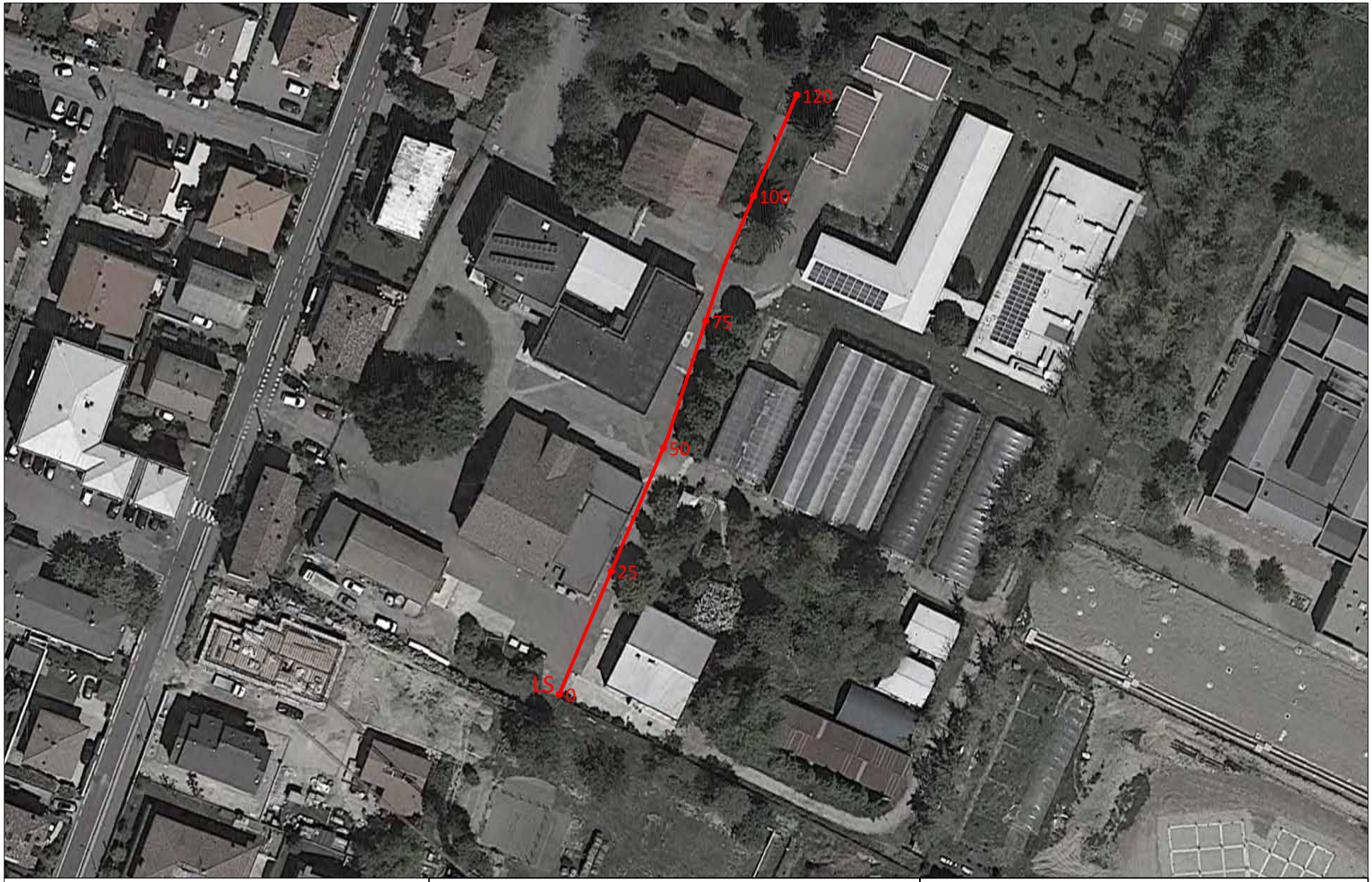
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Forlì, 11/11/2019

Dott. Geol. Diego Peraccini
Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna
Sezione A - N. 1239

Dott. Ing. Giuseppe Mainardi
Ordine degli Ingegneri Provincia di Ravenna
Sezione A – Settore A - N. 1826

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



GeoExploration srl
www.geoexploration.net

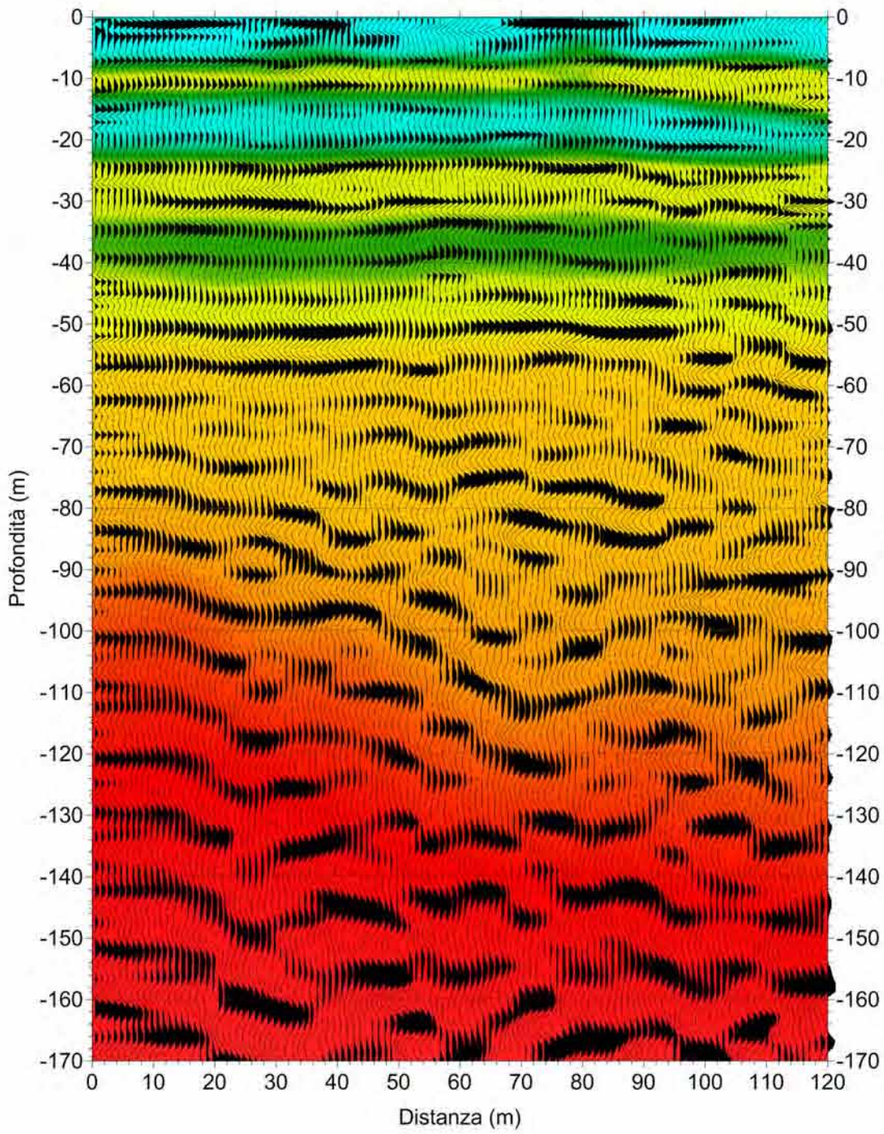
LEGENDA

LS
0
Stendimento sismico a riflessione
e relativa progressiva metrica

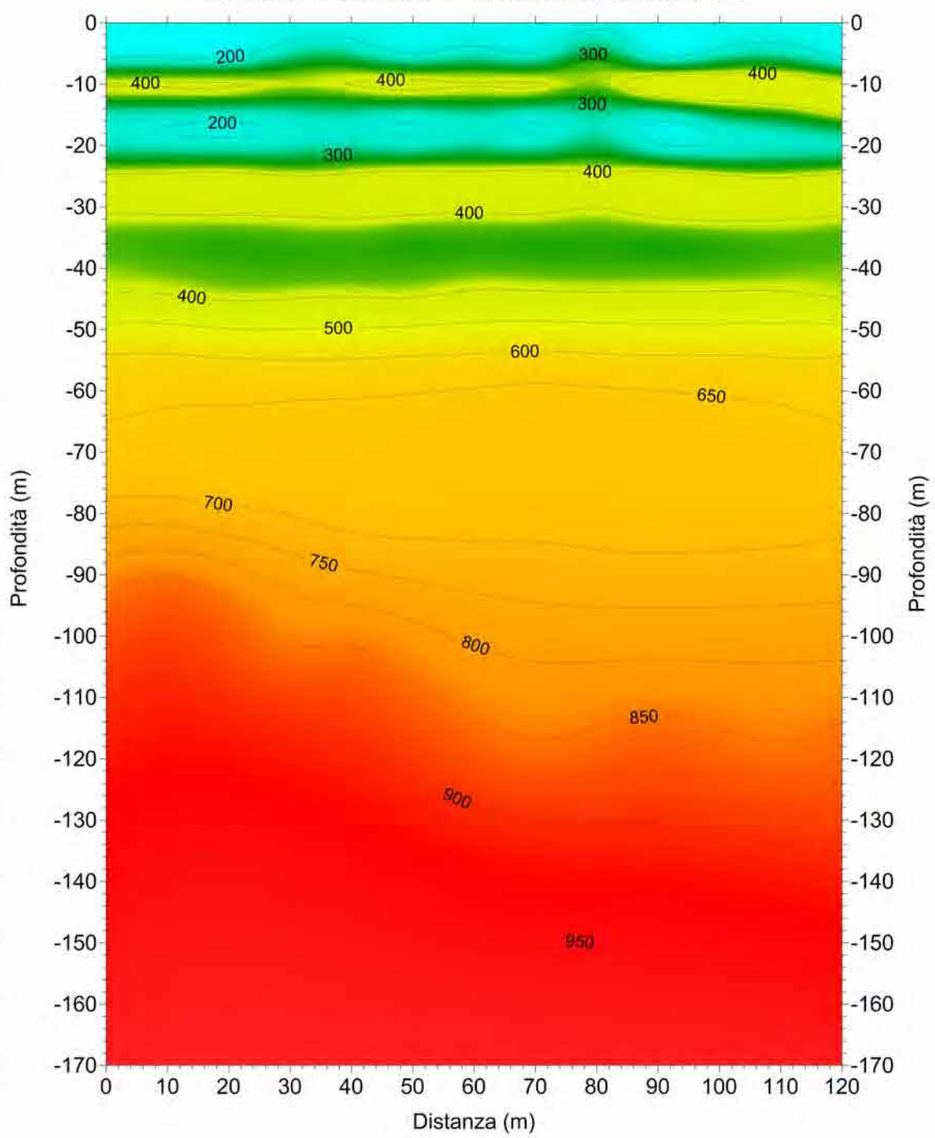
TAVOLA 1
Planimetria indagine Sismica
scala 1:1000

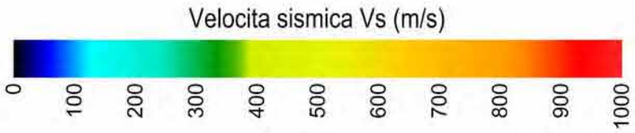
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

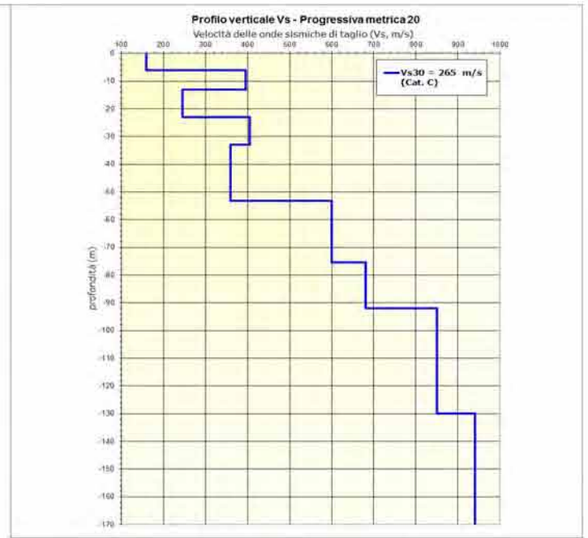
Sezione Sismica LS

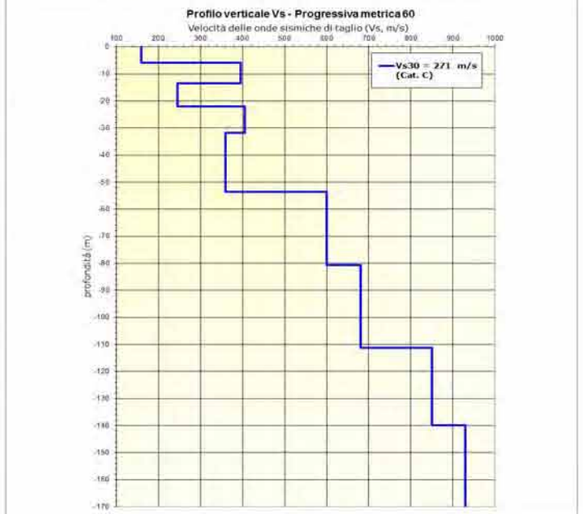


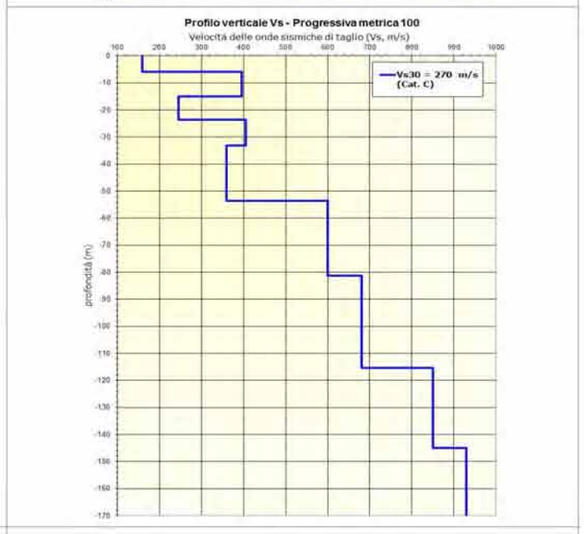
Sezione Sismica LS - isolinee di velocità Vs











GeoExploration srl
www.geoexploration.net

scala 1:1000
0m 10m 20m 30m 40m 50m

TAVOLA 2

Sezione Sismica LS - Profili Vs

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

CASTELFRANCO ISTITUTO SPALLANZANI, IST. SPALLANZANI 0001

Instrument: TE3-0303/01-17
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: 51
Start recording: 16/10/19 11:40:56 End recording: 16/10/19 12:00:56
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

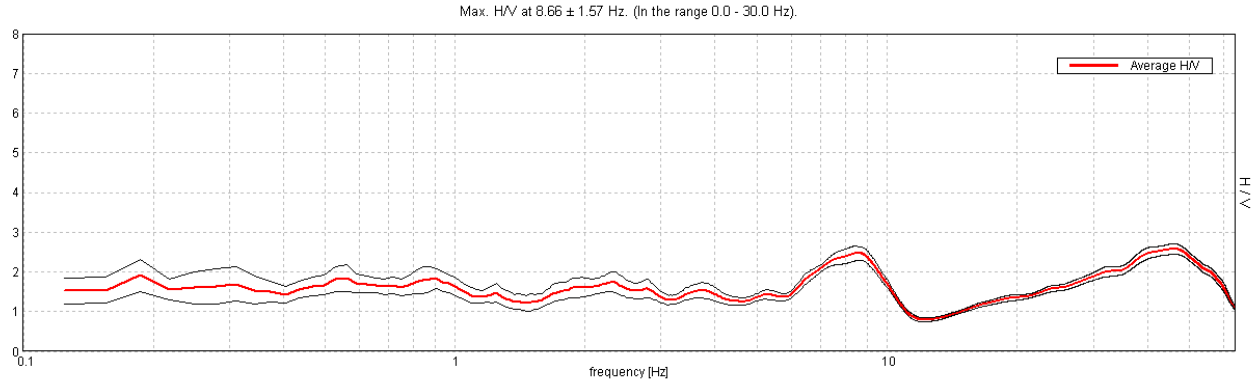
Trace length: 0h20'00". Analyzed 58% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

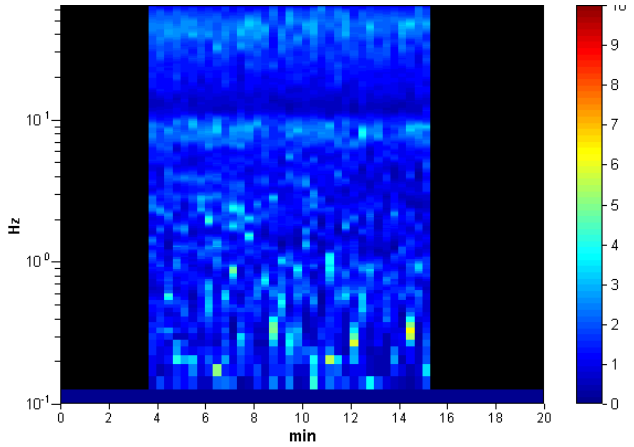
PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

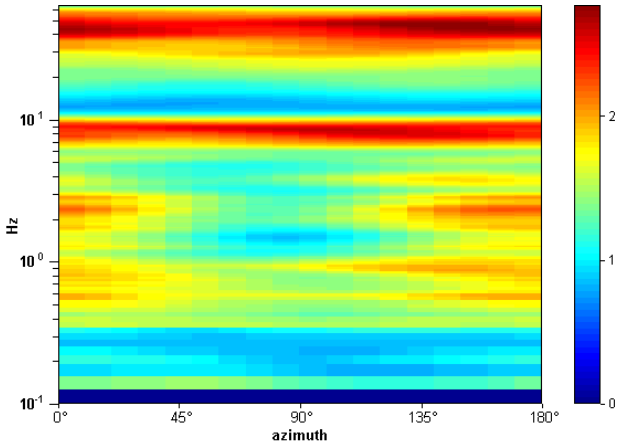
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

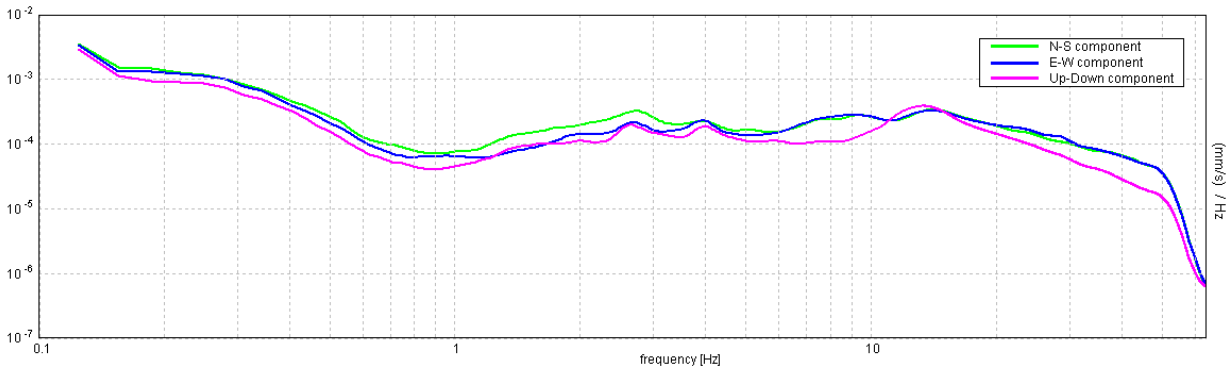


H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V





SINGLE COMPONENT SPECTRA

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the** *Grilla* **manual before interpreting the following tables**.]

Max. H/V at 8.66 ± 1.57 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.66 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6059.4 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz	Exceeded 0 out of 416 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.688 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.47 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.18124| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.56883 < 0.43281		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1704 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{logH/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero ll. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

CASTELFRANCO ISTITUTO SPALLANZANI, IST. SPALLANZANI 0002

Instrument: TE3-0303/01-17
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: 51
Start recording: 16/10/19 12:03:09 End recording: 16/10/19 12:23:09
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

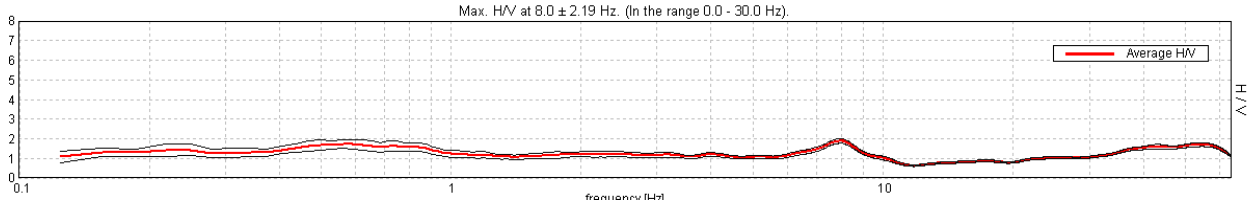
Trace length: 0h20'00". Analyzed 58% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

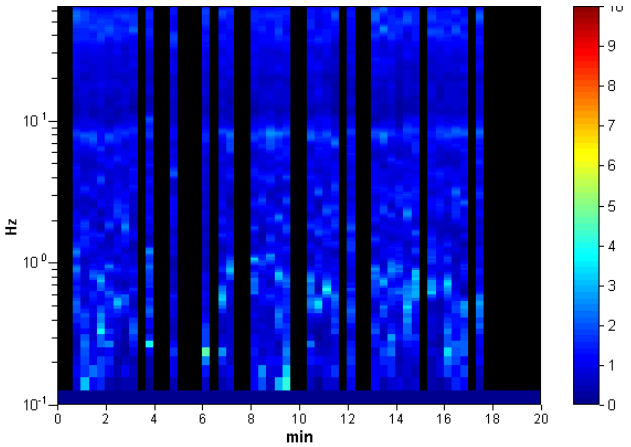
PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

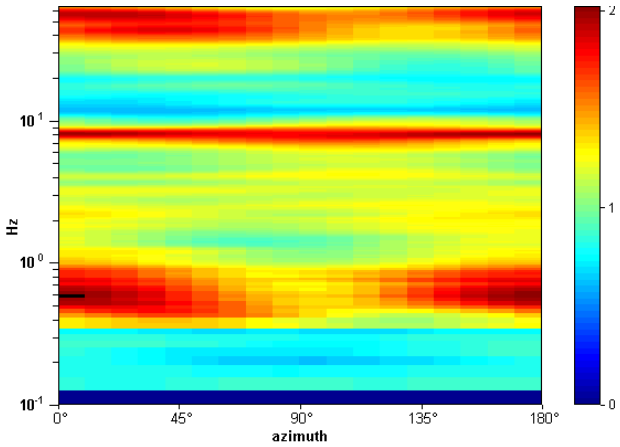
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



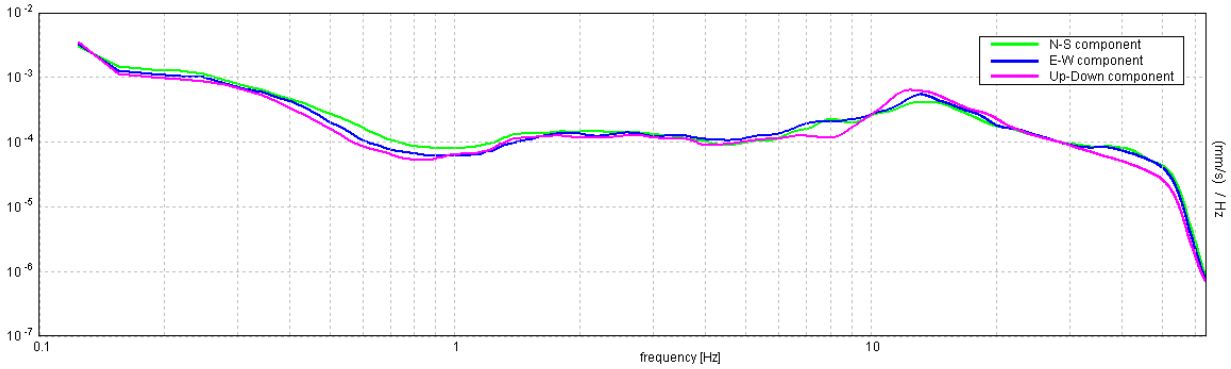
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the** *Grilla* **manual before interpreting the following tables**.]

Max. H/V at 8.0 ± 2.19 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.00 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5600.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz	Exceeded 0 out of 385 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.88 > 2		NO
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.27352| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.18818 < 0.4		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.118 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{logH/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

CERTIFICATO N. 02793/L

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data apertura e descrizione: **31/10/19** Data emissione certificato: **31/10/19**

Sondaggio n. **2** Campione: **1** Profondità di prelievo: **1.00 – 1.50 m**

Stato campione: **AGI Q4**

N. Verbale accettazione: **101/2019** Data verbale accettazione: **31/10/19**

Alto: 1.00 m	**P.P.** (Kg/cm²)	**T.V.** (Kg/cm²)	**Descrizione Litologica**
	7.25	>2.00	Limo argilloso debolmente sabbioso, nocciola con striature ocracee, molto consistente, asciutto, con rari frammenti laterizi.
			Lunghezza campione: 0.50 m
	6.25	>2.00	Note:
Basso: 1.50 m			

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

LA SPERIMENTATRICE
Dott.ssa Silvia Baraldi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02796/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 06/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-02, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,65

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,66

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 19,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,85 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

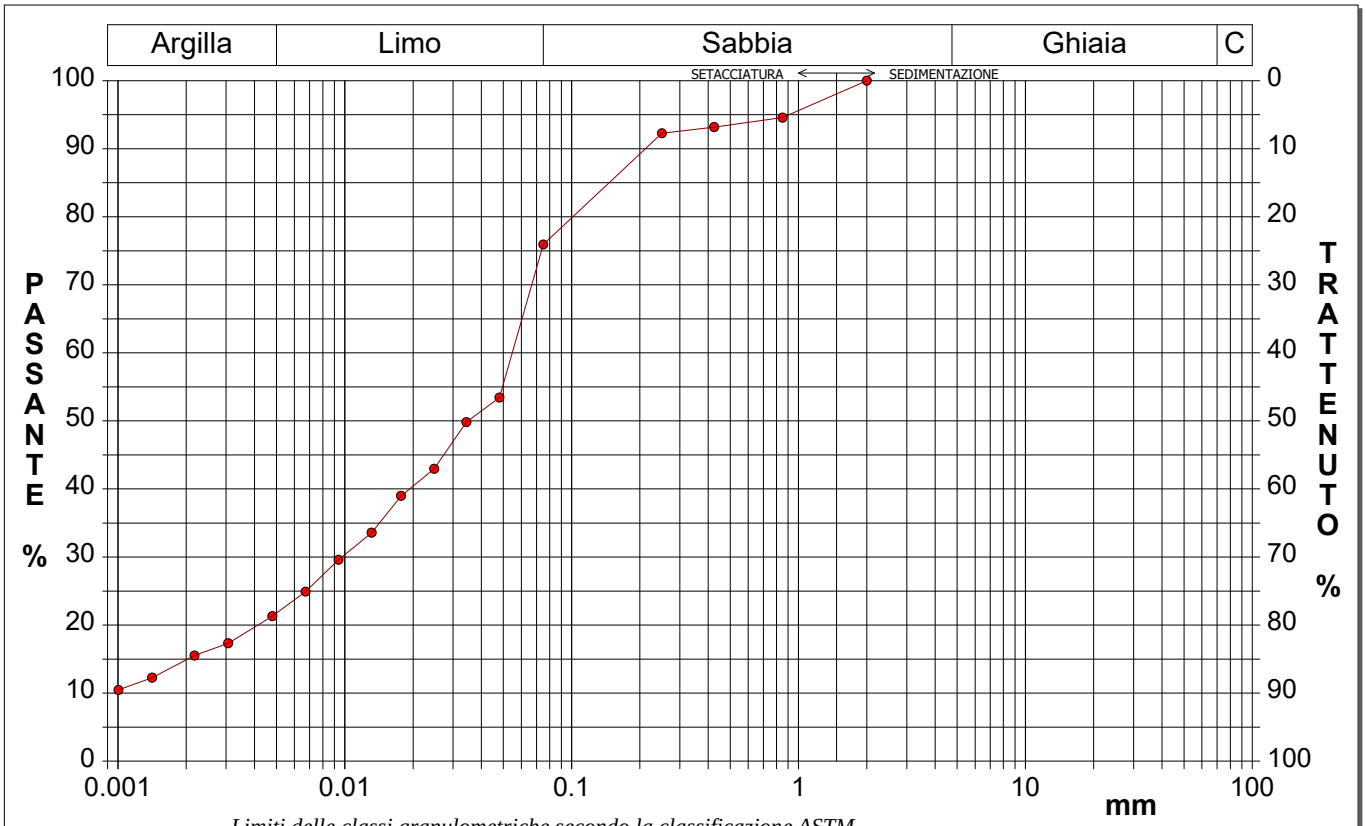
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02807/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 08/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02,ASTM D1140-00,ASTM D2217-98

Argilla	21,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	75,9 %	D_{10}	--- mm
Limo	54,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93,2 %	D_{30}	0,00970 mm
Sabbia	24,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D_{50}	0,03487 mm
Ghiaia	0,0 %			D_{60}	0,05469 mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D_{90}	0,21134 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,0010	10,47	0,0067	24,92	0,0343	49,83	0,8500	94,58		
0,0014	12,28	0,0094	29,61	0,0480	53,44	2,0000	100,00		
0,0022	15,53	0,0131	33,58	0,0750	75,94				
0,0031	17,33	0,0177	39,00	0,2500	92,28				
0,0048	21,30	0,0248	42,97	0,4250	93,18				

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02829/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 15/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 24,5 kPa				Pressione 49,0 kPa				Pressione 98,1 kPa				Pressione 196,1 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	10,0			0,10	24,5			0,10	74,2			0,10	178,3		
0,25	10,0			0,25	46,8			0,25	120,1			0,25	178,3		
0,40	11,4			0,40	46,8			0,40	120,1			0,40	182,9		
0,50	11,4			0,50	46,8			0,50	123,7			0,50	182,9		
1,00	12,7			1,00	50,2			1,00	126,5			1,00	187,5		
2,00	13,7			2,00	52,6			2,00	129,5			2,00	192,0		
4,00	15,0			4,00	54,2			4,00	132,1			4,00	195,4		
8,00	16,6			8,00	55,6			8,00	133,8			8,00	197,9		
15,00	17,9			15,00	56,8			15,00	135,4			15,00	199,9		
30,00	19,2			30,00	57,9			30,00	136,7			30,00	201,9		
60,00	20,4			60,00	58,9			60,00	138,2			60,00	203,6		
120,00	21,4			120,00	59,7			120,00	139,6			120,00	205,0		
240,00	22,2			240,00	60,4			240,00	140,6			240,00	206,4		
480,00	22,9			480,00	61,0			480,00	141,7			480,00	207,6		
960,00	23,8			960,00	61,6			960,00	142,8			960,00	208,8		
1440,00	24,5			1440,00	62,0			1440,00	143,4			1440,00	209,3		

Pressione 392,3 kPa				Pressione 784,5 kPa				Pressione 1569,1 kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	241,8	2880,00	270,7	0,10	302,8			0,10	360,4						
0,25	249,3	3600,00	271,0	0,25	313,1			0,25	385,9						
0,40	249,3			0,40	313,1			0,40	389,7						
0,50	251,5			0,50	318,0			0,50	389,7						
1,00	254,5			1,00	322,4			1,00	395,7						
2,00	256,8			2,00	327,5			2,00	400,4						
4,00	259,5			4,00	331,8			4,00	404,8						
8,00	261,2			8,00	334,8			8,00	408,1						
15,00	262,8			15,00	337,0			15,00	410,4						
30,00	264,2			30,00	339,3			30,00	412,7						
60,00	265,5			60,00	341,5			60,00	414,7						
120,00	266,6			120,00	343,3			120,00	416,5						
240,00	267,5			240,00	344,7			240,00	418,2						
480,00	268,5			480,00	346,1			480,00	426,6						
960,00	269,3			960,00	347,3			960,00	428,4						
1440,00	269,8			1440,00	348,0			1440,00	429,1						
1800,00	270,1														

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

COMMITTENTE: Provincia di Modena		
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

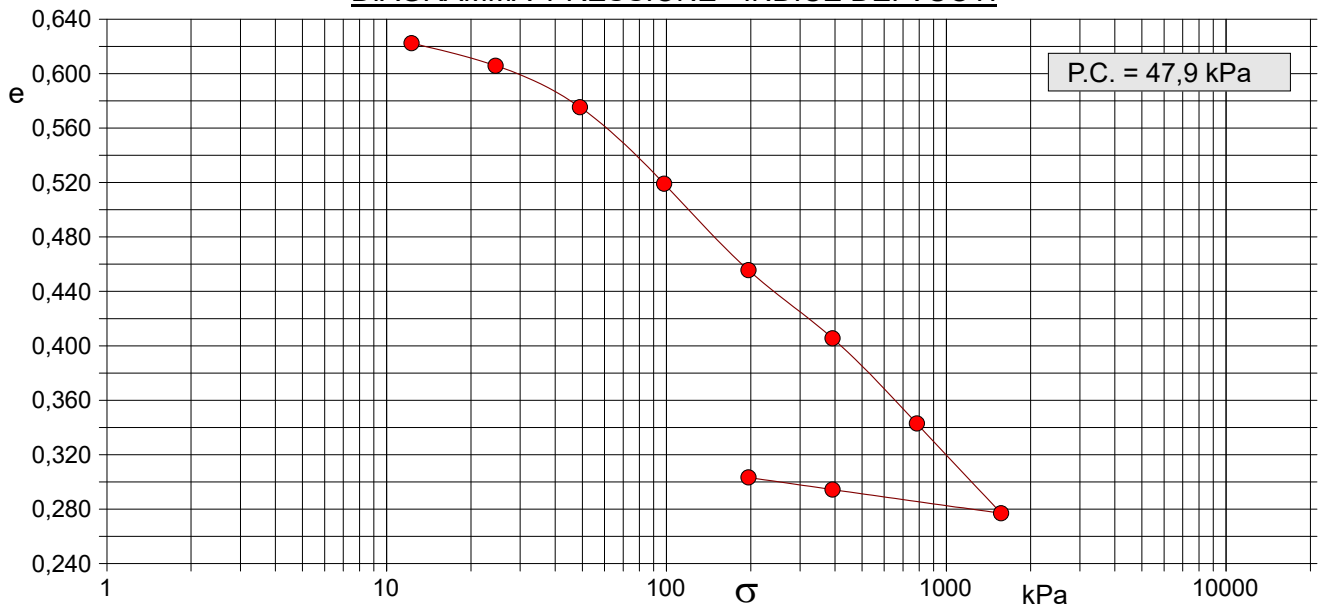
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

Caratteristiche del campione

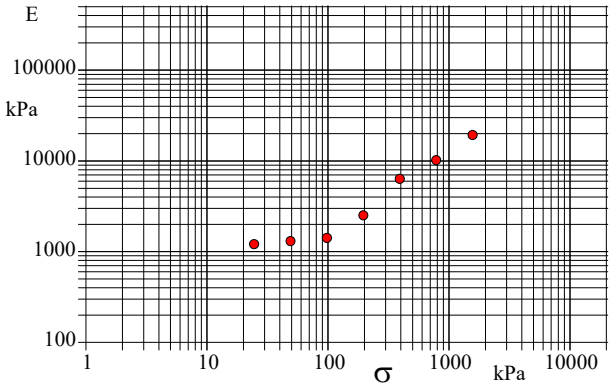
Peso di volume (kN/m³)	18,64	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,63
Umidità (%)	16,4	Volume provino (cm³)	39,27	Porosità (%)	38,49
Peso specifico	2,65	Volume dei vuoti (cm³)	15,12	Saturazione (%)	69,5

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
12,3	4,2	0,622				
24,5	24,5	0,606	0,055	1208	0,002079	1,69E-07
49,0	62,0	0,575	0,101	1307	0,001476	1,11E-07
98,1	143,4	0,519	0,187	1417	0,001855	1,28E-07
196,1	209,3	0,456	0,211	2513	0,002696	1,05E-07
392,3	271,0	0,406	0,167	6358	0,001413	2,18E-08
784,5	348,0	0,343	0,208	10189	0,001360	1,31E-08
1569,1	429,1	0,277	0,219	19347	0,000907	4,60E-09
392,3	407,7	0,294				
196,1	396,7	0,303				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018

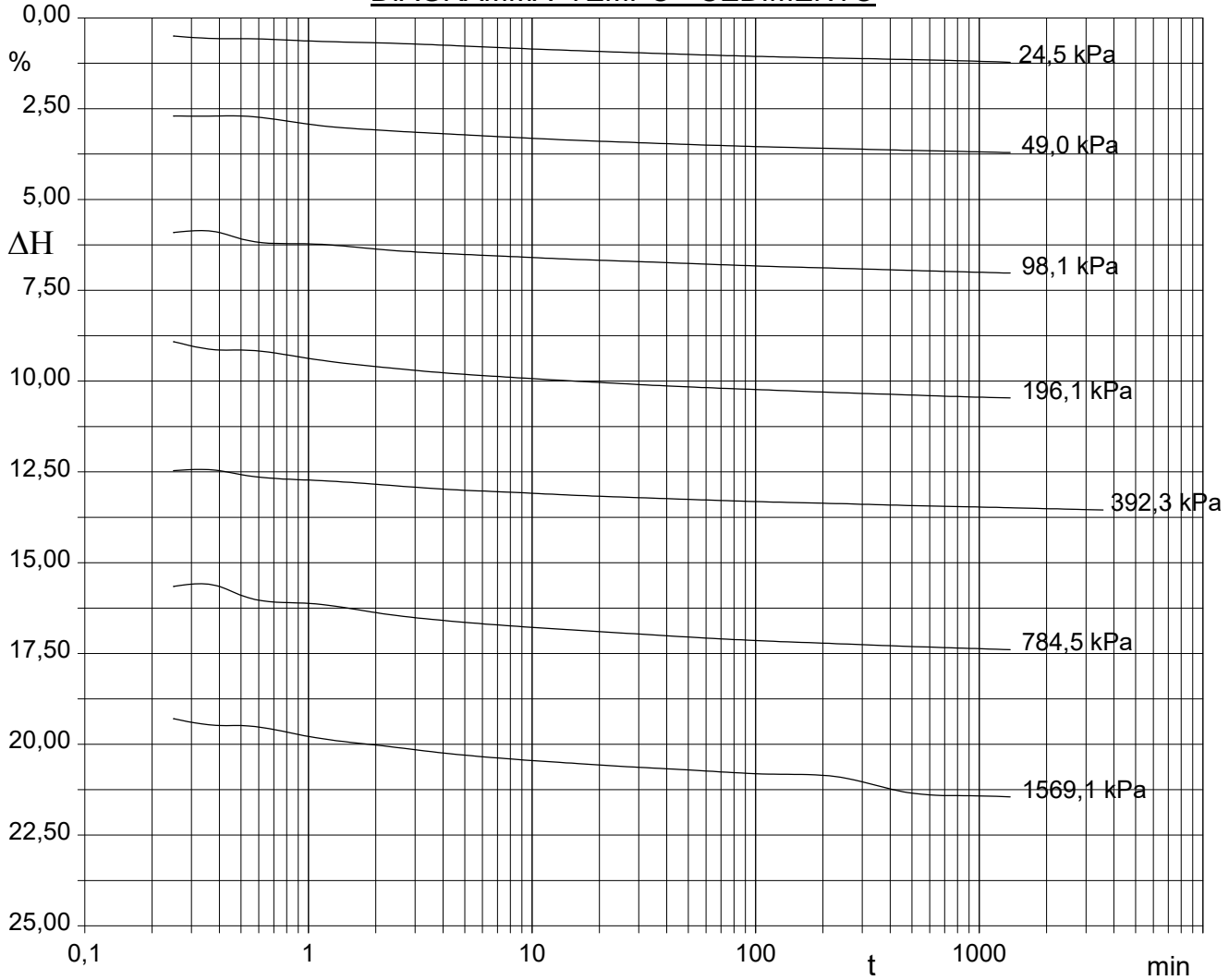
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

COMMITTENTE: Provincia di Modena		
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione:	24,5 kPa	Cv = 0,002079 cm²/sec	C_α = 0,0016
Pressione:	49,0 kPa	Cv = 0,001476 cm²/sec	C_α = 0,0016
Pressione:	98,1 kPa	Cv = 0,001855 cm²/sec	C_α = 0,0020
Pressione:	196,1 kPa	Cv = 0,002696 cm²/sec	C_α = 0,0024
Pressione:	392,3 kPa	Cv = 0,001413 cm²/sec	C_α = 0,0018
Pressione:	784,5 kPa	Cv = 0,001360 cm²/sec	C_α = 0,0030
Pressione:	1569,1 kPa	Cv = 0,000907 cm²/sec	C_α = 0,0060

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

CERTIFICATO N. 02794/L

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data apertura e descrizione: **31/10/19** Data emissione certificato: **31/10/19**

Sondaggio n. **2** Campione: **2** Profondità di prelievo: **3.05 – 3.60 m**

Stato campione: **AGI Q5**

N. Verbale accettazione: **101/2019** Data verbale accettazione: **31/10/19**

Alto: 3.05 m	**P.P.** (Kg/cm²)	**T.V.** (Kg/cm²)	**Descrizione Litologica**
	1.00	0.60	Limo argilloso con sabbia, bruno nocciola, moderatamente consistente, umido.
	1.00	0.40	Lunghezza campione: 0.55 m
	1.00	0.50	Note:
Basso: 3.60 m			

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

LA SPERIMENTATRICE
Dott.ssa Silvia Baraldi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02797/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	06/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-02, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,68

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,68

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 19,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,25 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE:	Provincia di Modena		
RIFERIMENTO:	Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3.05 - 3.60

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	30,3	%
Peso di volume	18,5	kN/m³
Peso di volume secco	13,9	kN/m³
Peso di volume saturo	18,5	kN/m³
Peso specifico	2,68	
Indice dei vuoti	0,892	
Porosità	47,1	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	16,8	%
Limo	64,3	%
Argilla	18,9	%
D 10	0,001543	mm
D 50	0,028275	mm
D 60	0,043247	mm
D 90	0,128025	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 42	100,0	%
Passante set. 200	83,2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c'	kPa	ϕ'	°
c' Res	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02810/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 05/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98, ASTM D2974-00

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 30,3 %

Struttura del materiale:
- ☒ Omogeneo
- ☐ Stratificato
- ☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,25 mm

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02799/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	04/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D1188-96

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Bellari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

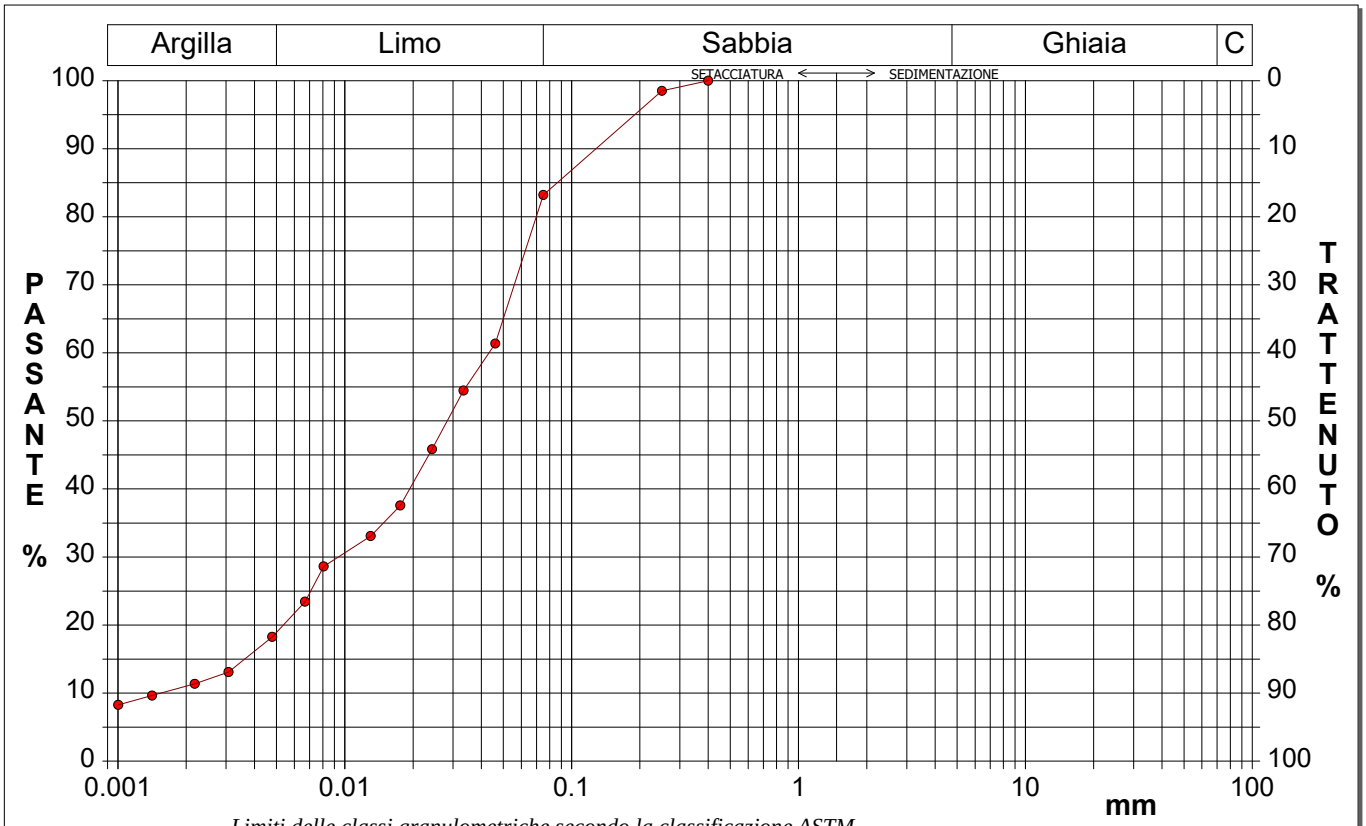
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02808/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 08/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02,ASTM D1140-00,ASTM D2217-98

Argilla	18,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	83,2 %	D_{10}	0,00154 mm
Limo	64,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D_{30}	0,00935 mm
Sabbia	16,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D_{50}	0,02827 mm
Ghiaia	0,0 %			D_{60}	0,04325 mm
Coefficiente di uniformità	28,03	Coefficiente di curvatura	1,31	D_{90}	0,12803 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,0010	8,27	0,0067	23,44	0,0334	54,47				
0,0014	9,65	0,0081	28,61	0,0461	61,36				
0,0022	11,38	0,0130	33,10	0,0750	83,20				
0,0031	13,10	0,0176	37,58	0,2500	98,51				
0,0048	18,27	0,0242	45,85	0,4000	100,00				

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

CERTIFICATO N. 02795/L

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data apertura e descrizione: **31/10/19** Data emissione certificato: **31/10/19**

Sondaggio n. **2** Campione: **3** Profondità di prelievo: **4.45 – 5.00 m**

Stato campione: **AGI Q5**

N. Verbale accettazione: **101/2019** Data verbale accettazione: **31/10/19**

Alto: 4.45 m	**P.P.** (Kg/cm²)	**T.V.** (Kg/cm²)	**Descrizione Litologica**
	0.50 0.75 0.50	0.30 0.40 0.40	Limo sabbioso, grigio, moderatamente consistente, molto umido, con presenza di torba a 4.55 m. Lunghezza campione: 0.55 m Note:
Basso: 5.00 m			

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

LA SPERIMENTATRICE
Dott.ssa Silvia Baraldi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02798/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 06/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-02, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,61

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,61

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 19,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,85 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02800/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	04/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D1188-96

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE:	Provincia di Modena		
RIFERIMENTO:	Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	4.45 - 5.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	33,3	%
Peso di volume	18,7	kN/m³
Peso di volume secco	14,0	kN/m³
Peso di volume saturo	18,5	kN/m³
Peso specifico	2,61	
Indice dei vuoti	0,825	
Porosità	45,2	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	10,0	%
Limo	60,4	%
Argilla	29,6	%
D 10		mm
D 50	0,014294	mm
D 60	0,022374	mm
D 90	0,075794	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 42	95,5	%
Passante set. 200	90,0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c'	kPa	ϕ'	°
c' Res	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02811/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	05/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98, ASTM D2974-00

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 33,3 %

Struttura del materiale:
- ☒ Omogeneo
- ☐ Stratificato
- ☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,85 mm

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

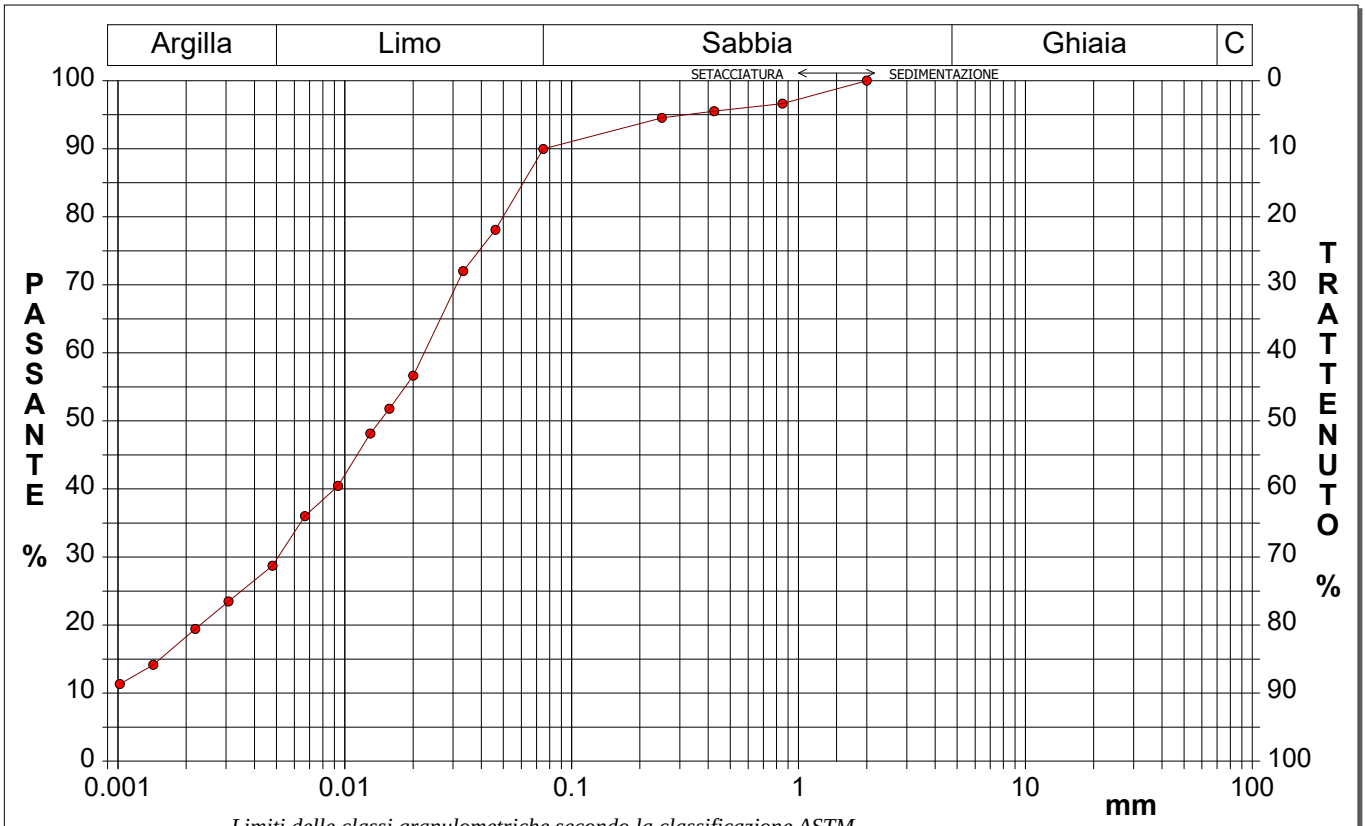
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02809/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 08/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02,ASTM D1140-00,ASTM D2217-98

Argilla	29,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	90,0 %	D_{10}	--- mm
Limo	60,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95,5 %	D_{30}	0,00509 mm
Sabbia	10,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D_{50}	0,01429 mm
Ghiaia	0,0 %			D_{60}	0,02237 mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D_{90}	0,07579 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,0010	11,33	0,0067	36,01	0,0332	72,02	0,8500	96,63		
0,0014	14,16	0,0093	40,46	0,0462	78,09	2,0000	100,00		
0,0022	19,42	0,0130	48,15	0,0750	89,96				
0,0031	23,47	0,0157	51,79	0,2500	94,53				
0,0048	28,73	0,0200	56,65	0,4250	95,50				

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pierluigi Poppi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Punti Spettro medio analisi RSL

T (s)	a(g)
0.0000	0.3012
0.0100	0.3018
0.0200	0.3037
0.0300	0.3071
0.0400	0.3122
0.0500	0.3199
0.0600	0.3344
0.0700	0.3604
0.0800	0.3722
0.0900	0.4202
0.1000	0.4681
0.1100	0.5618
0.1200	0.6931
0.1300	0.7620
0.1400	0.8607
0.1500	0.9181
0.1600	0.9502
0.1700	0.9235
0.1800	0.8796
0.1900	0.7835
0.2000	0.7022
0.2100	0.6585
0.2200	0.6526
0.2300	0.7102
0.2400	0.7599
0.2500	0.7933
0.2600	0.7884
0.2700	0.8207
0.2800	0.8376
0.2900	0.8523
0.3000	0.8496
0.3100	0.8008
0.3200	0.7681
0.3300	0.7481
0.3400	0.7119
0.3500	0.6719
0.3600	0.6378
0.3700	0.6006
0.3800	0.5685
0.3900	0.5464
0.4000	0.5220
0.4100	0.5045
0.4200	0.4921
0.4300	0.4886
0.4400	0.4874
0.4500	0.4819
0.4600	0.4689
0.4700	0.4492
0.4800	0.4279
0.4900	0.4123
0.5000	0.4005
0.5100	0.3916
0.5200	0.3871
0.5300	0.3865
0.5400	0.3890
0.5500	0.3950
0.5600	0.4048
0.5700	0.4140
0.5800	0.4169
0.5900	0.4208
0.6000	0.4221
0.6100	0.4227
0.6200	0.4219
0.6300	0.4210
0.6400	0.4210
0.6500	0.4235

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

0.6600	0.4265
0.6700	0.4309
0.6800	0.4337
0.6900	0.4354
0.7000	0.4385
0.7100	0.4375
0.7200	0.4366
0.7300	0.4392
0.7400	0.4389
0.7500	0.4350
0.7600	0.4302
0.7700	0.4241
0.7800	0.4169
0.7900	0.4126
0.8000	0.4056
0.8100	0.4008
0.8200	0.3971
0.8300	0.3938
0.8400	0.3900
0.8500	0.3888
0.8600	0.3859
0.8700	0.3817
0.8800	0.3769
0.8900	0.3708
0.9000	0.3631
0.9100	0.3540
0.9200	0.3441
0.9300	0.3358
0.9400	0.3326
0.9500	0.3300
0.9600	0.3278
0.9700	0.3259
0.9800	0.3240
0.9900	0.3228
1.0000	0.3207
1.0100	0.3176
1.0200	0.3138
1.0300	0.3095
1.0400	0.3044
1.0500	0.2983
1.0600	0.2939
1.0700	0.2918
1.0800	0.2890
1.0900	0.2853
1.1000	0.2809
1.1100	0.2758
1.1200	0.2703
1.1300	0.2652
1.1400	0.2608
1.1500	0.2565
1.1600	0.2521
1.1700	0.2481
1.1800	0.2440
1.1900	0.2397
1.2000	0.2351
1.2100	0.2325
1.2200	0.2299
1.2300	0.2265
1.2400	0.2230
1.2500	0.2196
1.2600	0.2159
1.2700	0.2117
1.2800	0.2079
1.2900	0.2052
1.3000	0.2022
1.3100	0.1991
1.3200	0.1958
1.3300	0.1926
1.3400	0.1892

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

1.3500	0.1859
1.3600	0.1827
1.3700	0.1802
1.3800	0.1792
1.3900	0.1787
1.4000	0.1784
1.4100	0.1782
1.4200	0.1778
1.4300	0.1771
1.4400	0.1760
1.4500	0.1746
1.4600	0.1729
1.4700	0.1709
1.4800	0.1689
1.4900	0.1669
1.5000	0.1647
1.5100	0.1626
1.5200	0.1607
1.5300	0.1597
1.5400	0.1584
1.5500	0.1568
1.5600	0.1549
1.5700	0.1528
1.5800	0.1505
1.5900	0.1480
1.6000	0.1454
1.6100	0.1431
1.6200	0.1414
1.6300	0.1395
1.6400	0.1376
1.6500	0.1357
1.6600	0.1339
1.6700	0.1323
1.6800	0.1308
1.6900	0.1292
1.7000	0.1277
1.7100	0.1262
1.7200	0.1247
1.7300	0.1232
1.7400	0.1217
1.7500	0.1202
1.7600	0.1191
1.7700	0.1180
1.7800	0.1169
1.7900	0.1157
1.8000	0.1148
1.8100	0.1140
1.8200	0.1131
1.8300	0.1123
1.8400	0.1114
1.8500	0.1105
1.8600	0.1096
1.8700	0.1087
1.8800	0.1077
1.8900	0.1067
1.9000	0.1056
1.9100	0.1044
1.9200	0.1034
1.9300	0.1025
1.9400	0.1014
1.9500	0.1002
1.9600	0.0990
1.9700	0.0977
1.9800	0.0963
1.9900	0.0949
2.0000	0.0933
2.0100	0.0917
2.0200	0.0903
2.0300	0.0891

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2.0400	0.0879
2.0500	0.0867
2.0600	0.0854
2.0700	0.0840
2.0800	0.0827
2.0900	0.0813
2.1000	0.0800
2.1100	0.0788
2.1200	0.0778
2.1300	0.0768
2.1400	0.0758
2.1500	0.0748
2.1600	0.0740
2.1700	0.0732
2.1800	0.0726
2.1900	0.0719
2.2000	0.0713
2.2100	0.0706
2.2200	0.0699
2.2300	0.0693
2.2400	0.0686
2.2500	0.0679
2.2600	0.0671
2.2700	0.0664
2.2800	0.0657
2.2900	0.0649
2.3000	0.0642
2.3100	0.0634
2.3200	0.0627
2.3300	0.0620
2.3400	0.0613
2.3500	0.0606
2.3600	0.0599
2.3700	0.0594
2.3800	0.0588
2.3900	0.0582
2.4000	0.0576
2.4100	0.0571
2.4200	0.0565
2.4300	0.0559
2.4400	0.0554
2.4500	0.0548
2.4600	0.0543
2.4700	0.0537
2.4800	0.0532
2.4900	0.0526
2.5000	0.0521
2.5100	0.0515
2.5200	0.0510
2.5300	0.0505
2.5400	0.0500
2.5500	0.0495
2.5600	0.0490
2.5700	0.0485
2.5800	0.0480
2.5900	0.0475
2.6000	0.0470
2.6100	0.0466
2.6200	0.0461
2.6300	0.0457
2.6400	0.0452
2.6500	0.0449
2.6600	0.0445
2.6700	0.0441
2.6800	0.0437
2.6900	0.0433
2.7000	0.0430
2.7100	0.0426
2.7200	0.0423

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2.7300	0.0419
2.7400	0.0416
2.7500	0.0412
2.7600	0.0409
2.7700	0.0406
2.7800	0.0403
2.7900	0.0400
2.8000	0.0396
2.8100	0.0393
2.8200	0.0390
2.8300	0.0387
2.8400	0.0384
2.8500	0.0381
2.8600	0.0378
2.8700	0.0375
2.8800	0.0372
2.8900	0.0370
2.9000	0.0367
2.9100	0.0364
2.9200	0.0361
2.9300	0.0358
2.9400	0.0356
2.9500	0.0353
2.9600	0.0350
2.9700	0.0347
2.9800	0.0345
2.9900	0.0342
3.0000	0.0339
3.0100	0.0337
3.0200	0.0334
3.0300	0.0332
3.0400	0.0329
3.0500	0.0327
3.0600	0.0324
3.0700	0.0321
3.0800	0.0319
3.0900	0.0316
3.1000	0.0314
3.1100	0.0312
3.1200	0.0309
3.1300	0.0307
3.1400	0.0304
3.1500	0.0302
3.1600	0.0299
3.1700	0.0297
3.1800	0.0296
3.1900	0.0295
3.2000	0.0293
3.2100	0.0292
3.2200	0.0290
3.2300	0.0289
3.2400	0.0288
3.2500	0.0286
3.2600	0.0285
3.2700	0.0284
3.2800	0.0282
3.2900	0.0281
3.3000	0.0280
3.3100	0.0279
3.3200	0.0277
3.3300	0.0276
3.3400	0.0275
3.3500	0.0273
3.3600	0.0272
3.3700	0.0271
3.3800	0.0269
3.3900	0.0268
3.4000	0.0267
3.4100	0.0266

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3.4200	0.0265
3.4300	0.0263
3.4400	0.0262
3.4500	0.0261
3.4600	0.0260
3.4700	0.0259
3.4800	0.0258
3.4900	0.0256
3.5000	0.0255
3.5100	0.0254
3.5200	0.0253
3.5300	0.0251
3.5400	0.0250
3.5500	0.0248
3.5600	0.0247
3.5700	0.0246
3.5800	0.0244
3.5900	0.0243
3.6000	0.0241
3.6100	0.0240
3.6200	0.0238
3.6300	0.0236
3.6400	0.0235
3.6500	0.0233
3.6600	0.0232
3.6700	0.0230
3.6800	0.0228
3.6900	0.0227
3.7000	0.0225
3.7100	0.0223
3.7200	0.0222
3.7300	0.0220
3.7400	0.0219
3.7500	0.0217
3.7600	0.0216
3.7700	0.0214
3.7800	0.0212
3.7900	0.0211
3.8000	0.0209
3.8100	0.0207
3.8200	0.0206
3.8300	0.0204
3.8400	0.0204
3.8500	0.0203
3.8600	0.0202
3.8700	0.0201
3.8800	0.0200
3.8900	0.0199
3.9000	0.0198
3.9100	0.0198
3.9200	0.0197
3.9300	0.0196
3.9400	0.0195
3.9500	0.0194
3.9600	0.0194
3.9700	0.0193
3.9800	0.0192
3.9900	0.0191
4.0000	0.0190

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

C.a. Ing. Vincenzo Chianese

CIG ZEC28AF24F - CUP G17B17000120002

Si consegna l'elaborato geologico per il progetto definitivo-esecutivo
Cordialmente

Lorenzo Del Maschio

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA
Dott. Geol. LORENZO DEL MASCHIO
Via Camogli 59 - 41125 Modena
Tel 347/4128277 - Fax 059/394816
e-mail delmaschio.l@alice.it
PEC delmaschio.l@epap.sicurezzapostale.it

COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA
PROVINCIA DI MODENA

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLA MODELLAZIONE SISMICA CON CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL VOLUME DI TERRENO SIGNIFICATIVO PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVA PALAZZINA AD USO LABORATORI A SEGUITO DELLA DEMOLIZIONE PALAZZINA "C" - AMPLIAMENTO PALAZZINA "D" DELL'ISTITUTO D'ISTRUZIONE SUPERIORE "L. SPALLANZANI" IN COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA

LOCALITÀ:
Castelfranco E. - Via Solimei 21-23

COMMITTENTE
Provincia di Modena

FEBBRAIO 2020

ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO
Dott. LORENZO DEL MASCHIO
Geologo
A.P. n.1725

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

INDICE GENERALE

1. PREMESSA 1

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA 1
- a. Riferimenti cartografici 1
- b. Copertura aerofotogrammetrica 1
- c. Riferimenti catastali 1

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO 3

4. USO DEL SUOLO 4

5. INDAGINI REALIZZATE 5

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 6
- a. Lineamenti geologici e strutturali 6
- b. Ricostruzione del modello geologico di dettaglio 9

7. VERIFICA A LIQUEFAZIONE 12

8. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SITO 19
- a. Indagini geofisiche 19
  - a1. I dati ottenuti 19
  - a2. Interpretazione delle indagini 19
- b. Indagini geognostiche 32
  - b1. I dati ottenuti 32
  - b2. Interpretazione delle indagini geognostiche 32
    - b2a. Sondaggi geognostici a carotaggio continuo 32
    - b2b. Prova penetrometrica statica con piezocono CPTu 33
    - b2c. Prova penetrometrica statica meccanica CPTm 43
- c. Il modello geologico-tecnico del volume significativo 45

9. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E LOCALE 48
- a. Sismicità delle aree di interesse 48
- b. Sismicità storica delle aree di intervento 49
- c. Individuazione della pericolosità sismica del sito 51
- d. Ricostruzione del profilo sismo-stratigrafico del sito 53
- e. Risposta sismica locale (RSL) 58
  - e1. Premessa 58
  - e2. Ricostruzione del modello sismo-stratigrafico del sottosuolo 61
  - e3. Definizione del modello di calcolo 71
  - e4. Definizione del moto di input (scelta delle azioni sismiche) 78
  - e5. Risultati della modellazione 84

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 88

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

11. ALLEGATI 92

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione provinciale di Modena - Area Lavori pubblici con determinazione 183/2019 è stato redatto lo studio geologico, sismico e di caratterizzazione geotecnica del volume significativo finalizzato al progetto definitivo-esecutivo per la realizzazione di nuova palazzina ad uso laboratori a seguito di demolizione della palazzina C e di ampliamento della palazzina D in via Solimei, in comune di Castelfranco Emilia.
L'indagine è stata effettuata mediante reperimento di materiale bibliografico conoscitivo, sopralluoghi, rilievi diretti sul sito e indagini geognostiche e sismiche.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - AMMINISTRATIVO

L'area di intervento è ubicata in Castelfranco E., in via Solimei 21--23
I principali riferimenti sono:

a. Riferimenti cartografici (fig. 2.1 - 2.2)

C.T.R.: Tavola 220 NO (1:25.000);
Sezione 220010 (1:10.000);
Elemento 220011 (1:5000).

b. Copertura aereofotogrammetrica

- Foto aeree RER 1954
- Foto aeree RER 1973-1978
- Ortofoto digitali AIMA 1996
- Ortofoto digitali Terraitaly 2000
- Ortofoto digitali QB 2003
- Ortofoto AGEA-RER 2008
- Ortofoto AGEA-RER 2011

c. Riferimenti catastali

Foglio 156, Mappale 251 - Comune di Castelfranco Emilia

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

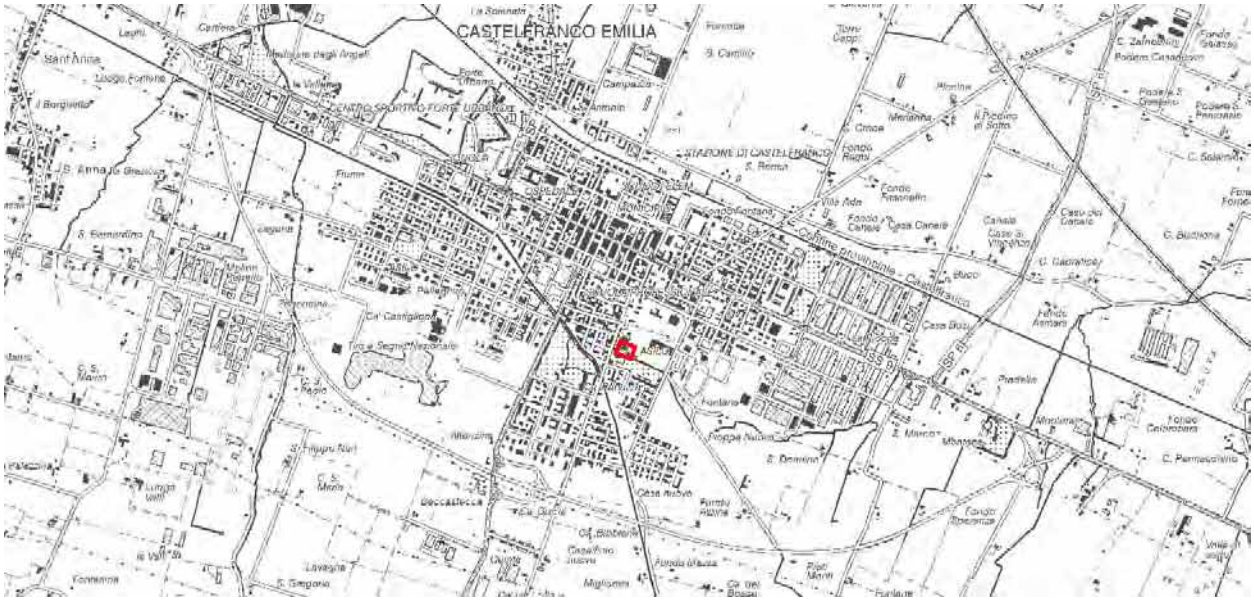


Figura 2.1: Localizzazione area di indagine su C.T.R. a scala 1:25.000.

Figura 2.2: Localizzazione area di indagine su C.T.R. a scala 1:5.000.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

- D.P.R. 380/2001

- Ordinanza P.C.M. n. 3274del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

- Eurocodice 7

Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

- Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

- D.M. 17 Gennaio 2018

Norme Tecniche per le costruzioni.

- L.R. 19/2008

"Norme per la riduzione del rischio sismico"

- Circolare n. 7 del 21/01/2019

- L.R. 24/2017

"Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio"

- D.G.R. 630/2019

"Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, LR 24/2017)"

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

4. USO DEL SUOLO

L'area di intervento risulta compresa nella tipologia "Tessuto residenziale rado (Er)". Quanto precedentemente descritto si può riscontrare nella Carta dell'Uso del Suolo della Regione Emilia-Romagna (ed. 2008) (fig. 4.1).

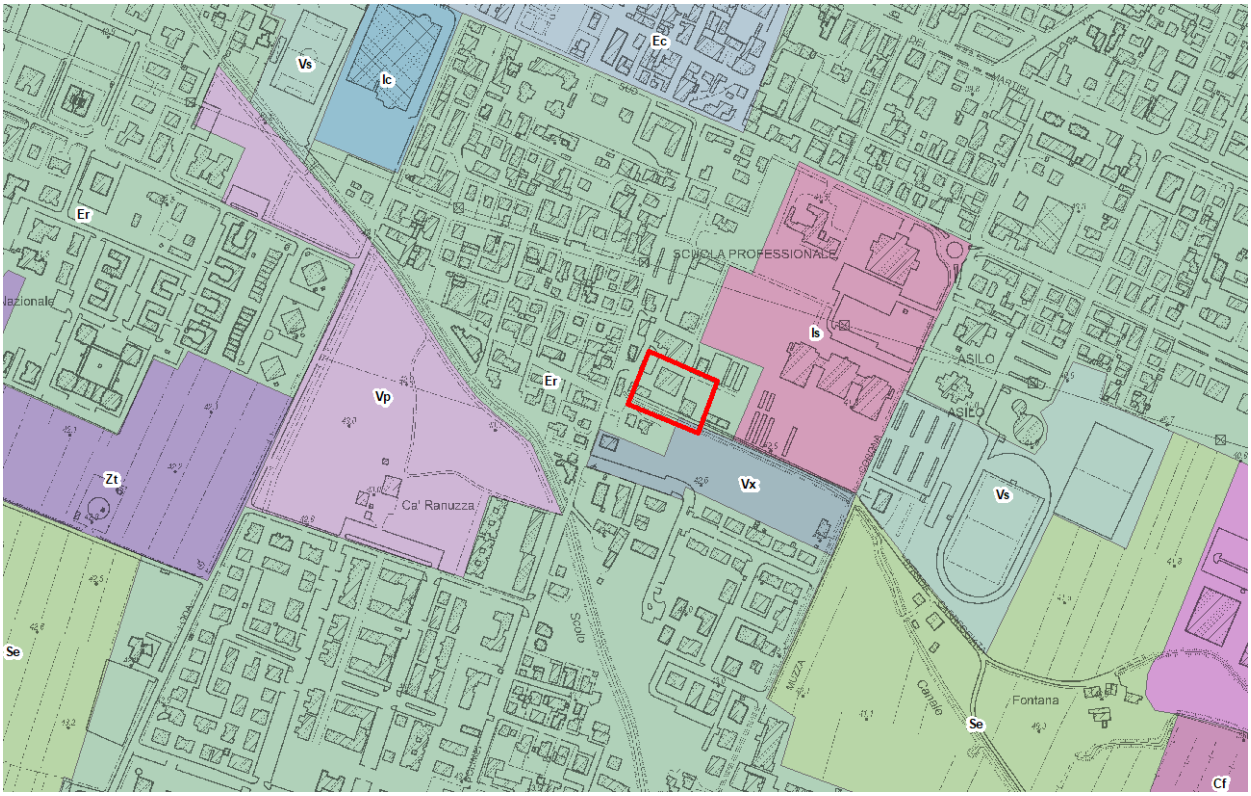


Figura 4.1: Carta Uso del suolo - Regione Emilia-Romagna ed. 2008.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

5. INDAGINI REALIZZATE

Al fine di determinare la ricostruzione delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di fondazione si è provveduto a reperire tutte le informazioni provenienti da indagini di bibliografia e da nuove indagini eseguite. In particolar modo sono state utilizzate le seguenti indagini geognostiche e geofisiche (figura 5.1):

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S01 e S02) spinti rispettivamente alla profondità di 10.00 m e 20.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche elettriche con piezocono (CPTu01 e CPTu02) spinte alla profondità massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPTm01 e CPTm02) spinte alla profondità massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 indagine sismiche passive di microtremori (HV01 e HV02);
- n. 1 indagine sismica a riflessione in array in onde Sh (Vb - Sh).

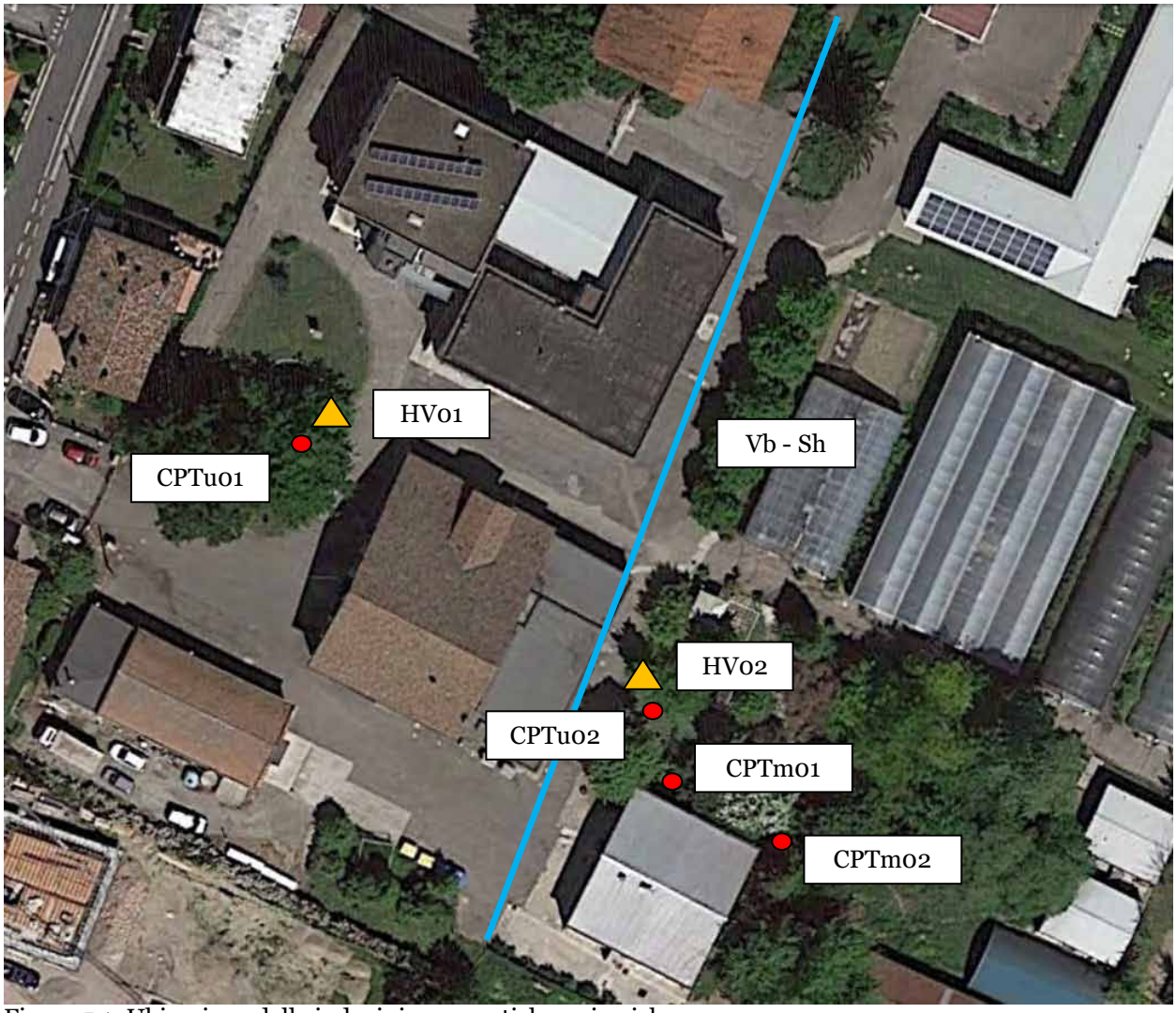


Figura 5.1: Ubicazione delle indagini geognostiche e sismiche.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

a. Lineamenti geologici e strutturali

Sotto l'aspetto geologico, il territorio in esame appartiene alla Pianura Padana, edificio sedimentario, costituito da sedimenti di origine alluvionale, olocenici e tardo- pleistocenici, poggiante su un substrato marino.
La situazione stratigrafica, esplorata dell'AGIP Mineraria in oltre mezzo secolo di attività, si può così schematizzare: alle sequenze mesozoiche, incontrate solo in alcune esplorazioni al nucleo delle pieghe ferraresi, segue una successione clastica terziaria divisibile in due cicli sedimentari principali. Quello inferiore termina con le evaporiti del Messiniano mentre quello superiore inizia con le fasi salmastre messiniane e termina nel Pleistocene.
Nell'ambito del secondo ciclo si può distinguere un ciclo di secondo ordine che termina con la deposizione delle Argille azzurre di mare profondo (Argille di Lugagnano), localmente ricoperte da sabbie gialle di facies litorale datate su basi paleontologiche e palinologiche al Pleistocene medio-inferiore. L'assetto geostrutturale delle formazioni prequaternarie è caratterizzato da una successione plicativa ad anticlinali e sinclinali spesso fagliate e sovrascorse, con assi a vergenze appenniniche.
In tale schema, la porzione di pianura esame è ricade in corrispondenza della Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia, compresa nell'arco delle pieghe emiliane caratterizzate da due distinti fasci di thrust::il primo, più meridionale, detto fronte di accavallamento appenninico (P.T.F.), definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, detto fronte di accavallamento esterno (E.T.F), definisce il limite dell'appennino sepolto.
L'andamento strutturale dell'Appennino sepolto può essere interpretato come effetto di una compressione e di un raccorciamento crostale che, secondo i moderni schemi geodinamici, risulta legato ad un doppio fenomeno di subduzione e/o ispessimento della crosta. In tale quadro d'insieme si giustifica lo sviluppo della rete idrografica maggiore che risulta conforme ai principali assi di sinclinali sepolte.
Ciò si evince dalla Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

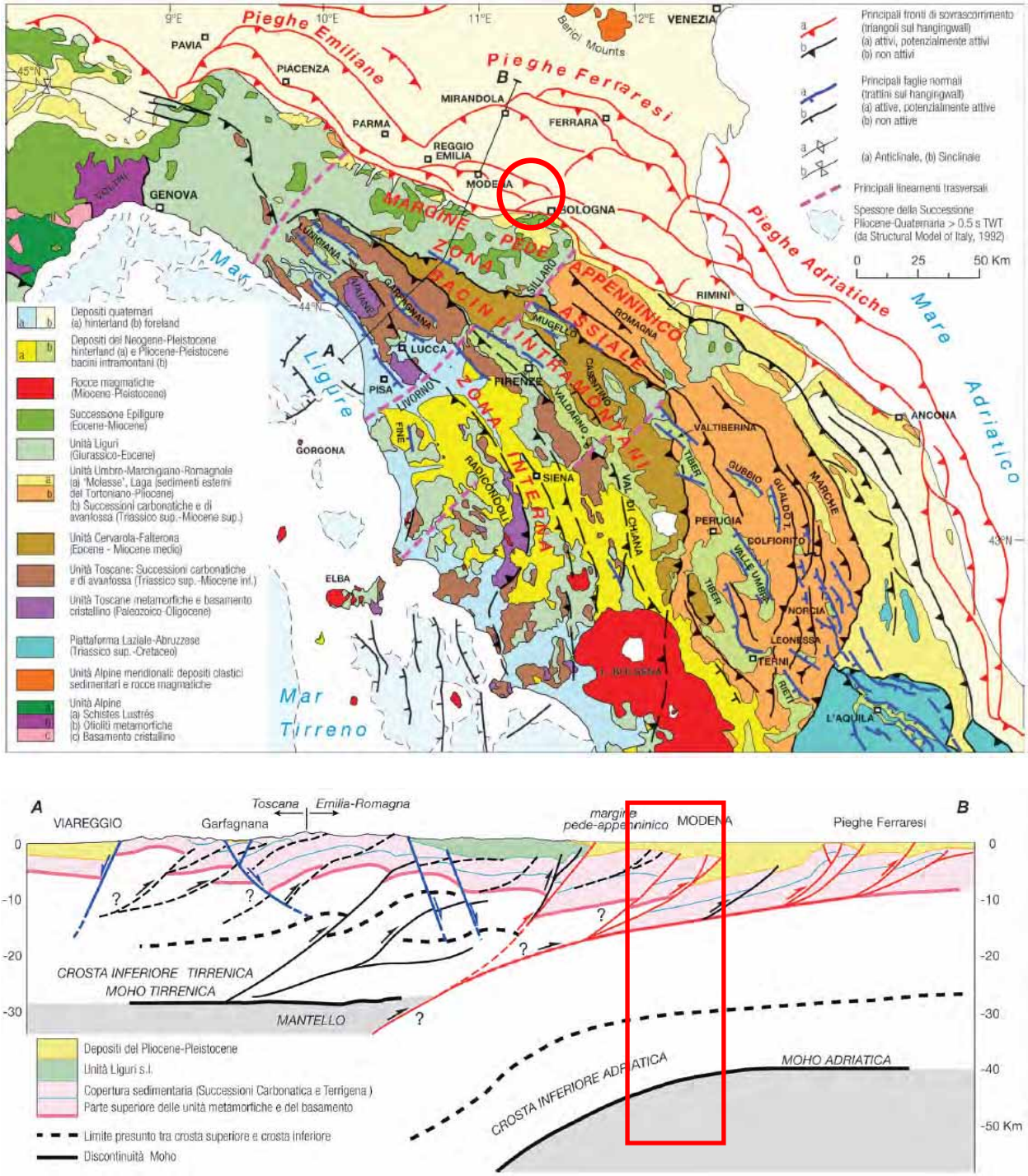


Figura 6.1: Carta dello schema tettonico regionale edita dalla Regione Emilia-Romagna nelle Note illustrative alla Carta sismotettonica alla scala 1:250.000 (2016). Il cerchio rosso individua l'area in studio.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Con l'attenuazione dell'attività tettonica a partire dal Pleistocene superiore, inizia un'intensa fase sedimentaria continentale prodotta dal fiume Po e dai suoi affluenti legata principalmente alle variazioni climatiche. Il sistema alluvionale della pianura parmense può essere suddiviso, da nord a sud, in base alla modalità di deposizione, in tre unità fondamentali:

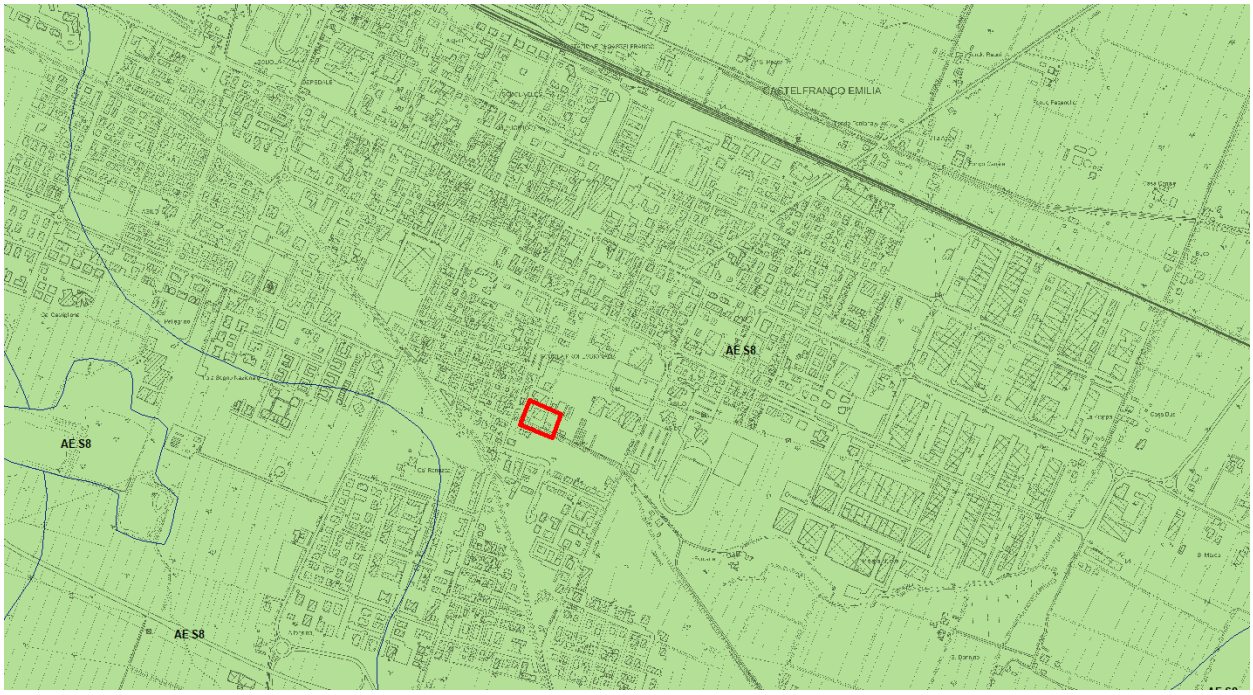
1. unità del fiume Po;

2. unità di media pianura;

3. unità delle conoidi alluvionali.

L'unità del fiume Po caratterizza una fascia di territorio avente un'estensione di circa 20 Km dall'attuale tracciato, ed è costituita da corpi prevalentemente sabbiosi di forma tabulare.
L'unità di media pianura si presenta come termine di passaggio tra l'unità del Fiume Po e l'unità delle conoidi alluvionali. Quest'ultima, interessa l'area dell'alta pianura modenese ed è costituita da corpi sedimentari, che, in pianta, presentano una tipica forma a ventaglio. I depositi sono organizzati in strutture nastriformi e lentiformi interdigitate a differente granulometria, con direzione di allungamento nord-sud. La loro dimensione decresce verso settentrione, in accordo con la direzione di scorrimento dei corsi d'acqua.
In senso verticale, normalmente, si rinvengono depositi più grossolani a profondità maggiori, come conseguenza di condizioni climatiche passate che conferivano maggiore energia alle correnti.
I sedimenti affioranti diventano progressivamente più antichi allontanandosi dalle attuali aste fluviali.
Con riferimento al territorio comunale, i depositi superficiali appartengono al più recente dei subsintemi dell'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore: il Subsintema di Ravenna (Pleistocene superiore-Olocene) costituito da alluvioni ghiaiose sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, depositi di conoide ghiaiosa, oltre a limi e limi sabbiosi, depositi del reticolo idrografico secondario. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 20 metri. Il contatto di base è erosivo con i subsintemi più antichi, mentre il limite di tetto è una superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente alla superficie topografica. Il profilo di alterazione, di moderato spessore, varia da qualche decina di centimetri fino ad 1 metro.
Nello specifico nell'area di realizzazione dell'ampliamento si individuano formazioni geologiche appartenenti alla Successione neogenica-quaternaria del margine appenninico-padano.
Ciò si riscontra dalla Carta Geologica, in scala 1:10.000 pubblicata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, Sezione 220010, e dal rilievo diretto in campagna; in particolare si evidenziano i depositi appartenenti alla piana alluvionale fluviale riferiti al cosiddetto Subsintema di Ravenna **(AES8)** (figura 6.2).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



LEGENDA
AES8 - Subsintema di Ravenna

Figura 6.2: Stralcio della Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo (scala 1: 10.000). (http:\\geo.regione.emilia-romagna.it)

I terreni presenti nell'intorno dell'area appartengono alla Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano e nello specifico al Subsintema di Ravenna (**AES8**) (*Olocene)* che identifica Ghiaie e ghiaie sabbiose, passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. Potenza fino a oltre 25 m. *Olocene (età radiometrica della base: 11.000 - 8.000 anni).*

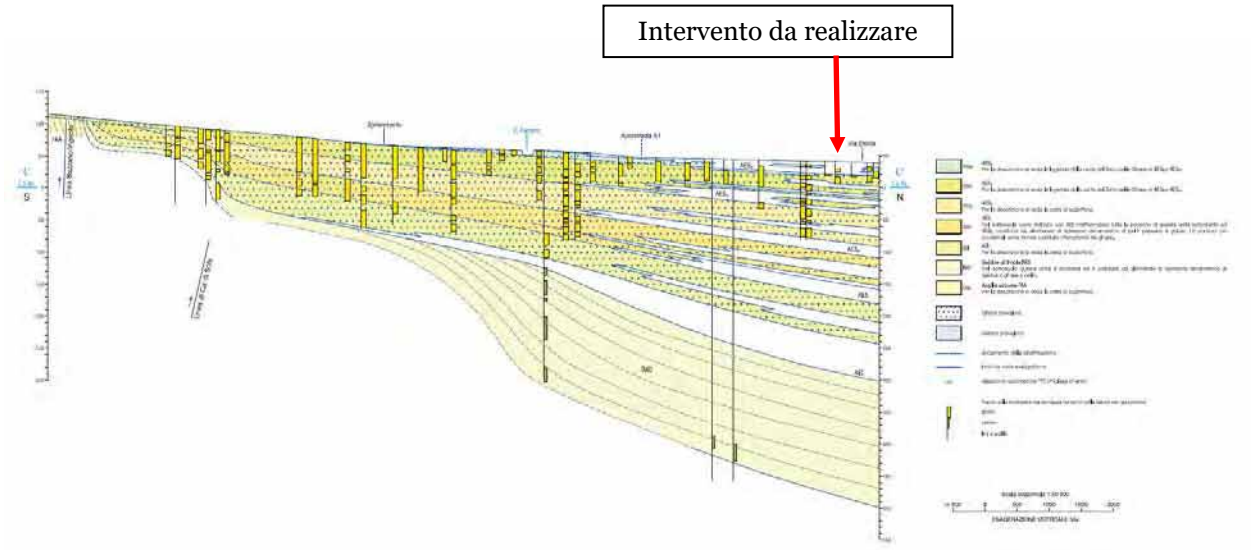
b. Ricostruzione del modello geologico di dettaglio

L'analisi geomorfologica di dettaglio dell'area oggetto di intervento, effettuata mediante rilevamento in campagna e sulla base dei dati derivanti dalle indagini geognostiche e geofisiche, evidenzia che l'area oggetto del piano di intervento è situata su sedimenti alluvionali costituiti da alternanze di materiale fine (limi argillosi e sabbiosi) e materiale grossolano. Tale materiale coinvolge uno spessore di circa 20 m su cui si andranno ad impostare le strutture di fondazione.
A tal proposito è stata utilizzata 1 sezione lito-stratigrafica profonda ricavata dalla banca dati geologica della regione Emilia-Romagna di cui sotto si riporta la planimetria (fig. 6.3).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

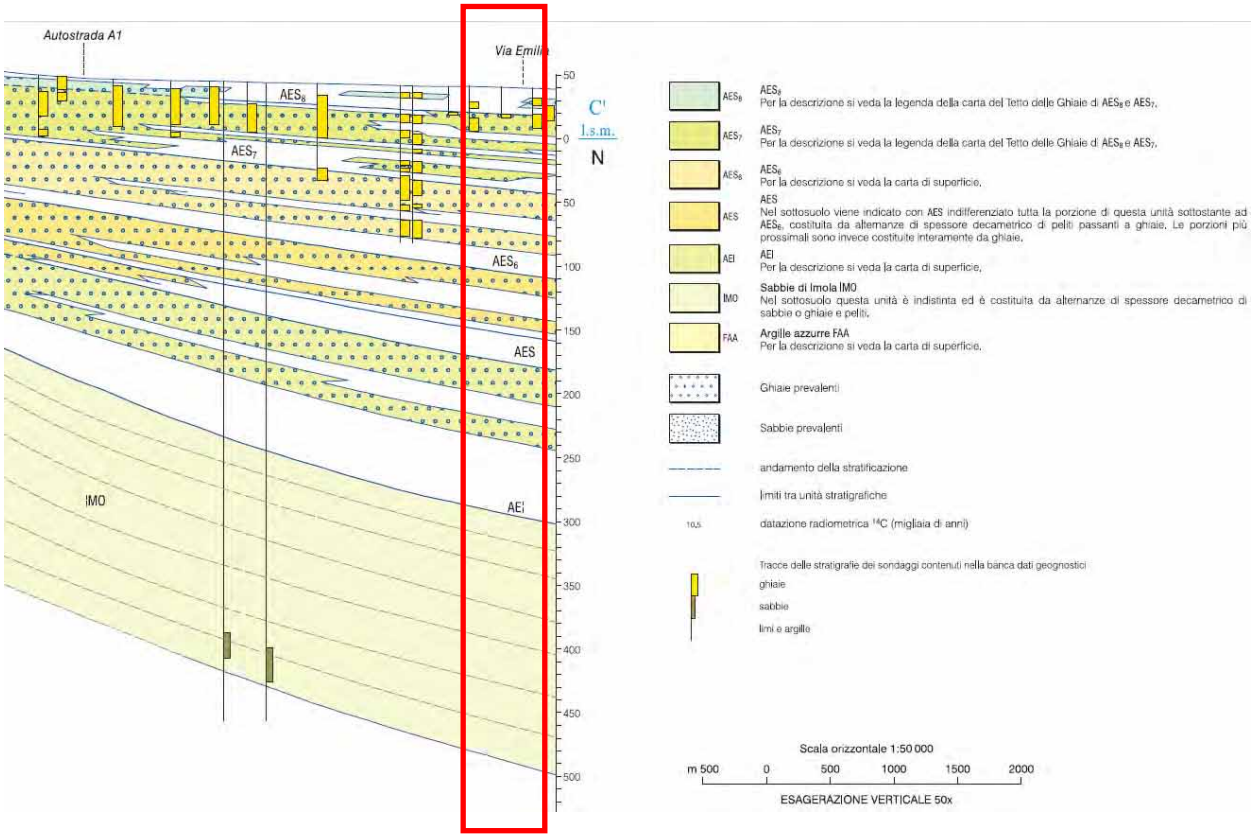
Figura 6.3: Planimetria della sezione litostratigrafica.

Sezione 012



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Particolare Sezione 012



Tale sezione sarà utilizzata, dopo aver completato tutte le indagini geofisiche sul sito, ai fini della ricostruzione della geologia profonda necessaria all'individuazione del bedrock sismico utile per le analisi di risposta sismica locale (RSL).

Il modello geologico di dettaglio evidenzia che, partendo dall'alto (piano campagna):

0.00 -0.80/1.00 m Materiale di riporto;

0.80/1.00 - 1.00/1.50 m Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A);

1.00/1.50 -3.60/4.30 m Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B);

3.60/4.30 - 6.30 m Sabbia limosa grigia mediamente addensate (C);

6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D);

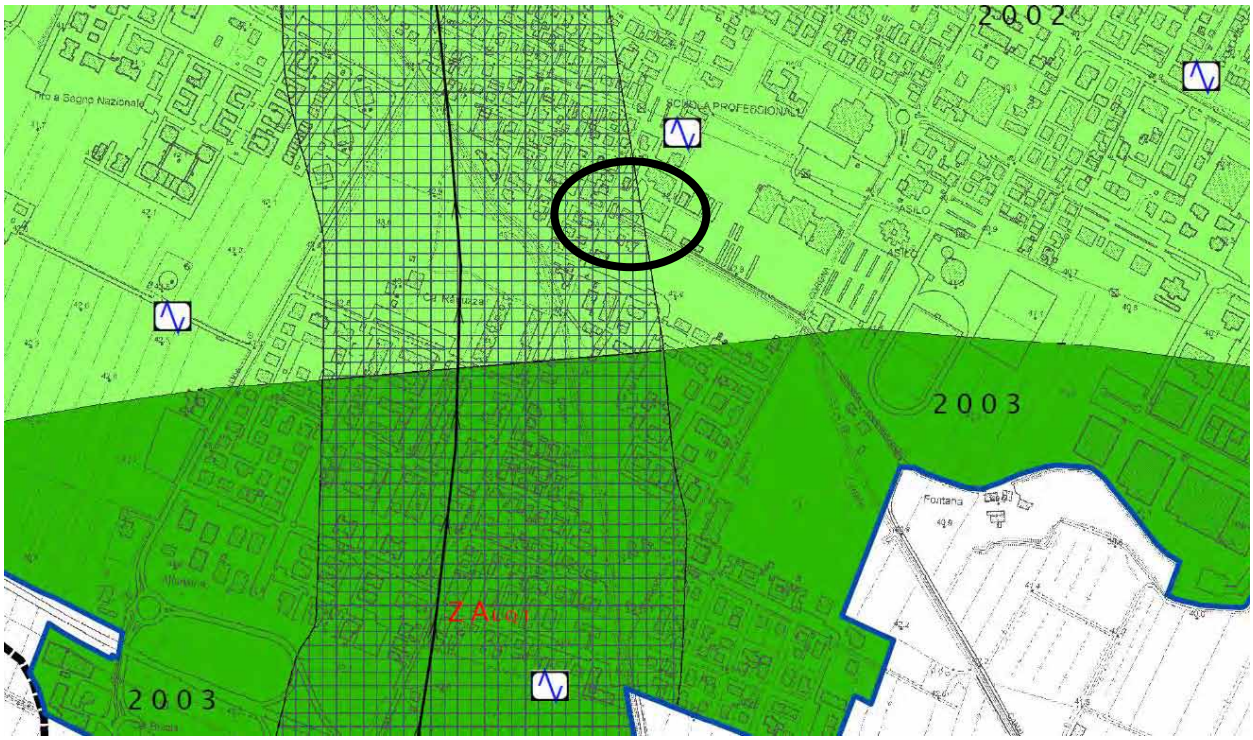
15.00 - 16.10 m Livello di Torba (E);

16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

7. VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Il Comune di Castelfranco Emilia ha approvato la variante al PSC in data 20 marzo 2017 tramite accordo di programma con la Provincia di Modena. In tale variante sono contenuti gli studi di microzonazione sismica. Tali carte, come sopra ricordato, sono finalizzate agli studi di microzonazione pertanto costituiscono un valido riferimento per la progettazione senza essere comunque normativa cogente.
L'area in oggetto dell'intervento ricade nella tavola delle Microzonee Omogenee in prospettiva sismica (MOPS) in "Zona suscettibile di instabilità per liquefazione". Occorre pertanto valutare il coefficiente di amplificazione e verificare la presenza di condizioni predisponenti la liquefazione.



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zona 1 — Successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente fini (limi e argille), talora intercalati da sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose

Zona 2 — Successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente fini (limi e argille), intercalati da corpi ghiaiosi plurimetrici, a partire da una profondità di circa 20 m da p.c., e talora da sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose.

Zona 3 — Successione stratigrafica costituita da una copertura di depositi prevalentemente limoso-argillosi, al cui interno si possono rinvenire sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose, sotto la quale, a partire da circa 5÷10 m da p.c., sono presenti alternanze di orizzonti plurimetrici a tessitura grossolana (ghiaie e, in subordine, sabbie) e fine (limi e e argille)

Zone di attenzione per instabilità

ZA_{Liq1} — Zona di Attenzione per liquefazioni tipo 1

L'area di intervento ricade all'interno della zona sismogenetica 912 della Zonazione sismogenetica ZS9 del 2004 dell'intero territorio italiano realizzata da INGV e pertanto è stata scelta come "Magnitudo di riferimento" Mw = 6.14, mentre l'accelerazione di riferimento ag = 0.27 è stabilita sulla base del periodo di riferimento dell'azione sismica dell'opera in progetto.
La verifica del potenziale di liquefazione, per ciascuna verticale di indagine, è stata condotta utilizzando il metodo di Boulanger & Idriss (2014). La verifica è stata effettuata con Software CLiq v 3.0 della Geologismiki Geotechnical Engineers - Serrai(Grecia).

In considerazione del fatto che l'"Indice del potenziale di liquefazione (**I_L**)" è definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz$$

Dove, secondo la classificazione di Sonmez (2003), adottata anche dalla Regione Emilia-Romagna, risulta che:

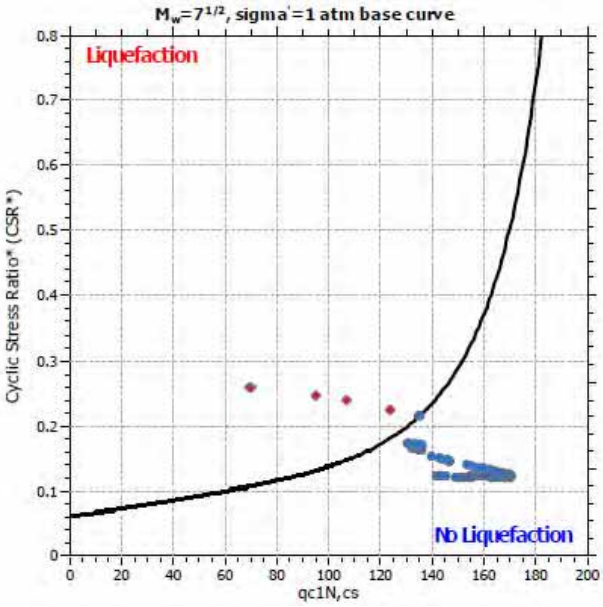
- $I_L = 0$ il rischio di liquefazione è "Molto basso";
- $0 < I_L < 2$ il rischio di liquefazione è "Basso";
- $2 \leq I_L < 5$ il rischio di liquefazione è "Moderato";
- $5 \leq I_L < 15$ il rischio di liquefazione è "Elevato";
- $I_L \geq 15$ il rischio di liquefazione è "Estremamente elevato".

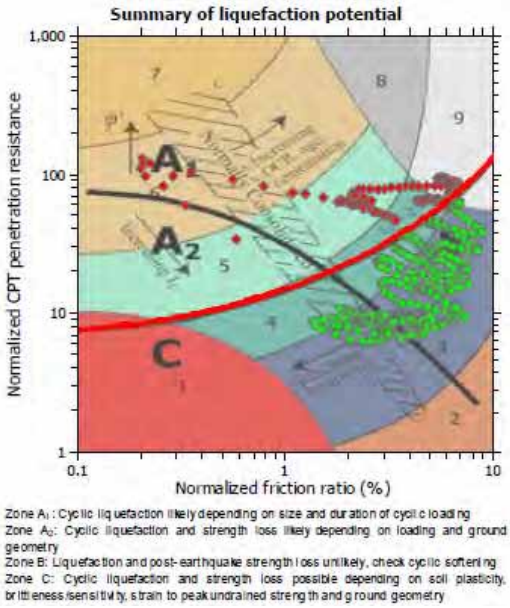
In allegato sono riportati i risultati completi della verifica a liquefazione.

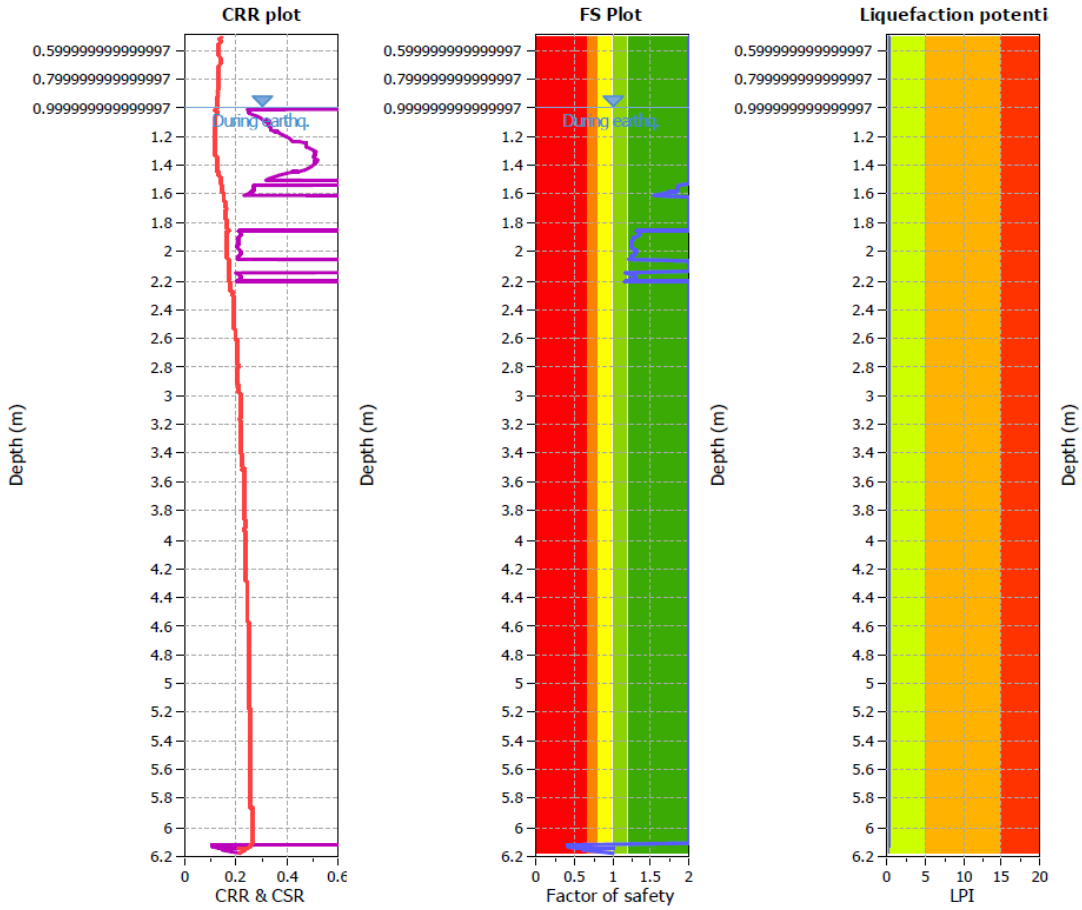
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CPTu01

- Metodo di Boulanger & Idriss (2014)





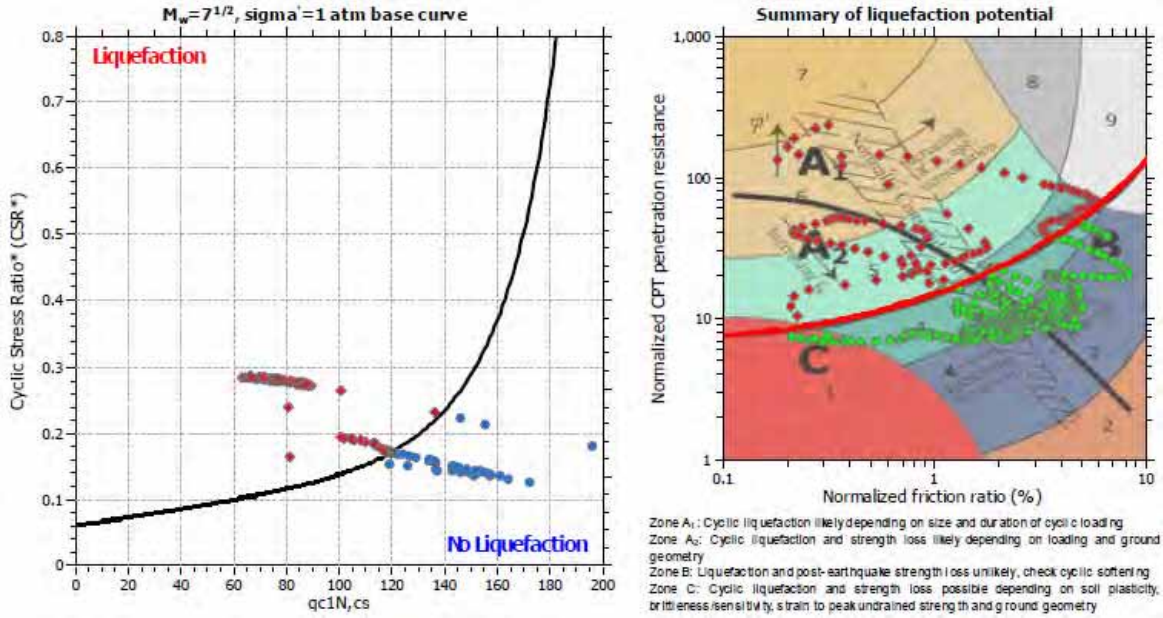


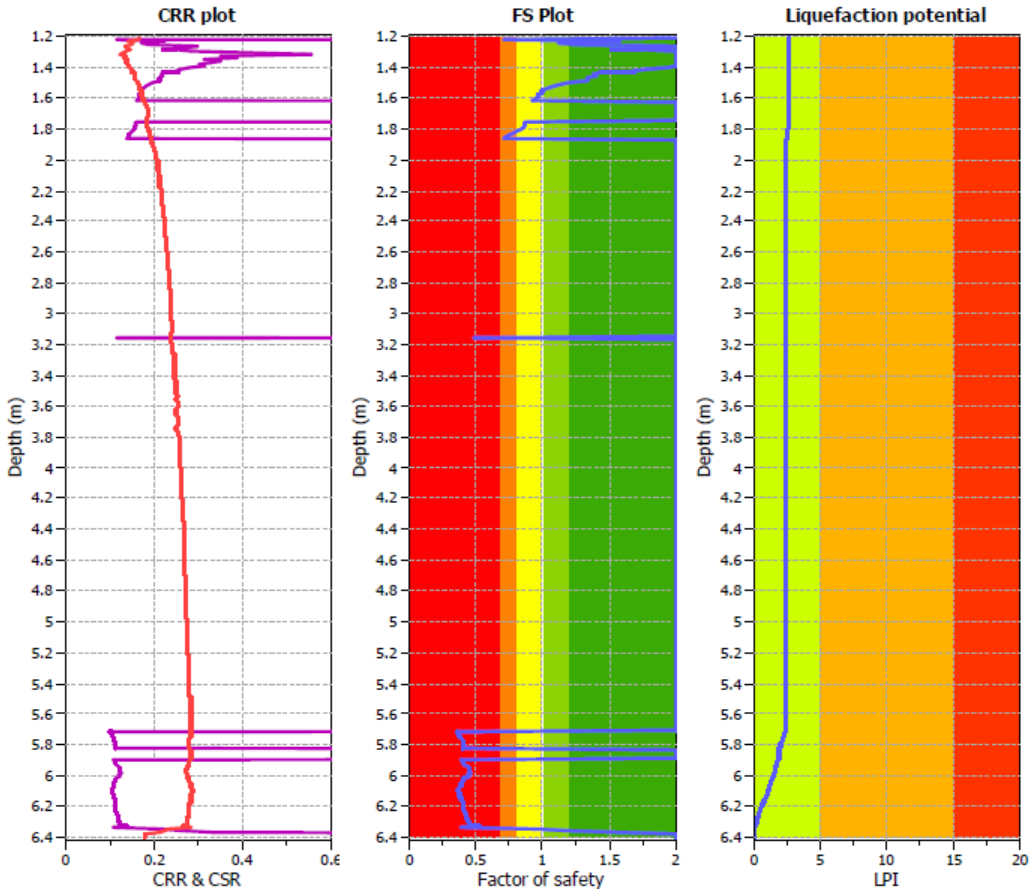
Abbiamo che i livelli risultano essere non liquefacibili con $I_L = 0.15$

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CPTu02

- Metodo di Boulanger & Idriss (2014)

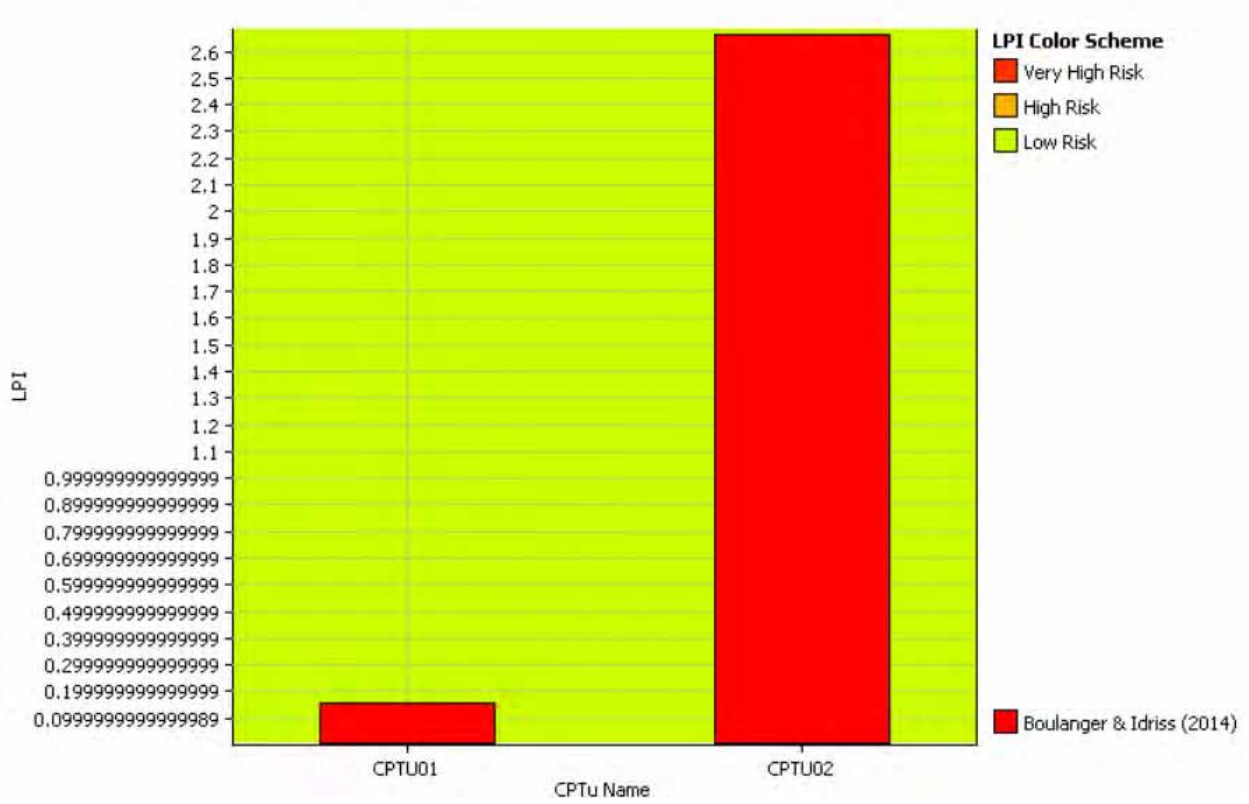




Abbiamo che i livelli risultano essere non liquefacibili con I_L = 2.66

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Riassumendo si può concludere che la verifica del potenziale di liquefazione, condotta secondo il metodo sotto elencato, evidenzia:



PROVA	INDICE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE I_L (B&I 2014)	RISCHIO (Sonmez 2003)
CPTu01	**0.15**	**BASSO**
CPTu02	**2.66**	**MODERATO**

Pertanto la verifica a liquefazione evidenzia un rischio di liquefazione da "Basso a Moderato".

Sulla base dei risultati sopra descritti al fine di evidenziare eventuali criticità legate ai problemi di liquefazione è stato deciso di applicare per l'intervento in oggetto il metodo di Ishihara (1985). Si tratta di una procedura empirica basata sull'impiego degli spessori dello strato o degli strati di copertura non liquefacibili (H1) e quello dei sottostanti livelli suscettibili di liquefazione (H2) oltre all'accelerazione orizzontale massima in superficie; la procedura pertanto fornisce, in maniera puramente qualitativa, l'entità delle deformazioni, e quindi del danno, indotte dal sisma in caso di liquefazione.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

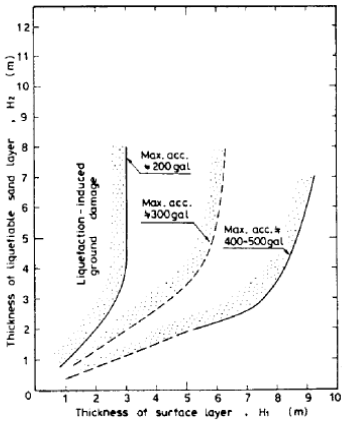
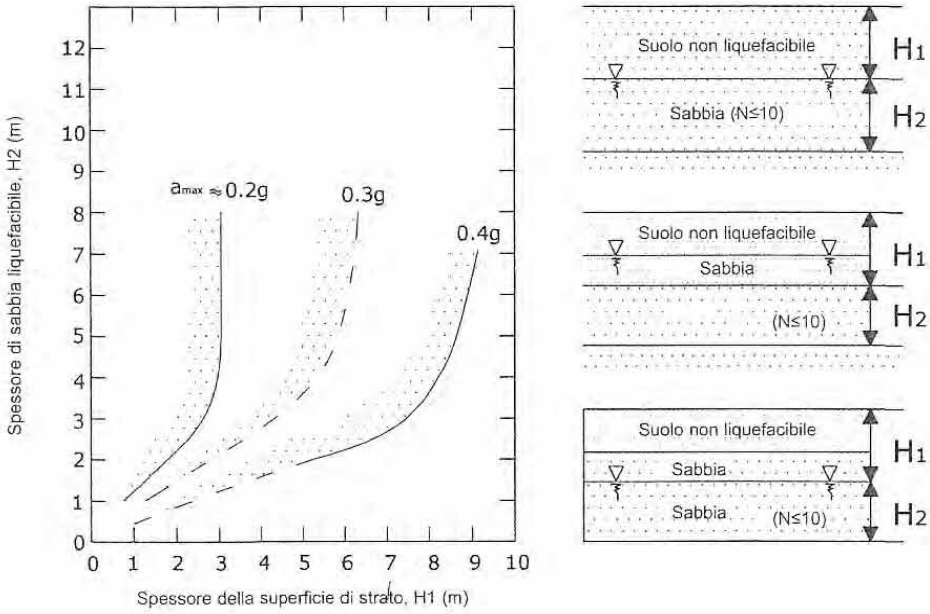


Figure 2. Proposed Boundary Curves for Discriminating Between Occurrence and Non-occurrence of Surface Effects of Liquefaction (After Ishihara, 1985)



(a) (a)

Relazione fra lo spessore dello strato liquefacibile e lo spessore dello strato sovrapposto (Ishihara, 1985)

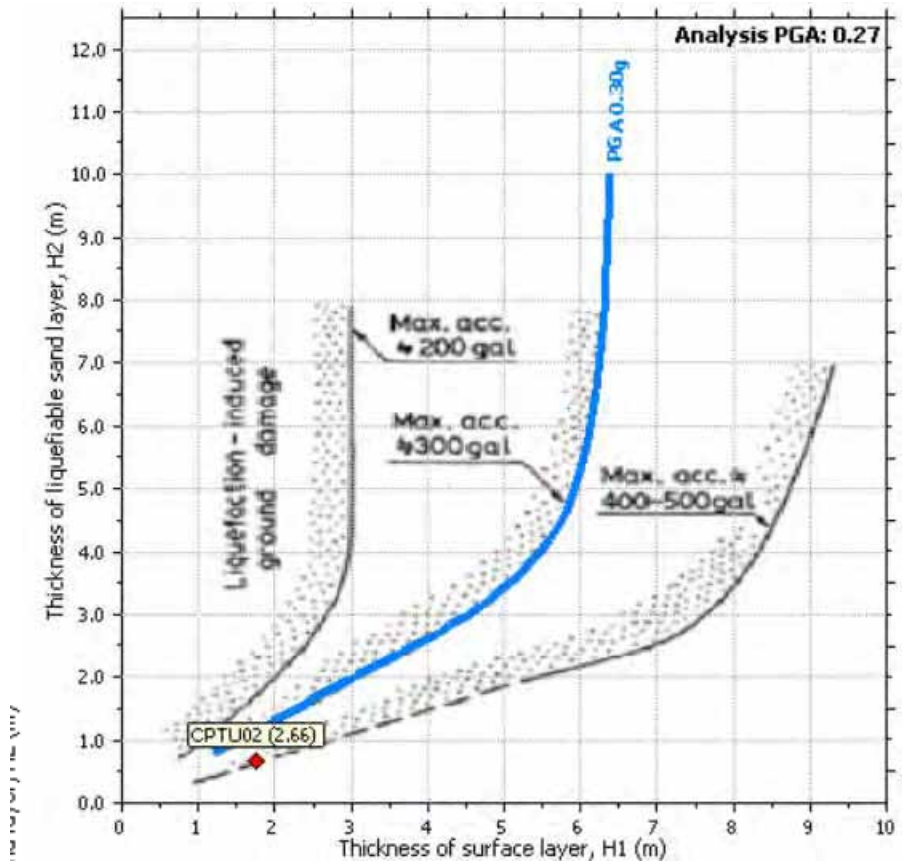
Valutazione delle manifestazioni superficiali in funzione del rapporto fra lo spessore dello strato superficiale non liquefacibile e quello sottostante liquefacibile

Accelerazione [gal] 1 gal = 1 cm/s²	Condizione	Propagazione della liquefazione verso l'alto	Manifestazioni superficiali
200	$h_1 \geq 3$ m e $h_2 < 3$ m	IMPEDITA	NO
	$h_1 \leq 3$ m e $h_2 > 3$ m	NON IMPEDITA	SI
300	$h_1 < 5$ m e $h_2 > 4$ m	NON IMPEDITA	SI
	$h_1 > 5$ m e $h_2 < 4$ m	IMPEDITA	NO
400 - 500	$h_1 < 7$ m e $h_2 > 3$ m	NON IMPEDITA	SI
	$h_1 > 7$ m e $H_2 < 3$ m	IMPEDITA	NO

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CPTu02

- Metodo di Boulanger & Idriss (2014)



Considerato comunque lo spessore dello strato liquefacibile, lo spessore dello strato non liquefacibile sovrastante e l'accelerazione massima attesa in superficie per il sito d'indagine (0.27g), si evidenzia (dal grafico sopra riportato - Ishihara 1985) che la liquefazione dello strato liquefacibile non si estende in superficie e pertanto non si dovrebbero avere deformazioni attese sulle strutture di fondazione da realizzare

In ogni caso, si sottolinea che la normativa in materia di costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, stabilisce al § (§7.11.3.4.3) che "*L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista*".

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

8. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SITO

a. Indagini geofisiche

a1. I dati ottenuti

L'indagine geofisica è stata eseguita mediante sismica a riflessione ad alta risoluzione e a stazione singola (HVSR) sia per la definizione del picco di risonanza dei terreni di fondazione (**f_o**) sia per la determinazione della categoria di suolo richiesta dalla normativa, mediante la ricostruzione delle **Vs_{Eq}**.

a2. Interpretazione delle indagini geofisiche

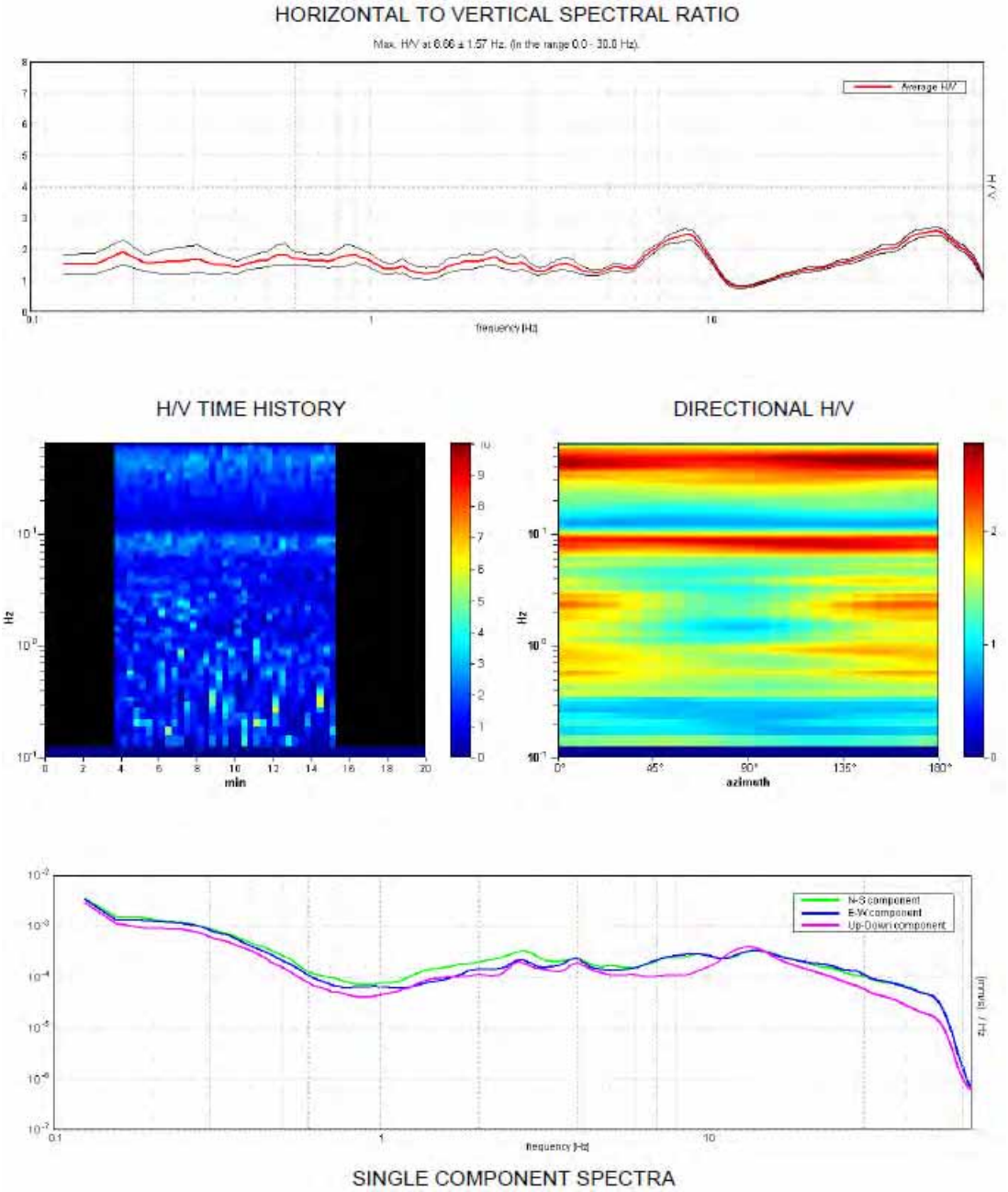
La campagna di prospezione geofisica è stata eseguita nell'ottobre 2019. Tale indagine ha consistito nelle acquisizioni di microtremori a stazione singola di tipo HVSR e nella definizione del profilo di Vs mediante analisi sismica a riflessione. I dati ottenuti dalla curva HVSR forniscono utili indicazioni soprattutto per quanto riguarda le frequenze di risonanza e sui fattori di amplificazione sismica dei suoli durante un terremoto mentre attraverso la tecnica a riflessione è stato possibile definire l'andamento delle Vs con la profondità e quindi la definizione delle V_{SEq} ai fini della classificazione sismica dei suoli di fondazione come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.
Dall'analisi dei risultati delle indagini geofisiche specifiche si è riscontrato che il terreno di fondazione su cui andrà realizzato l'intervento in esame, appartiene alla categoria di sottosuolo "C", ai sensi del D.M. 17/01/18.
Le acquisizione HVSR, risultano in parte convalidate dalle linee guida SESAME 2005.
si riportano di seguito i report delle indagini sismiche a stazione singola (HVSR) e a riflessione ad alta risoluzione:

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CASTELFRANCO (MO) - via Solimei - HVSR01

Strumento: Tromino - Micromed Srl
Inizio registrazione: 16/10/19 Fine registrazione: 16/10/19
Nomi canali: NORTH-SOUTH; EAST-WEST; UP-DOWN
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 0h20'00" tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Secondo le linee guida SESAME, 2005.

0.0-30.0Hz frequency range **Peak frequency (Hz): 8.66 (±1.57)** **Peak HVSR value: 2.5 (±0.3)**

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.66 > 0.5	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6059 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz**		OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.688 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.47 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$			NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.568 < 0.432		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.170 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

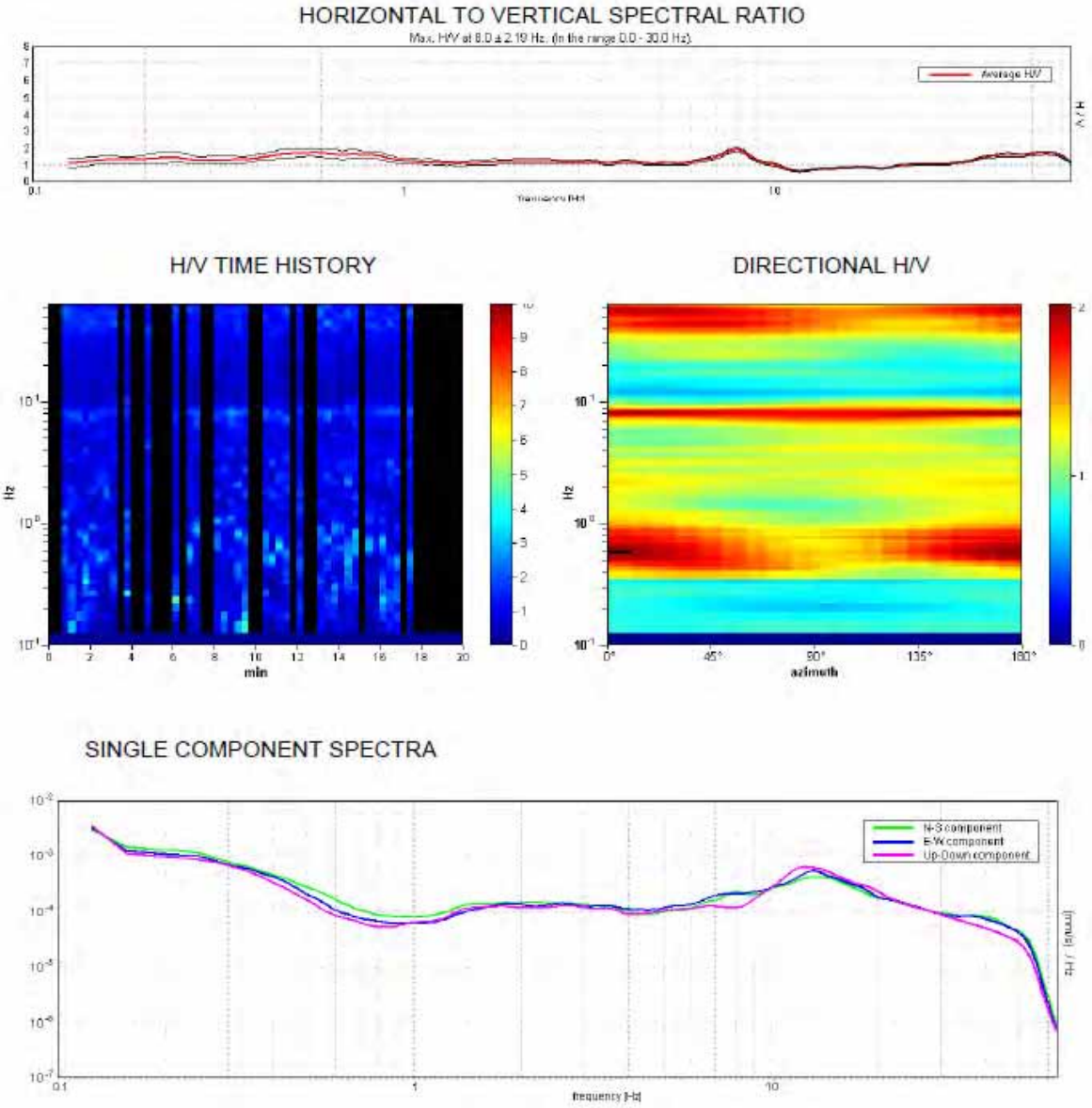
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CASTELFRANCO (MO) - via Solimei - HVSR02

Strumento: Tromino - Micromed Srl
Inizio registrazione: 16/10/19 Fine registrazione: 16/10/19
Nomi canali: NORTH-SOUTH; EAST-WEST; UP-DOWN
Durata registrazione: 0h20'00''. Analizzato 0h20'00'' tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Secondo le linee guida SESAME, 2005.

0.0-30.0Hz frequency range **Peak frequency (Hz): 8.0 (±2.2)** **Peak HVSR value: 1.9 (±0.3)**

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.00 > 0.5	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5600 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz**		OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.9 > 2		NO
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$			NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.188 < 0.4		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.118 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

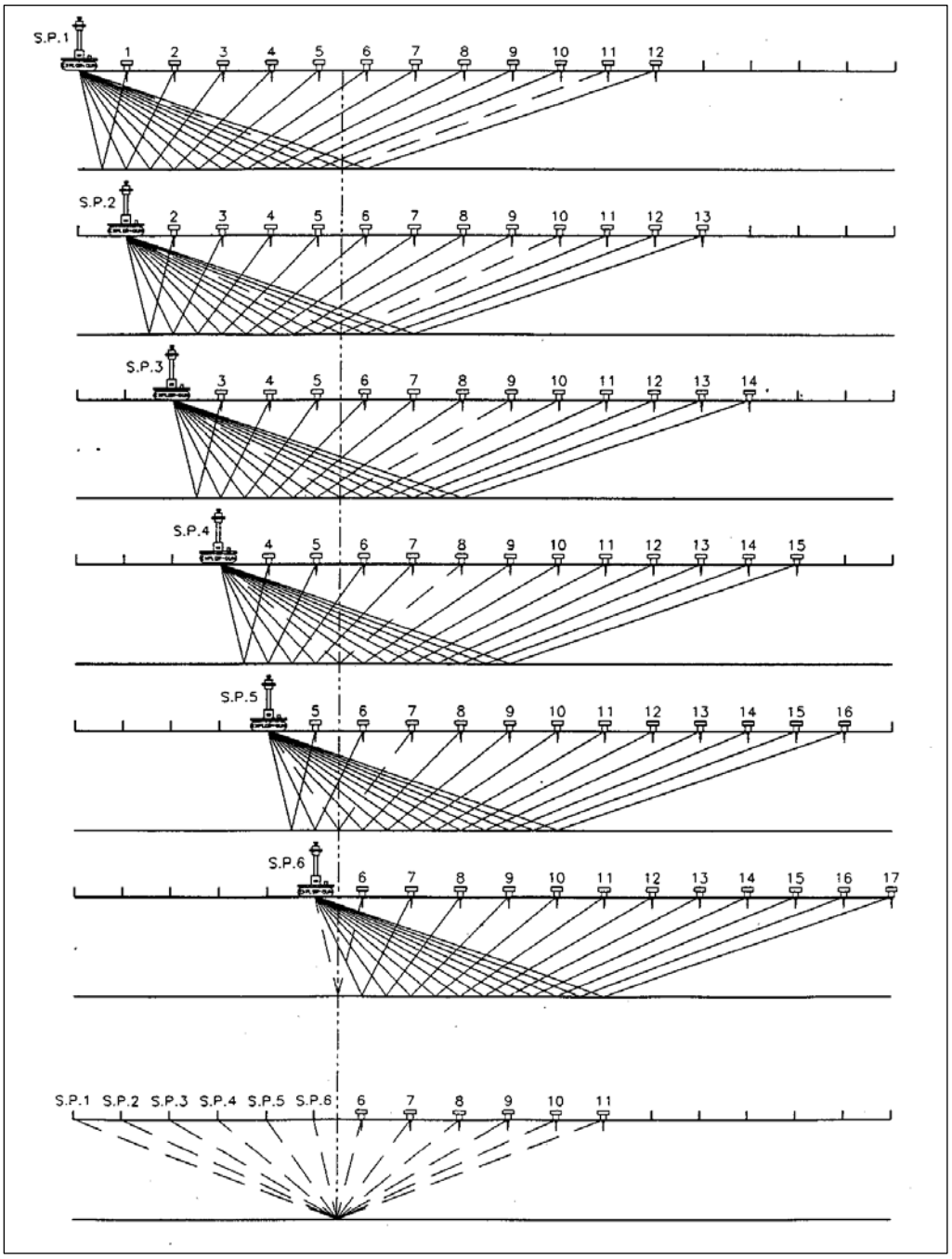
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CASTELFRANCO (MO) - via Solimei - Sismica a riflessione ad alta risoluzione

L'indagine ha avuto lo scopo di caratterizzare i terreni in profondità dal punto di vista sismico, in particolar modo per la misura bidimensionale delle velocità sismiche di taglio (Vs) fino al raggiungimento del *bedrock sismico*.
Lo stendimento sismico è stato effettuato mediante n. 60 geofoni a interdistanza2 m per una lunghezza complessiva di 120 m. Come sorgente sismica è stato utilizzato un dispositivo mini-vibroseis. I vantaggi di una sorgente vibrazionale rispetto a quella impulsiva vengono illustrati di seguito. Sullo stack sismico finale sono riportati valori di velocità sismica Vs, rappresentati con opportuna scala cromatica, ottenuti a seguito dell'analisi di velocità bidimensionale. Segue una breve descrizione dei metodi geofisici utilizzati e delle modalità esecutive delle prospezioni ed a conclusione del rapporto lavori, vengono commentati i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati
La tecnica sismica a riflessione è il metodo geofisico più largamente impiegato soprattutto nella ricerca di strutture geologiche e tettoniche profonde.
La tecnica di prospezione più comune presuppone il cosiddetto rilievo continuo: gli orizzonti riflettenti vengono seguiti in modo continuo lungo il profilo mediante stendimenti simmetrici (*split spread*) o asimmetrici (*end on*) rispetto al punto di energizzazione. Il risultato di un profilo sismico dipende in gran parte dai parametri utilizzati nel corso dell'acquisizione dati, parametri che vengono scelti dopo aver realizzato test preliminari.
In via teorica si può considerare il *maximum offset* (distanza tra il punto di energizzazione più lontano dallo stendimento e l'ultimo geofono dello stendimento stesso) circa uguale alla profondità che si vuole raggiungere; il *minimum offset* (distanza fra il punto di energizzazione ed il geofono ad esso più vicino) dovrebbe essere il più piccolo possibile al fine di registrare anche i primi arrivi sismici delle onde rifratte, indispensabili per le correzioni statiche, compatibilmente con l'esigenza di evitare sia la saturazione del segnale ai geofoni, sia la registrazione di disturbi che, in prossimità della sorgente, hanno un'ampiezza tale da occultare completamente gli eventi riflessi.
Un altro punto fondamentale è la scelta della distanza intergeofonica, che è funzione del *maximum offset*, del *minimum offset*, del numero di canali disponibili e della risoluzione richiesta.
Una riflessione si verifica sempre in presenza di altri segnali sismici o "rumori" che possono interferire con essa o addirittura oscurarla; da qui la necessità di migliorare il più possibile il rapporto segnale/disturbo con vari espedienti.
Una delle tecniche più diffuse è quella di operare con la cosiddetta "copertura CDP" (*Common Depth Point*), ovvero riunire i dati provenienti dallo stesso punto della superficie riflettente. In seguito si dovranno apportare le dovute correzioni in tempi, misurate durante la determinazione della velocità media al di sopra del riflettore (percorsi diversi dell'onda riflessa legati a differenti distanze sorgente- geofono) e quindi sommare le tracce relative ai tragitti esaminati (*stacking*) rafforzando il segnale riflesso

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

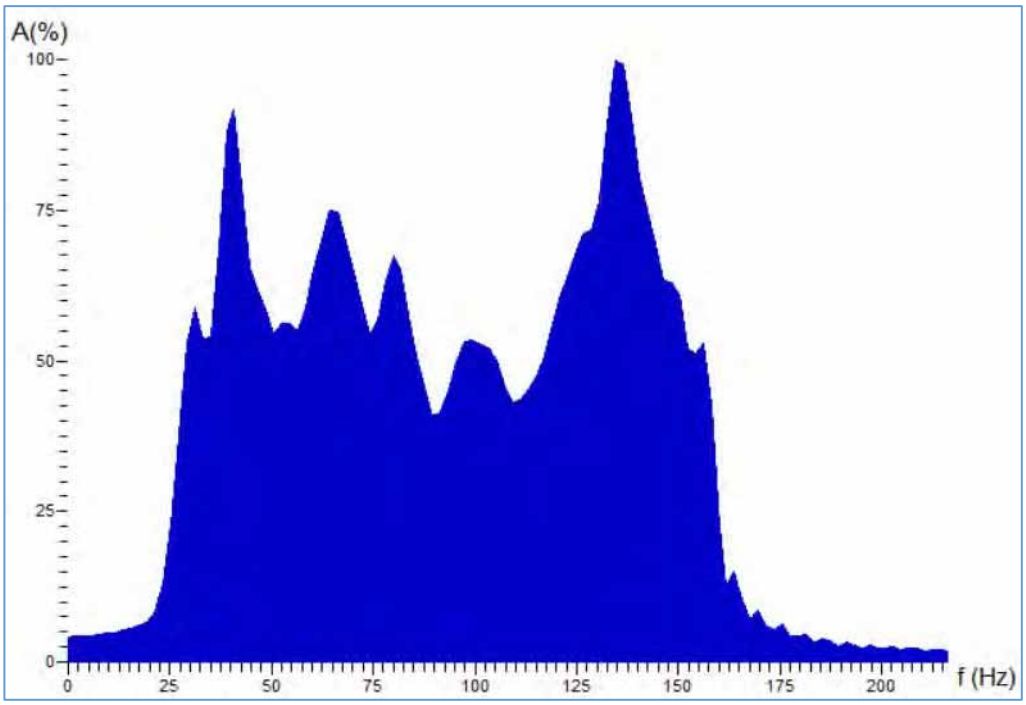


Registrando quindi più segnali riflessi da uno stesso punto riflettente (copertura multipla) che abbiano seguito percorsi diversi, è evidente che gli impulsi che giungono in fase (segnali) si sommano e quelli non in fase (disturbi vari) si attenuano.

Le coperture multiple più usate vanno dal 1200% al 2400% ordine in funzione del dettaglio e del miglioramento del segnale che si vuole ottenere

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

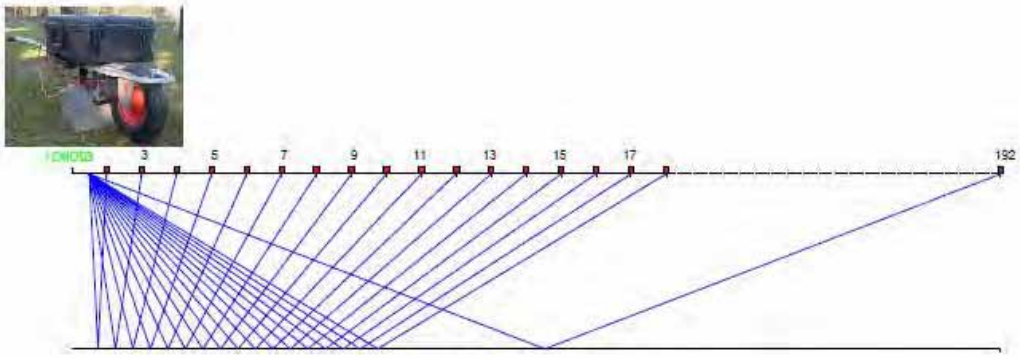
Le operazioni di campagna sono iniziate col posizionamento dei geofoni sul terreno, il loro collegamento tramite morsetti bipolari ai cavi sismici e la connessione di questi ultimi al sismografo. In seguito è stata verificata la trasmissione del segnale di riferimento tra apparato sorgente e sismografi e la ricezione degli eventi sismici su tutti i geofoni. Infine sono state realizzate alcune energizzazioni di prova al fine di scegliere le frequenze (sweep) da immettere nel terreno ed i parametri ottimali d'acquisizione sul sismometro; vedasi esempio di spettro di frequenza adottato (20-160 Hz) riportato in figura sotto

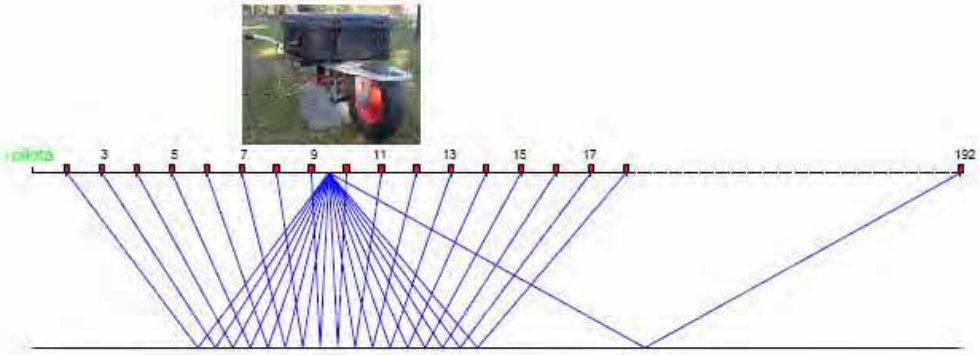


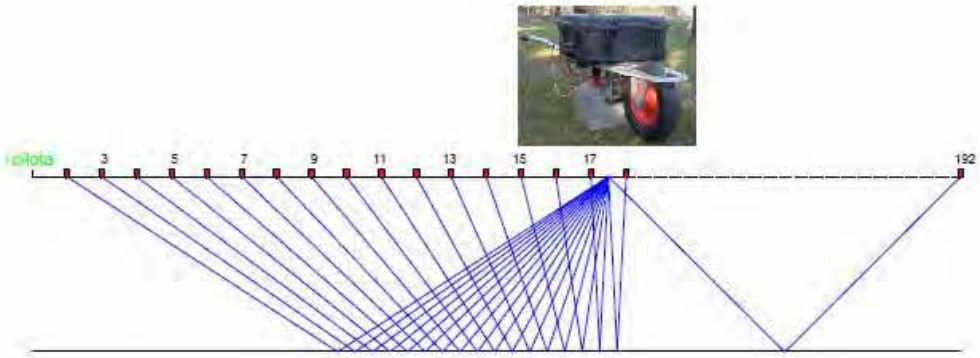
Spettro di frequenza sweep 20-160 Hz

Dopo aver effettuato la taratura della strumentazione, si è proceduto alla prospezione sismica a riflessione vera e propria in modo tale che dopo ogni energizzazione (o somma di energizzazioni) su ciascun punto d'energizzazione prestabilito, si fosse acquisito e registrato il segnale sull'hard-disk del pc portatile collegato al sismografo per la successiva elaborazione dati. Su ogni punto d'energizzazione vibrazionale, per generare le onde di taglio S sono state eseguite due energizzazioni: la prima che iniziava con la fase positiva e la seconda con quella negativa; successivamente durante l'elaborazione dati si è sommata alla prima per aumentarne l'ampiezza in fase dei segnali riflessi e diminuire il rumore ambientale. Come sorgente d'energia è stato utilizzato il nostro sistema esclusivo Vibroseis ElVis III generando le onde di taglio S su ogni geofono per ottenere una copertura del 3000%.
Le energizzazioni così realizzate consentono di avere a disposizione una reale copertura ed una quantità di dati tale da coprire, con la giusta geometria dei raggi ed in maniera omogenea, le intere sezioni sismiche in tutti i settori e fino alle profondità adeguate senza lasciare tratti scoperti o disomogenei

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione







Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Sulla linea LS i dati sono stati registrati utilizzando n. 3 sismografi Geometrics Geode con 24 canali per unità e capacità di 64000 campioni per traccia, per complessivi 60 geofoni attivi su ogni sismogramma. I parametri di acquisizione sono riportati in Tabella sottostante

Tempo di registrazione	11 secondi
Intervallo di campionamento	1 millisecondo
Filtri	esclusi
Stendimento	2D variabile rolling end-on, over ed end-off
Geofoni	orizzontali 10Hz interdistanza2 metri
Energizzatore	Vibroseis ElViS III, onde S
Tipo Sweep	20-160 Hz lineare, 10 secondi
Intervallo Punti Vibrazione	2 m (copertura pari al 3000%)
Primo Punto Vibrazione	2 m prima del primo geofono
Ultimo Punto Vibrazione	ultimo geofono (n.60)
Stacks/Punto Vibrazione	1 destra + 1 sinistra

Parametri di acquisizione Vibroseis

Quando si elaborano i dati sismici a riflessione è necessario "traslare" tutti i punti di energizzazione e le posizioni dei geofoni su un piano di riferimento che generalmente è orizzontale (vedi il livello del mare nella ricerca petrolifera) e possibilmente posto alla base dei terreni alterati di superficie.
Nel caso delle nostre due linee il profilo del terreno è pianeggiante e come riferimento è stato utilizzato il piano campagna.
L'elaborazione computerizzata, con impiego del software RadExPro Plus prodotto dall'Università di Stato di Mosca (Russia), è stata articolata come elencato nei principali punti successivi.
Per motivi di spazio e complessità esplicativa, la descrizione dettagliata e finalità applicativa delle singole operazioni di elaborazione riportate sotto, si rimanda alla bibliografia disponibile su testi scientifici e riviste specializzate.

- Correlazione dei sismogrammi;
- Inserimento delle geometrie;
- Mute chirurgico dei primi arrivi (top mute);
- Filtraggio in banda di frequenza (banda passante: 20/40-120/160 Hz;
- Analisi di velocità su CMP gathers;
- Applicazione di un guadagno di tipo AGC;
- Applicazione della correzione normal move out, sorting nel dominio CMP e stack;
- Bilanciamento ampiezze post-stack e filtraggio F-K

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

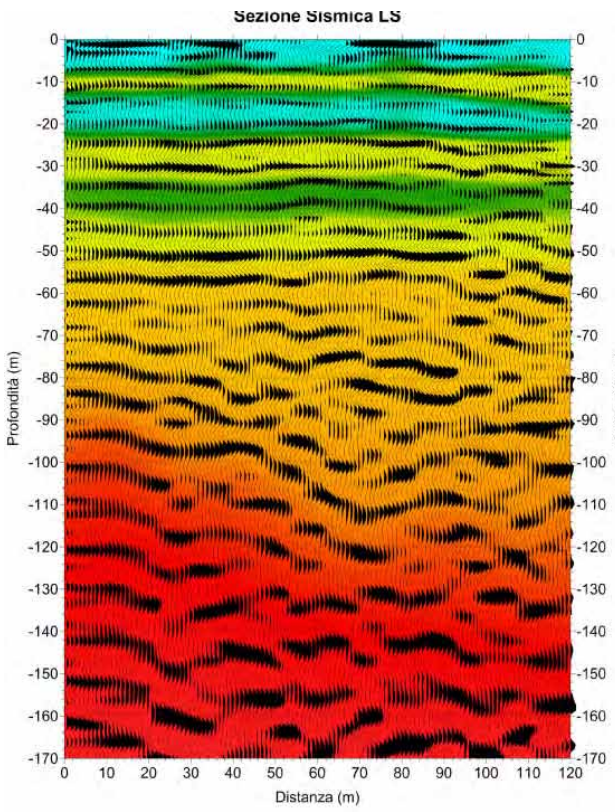
La tecnica sismica a riflessione ad alta risoluzione, con sorgente vibroseis a frequenza variabile (20-160 Hz) e copertura multipla CDP del 3000%, ha permesso di definire con qualità e dettaglio l'assetto geolitologico dei terreni indagati con particolare riguardo ai valori di Vs e al raggiungimento in profondità del *bedrock sismico* (Vs > 800 m/s).
Le analisi di velocità sugli eventi riflessi per l'allineamento dei CDP, oltre alla conversione dei tempi in profondità, hanno permesso di ottenere la distribuzione bidimensionale delle velocità Vs con la scala cromatica rappresentata nella sezione sismica finale di Tavola 2. Nella stessa tavola viene riportata la sezione LS con le isolinee di velocità sismica in onde di taglio (Vs) e n.3 profili Vs estrapolati a inizio, centro e fine sezione (rispettivamente alle progressive metriche 20 – 60 – 100).
Sotto allo strato superficiale (terreni prevalentemente limosi con spessore di circa 6 m e velocità Vs 160 m/s), la successione sismo-stratigrafica presenta diversi livelli riflettenti riferibili ad interfacce di velocità generalmente crescenti in profondità, fatta eccezione per due inversioni di velocità sismica Vs:

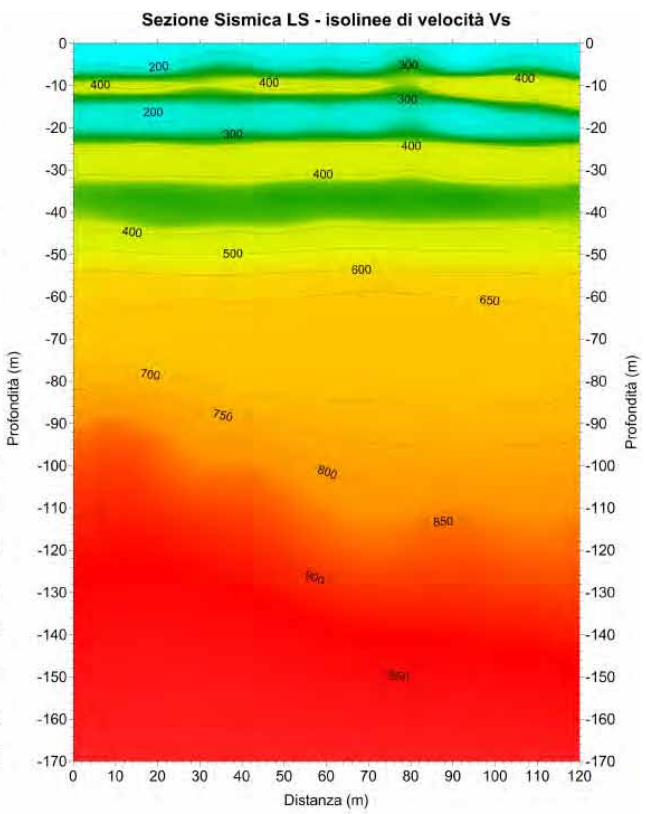
- la prima inversione si individua tra 13 e 23 m di profondità circa, al passaggio da terreni prevalentemente ghiaiosi a terreni meno consistenti costituiti da argille (Vs circa 240 m/sec);

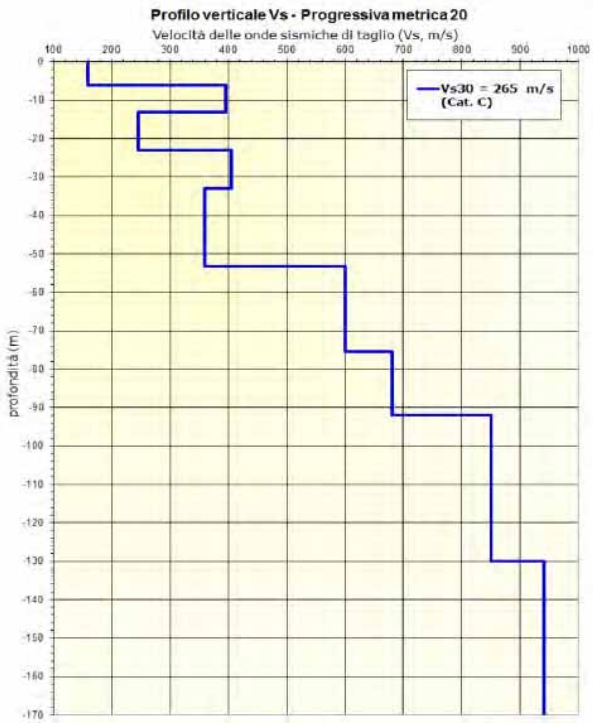
- la seconda rilevante inversione di velocità Vs (circa 360m/sec) si individua tra 33 e 52 m di profondità circa, in questo caso non si hanno dati geognostici di tipo diretto ma si ipotizza sempre un passaggio tra terreni più consistenti di tipo ghiaioso a terreni meno consistenti limosi-argillosi;

Al di sotto queste inversioni di velocità sismica le Vs aumentano gradualmente fino a valori massimi di circa 950 m/sec fino a una profondità stimata di 170 m da piano campagna; non si rilevano quindi ulteriori inversioni di velocità e di conseguenza situazioni che segnalano particolari criticità nella successione verticale dei sismo-strati.
Il riflettore relativo al *bedrock sismico* locale è caratterizzato da una velocità Vs di 850 m/s e, come visibile dai profili Vs riportati qui di seguito, si attesta a profondità comprese tra 92 m (inizio sezione) e 115 m (fine sezione).

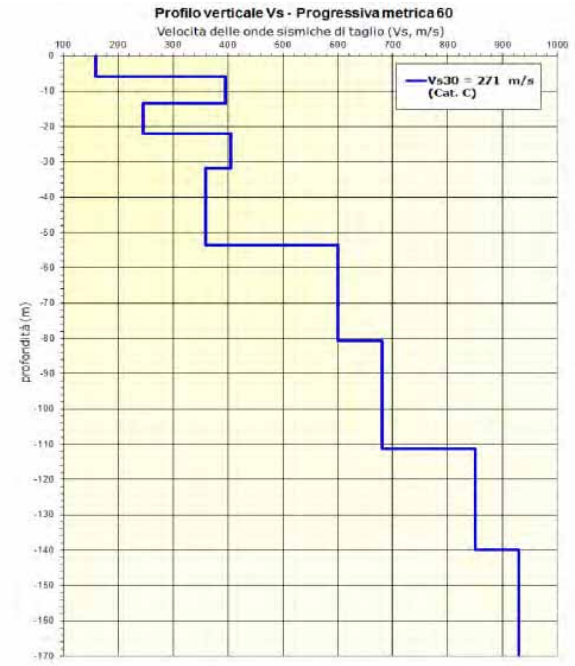
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

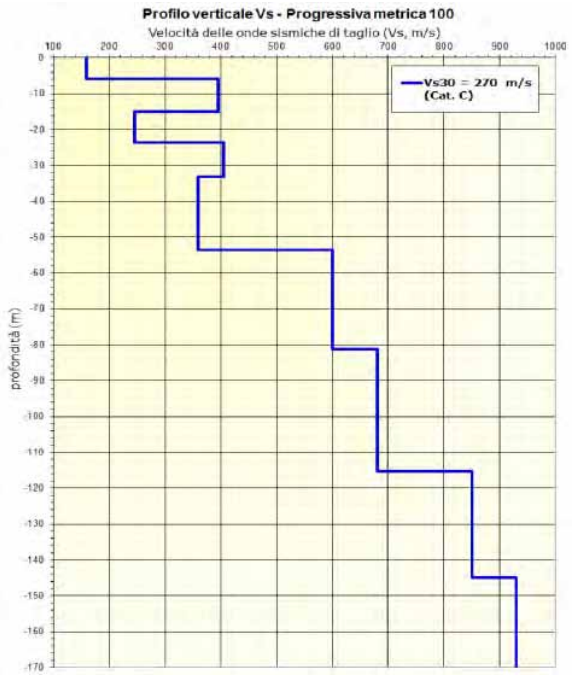






Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione





VsEq /Vs30 (m/s): 265/271 (categoria di sottosuolo "C")

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

b. Indagini geognostiche

b1. I dati ottenuti

Le indagini geognostiche sono state eseguite dalla ditta Prove Penetrometriche Srl di Castelnuovo Rangone (Mo).
Per l'ubicazione delle prove si veda la planimetria riportata in figura 5.1, mentre per le schede delle prove si rimanda all'allegato tecnico inserito nel presente documento.

b2. Interpretazione delle indagini geognostiche

b2a. Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

Durante l'esecuzione del sondaggio sono state eseguite le seguenti attività:

- descrizione delle litologie riportata nella stratigrafia;
- descrizione del colore del terreno;
- descrizione dello stato di addensamento o del grado di consistenza;
- fotografie delle carote depositate in cassetta.

I sondaggi hanno raggiunto rispettivamente la profondità di 10.0 e 20.0 m ed avevano lo scopo di caratterizzare in maniera dettagliata la stratigrafia su cui verrà realizzata l'opera e caratterizzare i terreni di fondazione.
Si riportano di seguito le stratigrafie sintetiche desunte:

Sondaggi	***Stratigrafia sintetica***
Sondaggio S1	0.00 - 1.00 m Terreno di riporto; 1.00 - 1.50 m Limo argilloso di colore nocciola asciutto; 1.50 - 3.50 m Limo argilloso debolmente sabbioso, nocciola ocra, molto consistente, asciutto; 3.50 - 4.30 m Limo sabbioso e sabbia limosa nocciola, grigio nocciola, consistente, umido.; 4.30 - 6.30 m Sabbia limosa / limo sabbioso, grigia, moderatamente addensata /consistente, umida fino a 4,50 m poi satura; 6.30 - 10.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in matrice sabbiosa localmente abbondante.
Sondaggio S2	0.00 - 0.80 m Terreno di riporto; 0.80 - 1.50 m Limo argilloso di colore nocciola asciutto; 1.50 - 3.70 m Limo argilloso sabbioso, grigio-nocciola, da asciutto a umido; 3.70 - 6.30 m Limo con argilla debolmente sabbioso, grigio striato nocciola, da umida a satura; 6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa; 15.00 - 16.10 m Livello di Torba; 16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, moderatamente consistente, umida.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Per le schede dei sondaggi e le immagini fotografiche delle carote si rimanda all'allegato tecnico inserito nel presente documento.

b2b. Prova penetrometrica statica con piezocono CPTu

Dall'analisi dei valori desunti dalla prova penetrometrica statica elettrica con piezocono(CPTu) è stato possibile dettagliare e ricostruire la stratigrafia del sottosuolo e determinare i parametri geotecnici di riferimento dei terreni di fondazione. I valori riportati nelle tabelle della prova penetrometrica statica con piezocono rappresentano i valori della resistenza alla penetrazione della punta elettrica (Qc), infissa nel terreno a velocità costante (v = 2 cm/s), espressi in MPa, i valori della resistenza laterale specifica (fs), in kPa, i valori U (pressione idrostatica nei pori) in kPa ed i valori del rapporto delle resistenze Qc/fs (Rapporto Robertson 1990, 2010 e 2016).
Nei diagrammi sono riportati i valori i valori della resistenza alla penetrazione della punta meccanica (Qc) in Mpa, i valori della resistenza laterale specifica (fs), in kPa, i valori U in kpa (pressione idrostatica nei pori). Il rilievo e la memorizzazione dei dati di prova sono stati eseguiti mediante l'impiego di una punta digitale "MK" della Pagani Geotechnical Equipment, delle seguenti caratteristiche tecniche:

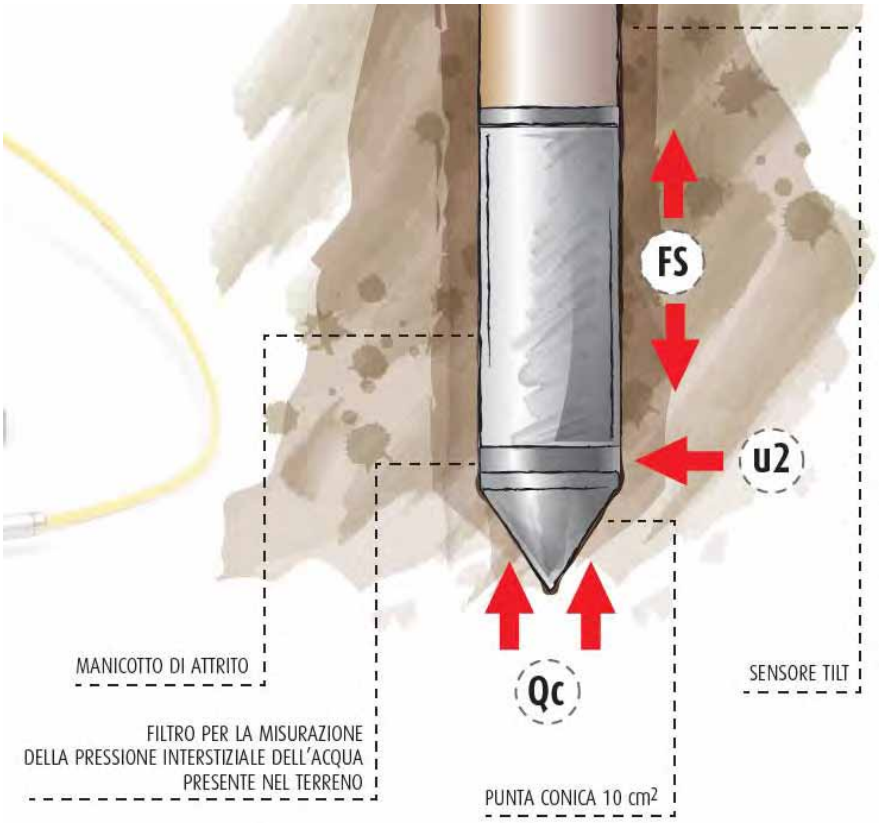
SPECIFICHE TECNICHE

Sensore	Fondo scala	Risoluzione	Precisione
QC	50 - 100 MPa	24 bit	0,005 MPa
FS	1600 kPa	24 bit	0,04 MPa
U2	2500 kPa	24 bit	0,04 MPa
TILT	0° - 20°	12 bit	0,5°

DIMENSIONI

Lunghezza	320 mm	Peso	1,8 kg
Diametro	35,8 mm	Angolo di apertura punta	60°
Sezione	10 cm²	Superficie manicotto laterale	150 cm²

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

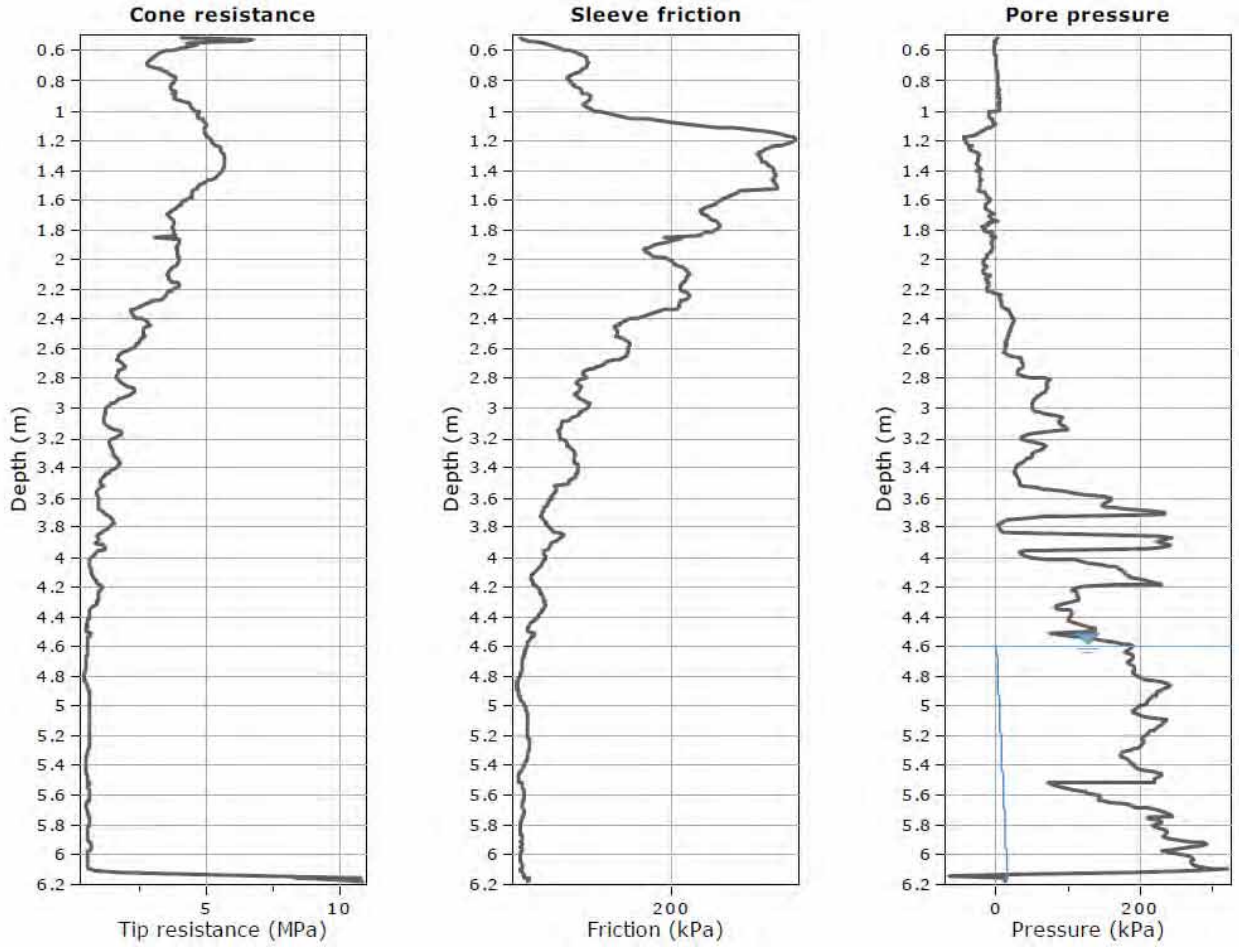


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

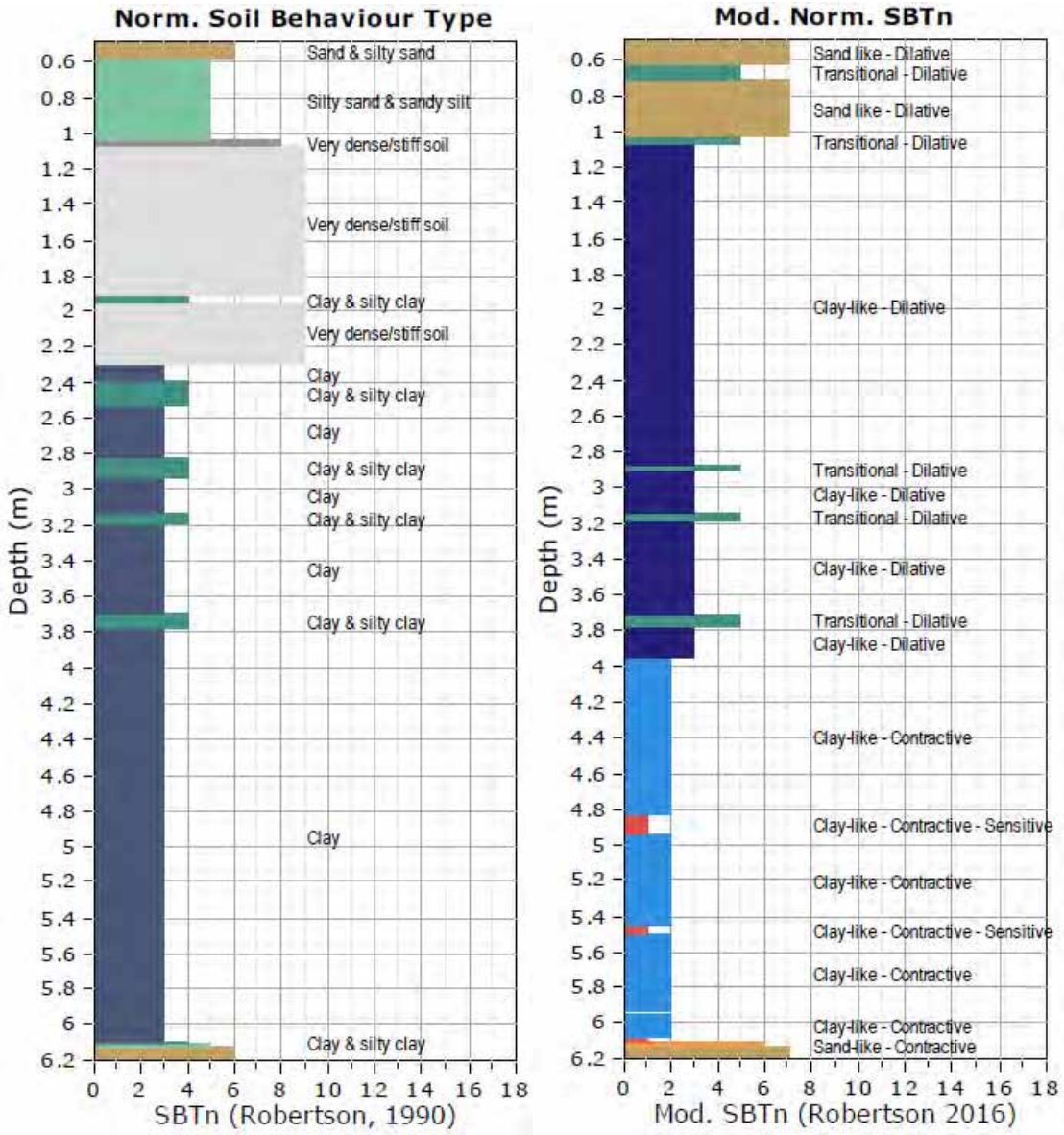
Vengono di seguito riportate le tabelle ed i grafici dei valori desunti dalle prove penetrometriche statiche con piezocono CPTu:

PROVA CPTu01

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: Pagani Piezocono MKj505
Prova eseguita in data: 18/10/2019
Profondità prova: 6.18 m
Località: Castelfranco E. - Via Solimei



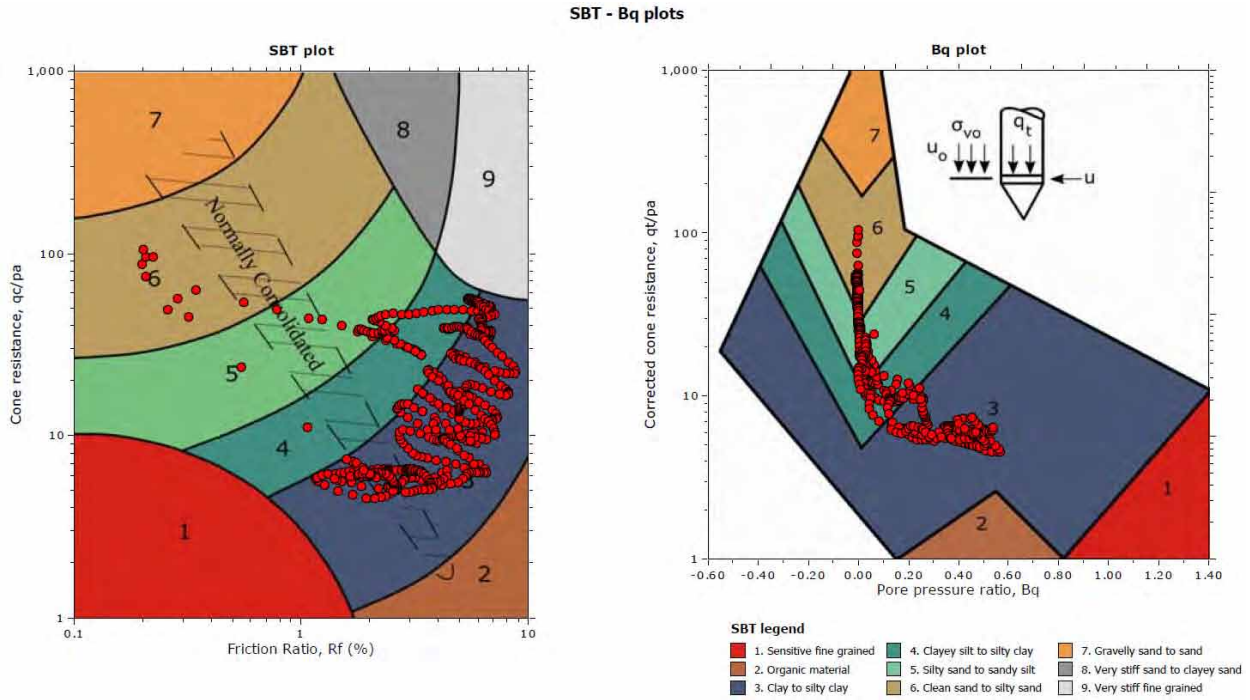
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

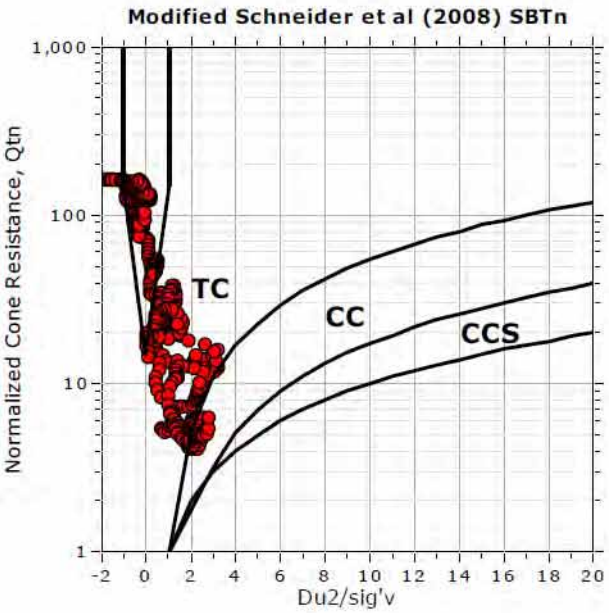


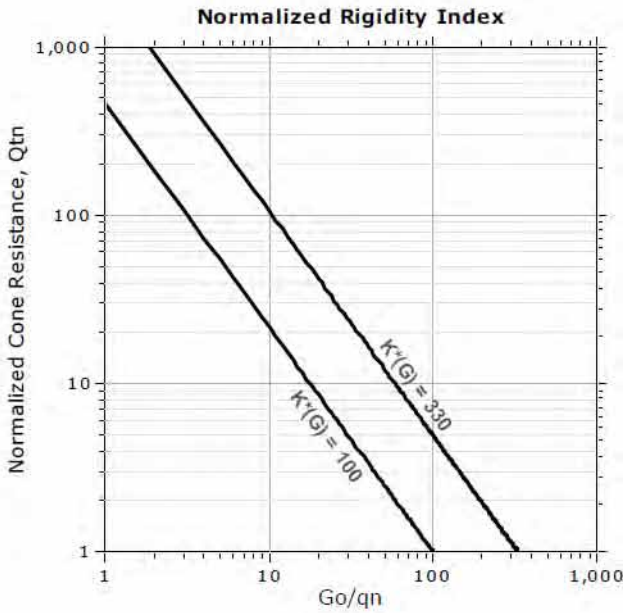
Mod. SBTn legend

1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
2. CC: Clay-like - Contractive
3. CD: Clay-Like: Dilative
4. TC: Transitional - Contractive
5. TD: Transitional - Dilative
6. SC: Sand-like - Contractive
7. SD: Sand-like - Dilative

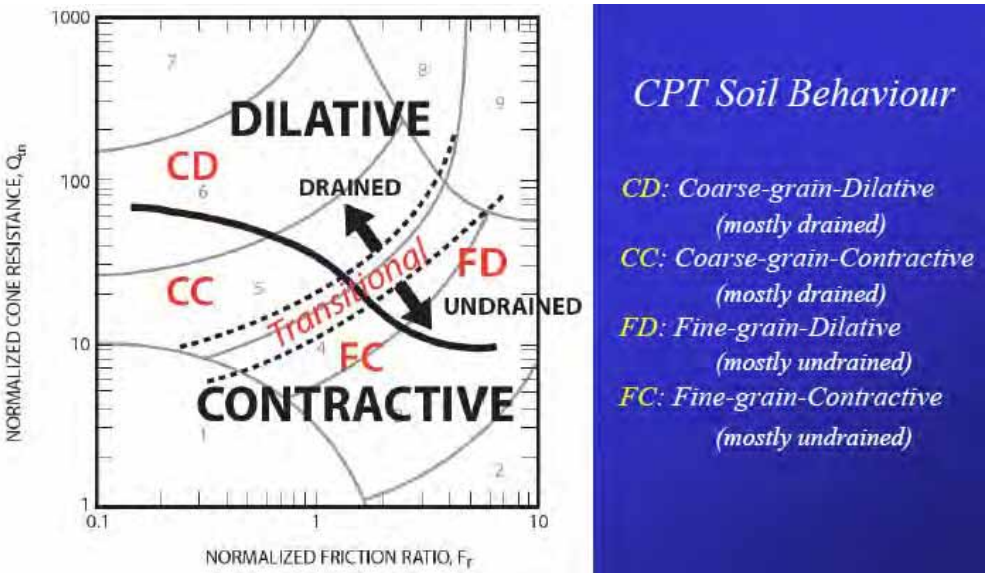
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

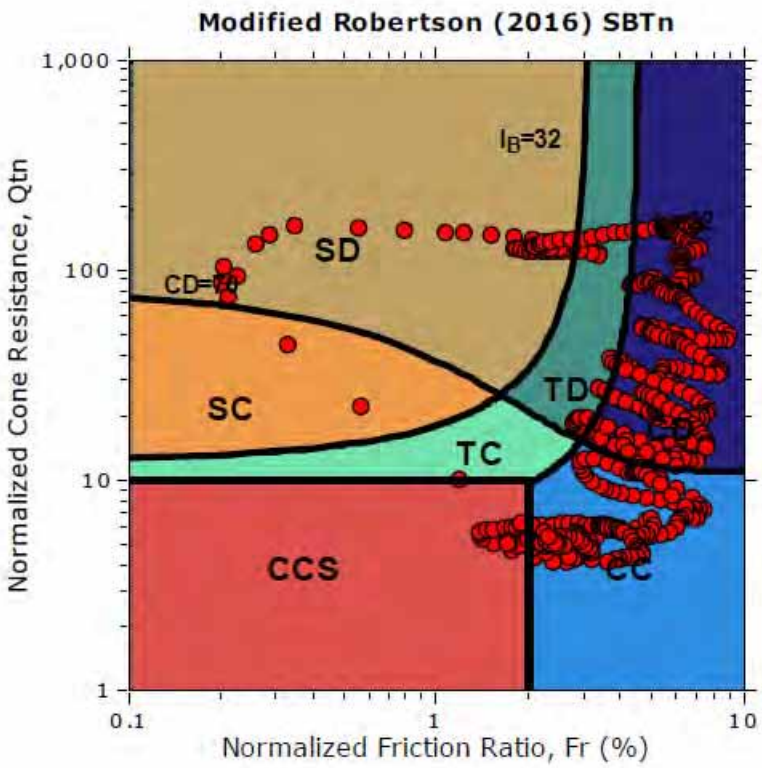






Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



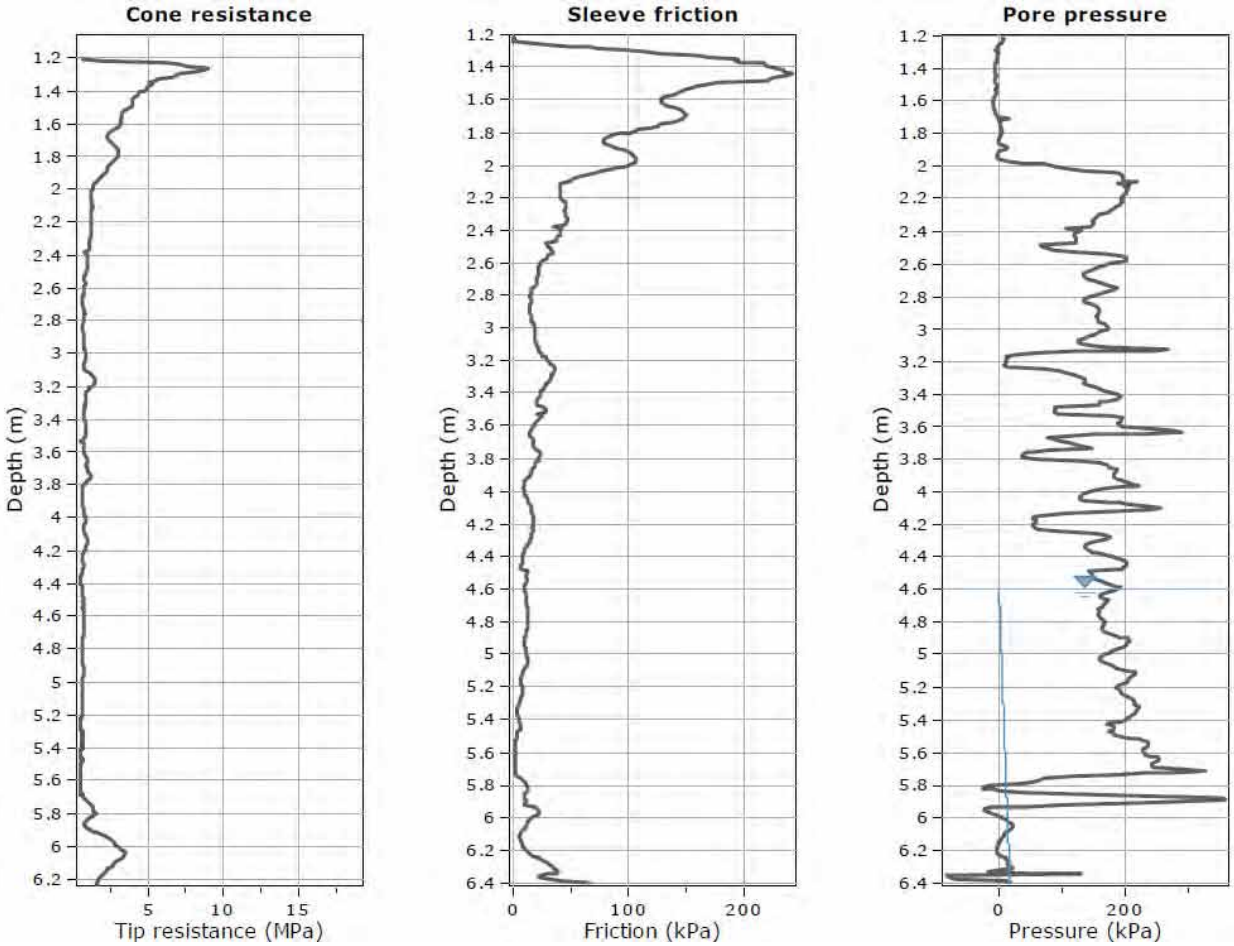


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

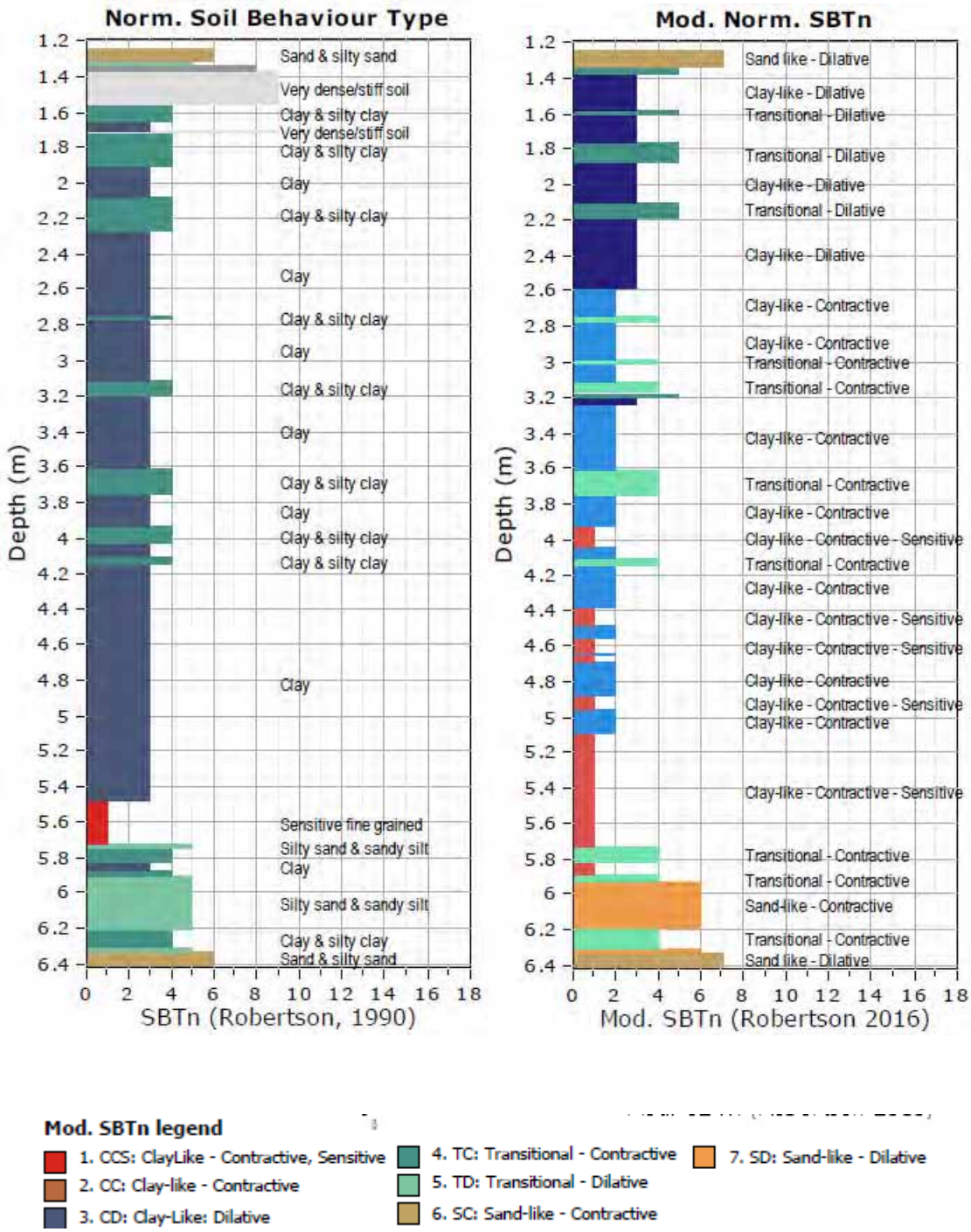
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVA CPTu02

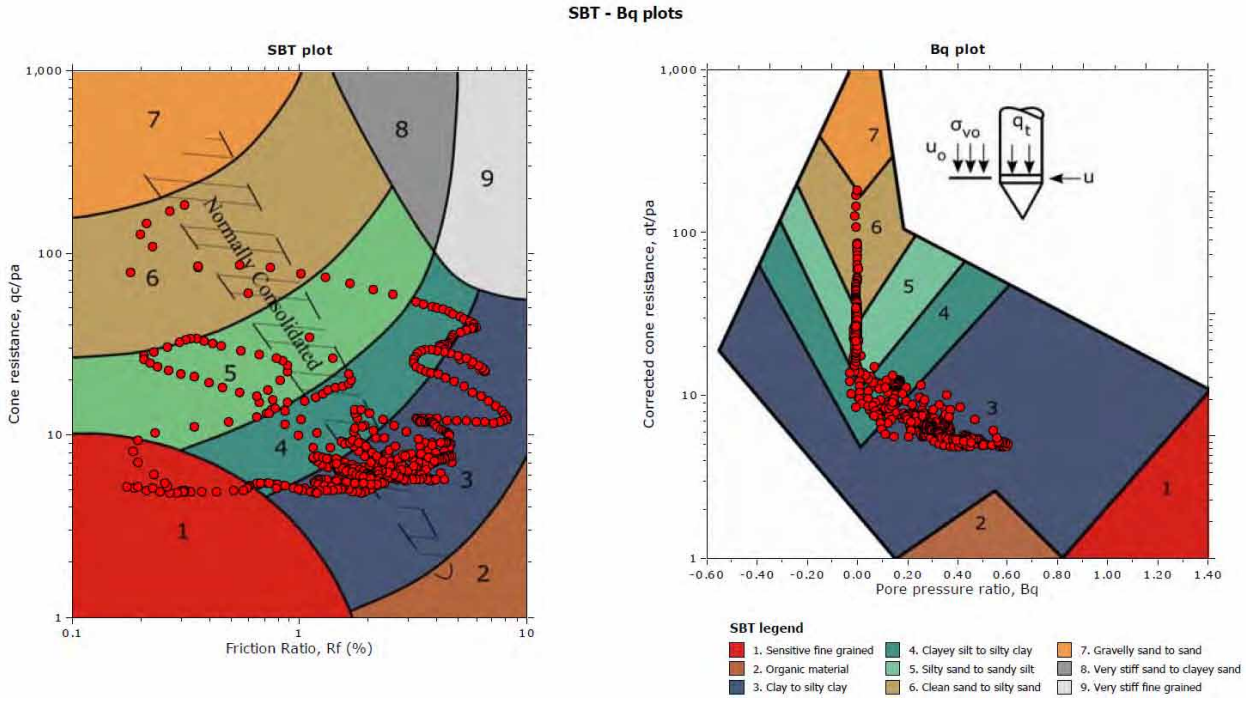
Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: Pagani Piezocono MKj505
Prova eseguita in data: 18/10/2019
Profondità prova: 6.40 m
Località: Castelfranco E. - Via Solimei

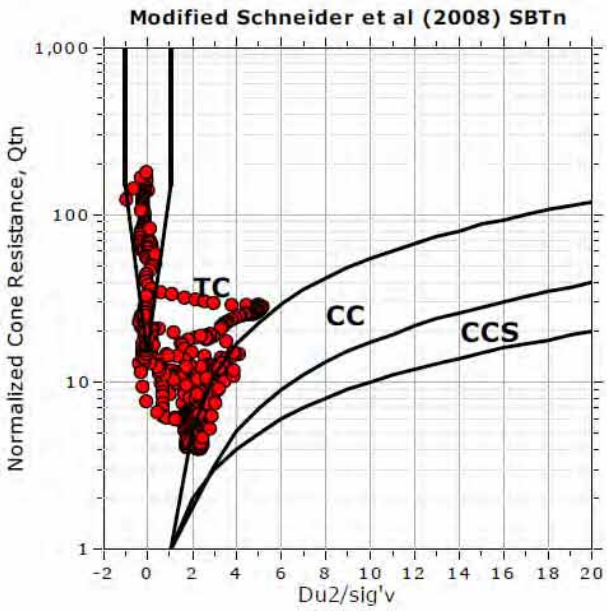


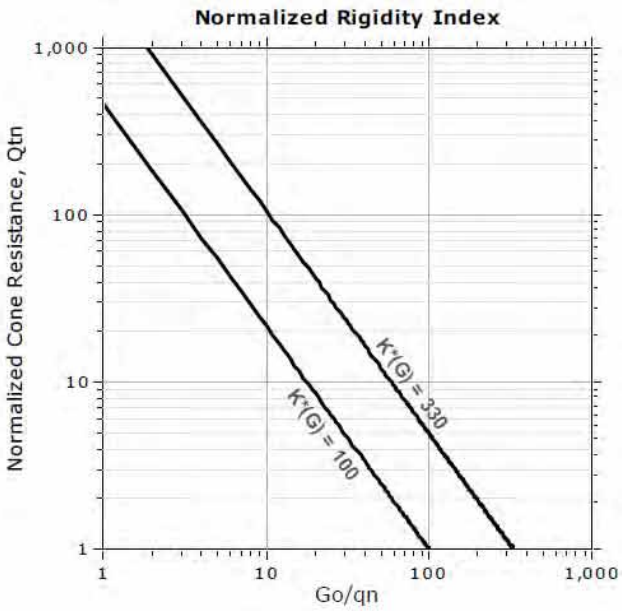
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



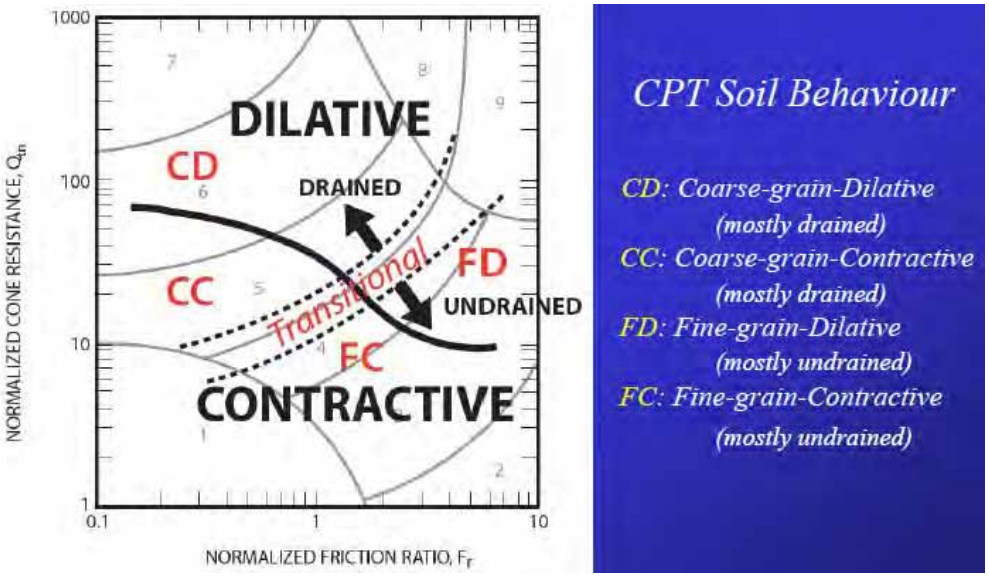
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

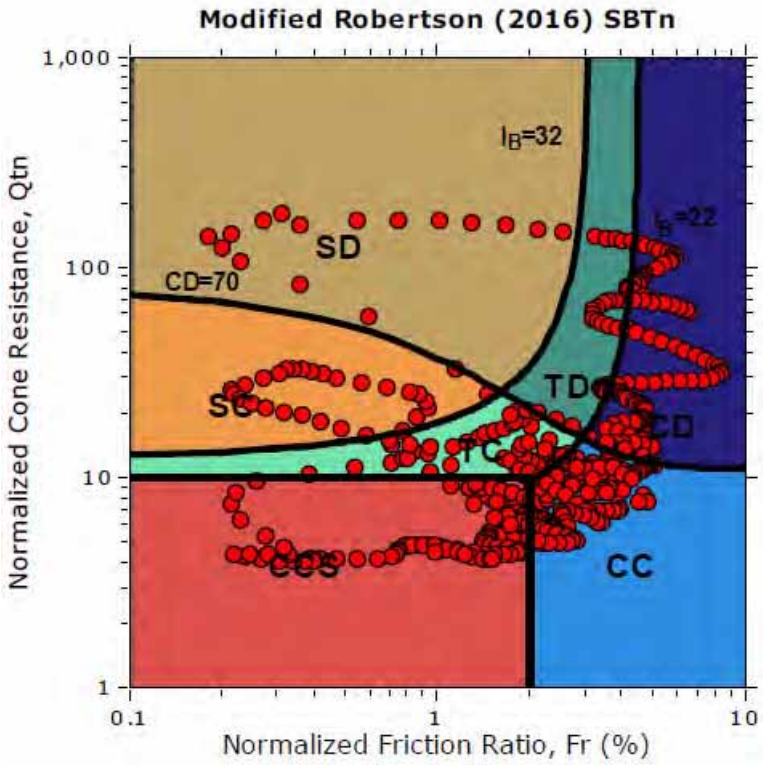






Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione





CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

b2b. Prova penetrometrica statica meccanica CPTm

I valori riportati nelle tabelle della prova penetrometrica statica meccanica rappresentano i valori della resistenza alla penetrazione della punta meccanica (Rp), infissa nel terreno a passo 20cm, espressi in MPa, i valori della resistenza laterale specifica (Rl), in MPa ed i valori del rapporto delle resistenze Rp/Rl (Rapporto Begemann 1965 e Rapporto Schmertmann 1978).
Nei diagrammi sono riportati i valori i valori della resistenza alla penetrazione della punta meccanica (Rp) in MPa, i valori della resistenza laterale specifica (Rl), in MPa ed i valori del rapporto delle resistenze Rp/Rl.
Vengono di seguito riportate le tabelle ed i grafici dei valori desunti dalle prove penetrometriche statiche meccaniche CPTm:

PROVA CPT01

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN
Prova eseguita in data: 17/10/2011
Profondità prova: 6.60 mt
Località: Castelfranco Emilia

Profondità (m)	Lettura punta (Mpa)	Lettura laterale (Mpa)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	1.9	0.0	
0.40	40.00	69.0	40.0	1.9	21.1	4.8
0.60	46.00	75.0	46.0	2.7	17.0	5.9
0.80	38.00	79.0	38.0	2.9	13.1	7.6
1.00	70.00	114.0	70.0	3.7	18.9	5.3
1.20	65.00	120.0	65.0	3.6	18.1	5.5
1.40	56.00	110.0	56.0	2.3	24.3	4.1
1.60	35.00	70.0	35.0	2.4	14.6	6.9
1.80	24.00	60.0	24.0	0.9	26.7	3.8
2.00	16.99	30.0	17.0	0.9	18.9	5.3
2.20	11.00	24.0	11.0	0.6	18.3	5.5
2.40	13.00	22.0	13.0	0.5	26.0	3.8
2.60	9.00	17.0	9.0	0.6	15.0	6.7
2.80	8.00	17.0	8.0	0.5	16.0	6.3
3.00	10.00	17.0	10.0	0.4	25.0	4.0
3.20	9.00	15.0	9.1	0.4	22.8	4.4
3.40	6.00	12.0	6.1	0.3	20.3	4.9
3.60	6.00	11.0	6.1	0.5	12.2	8.2
3.80	8.00	16.0	8.1	0.5	16.2	6.2
4.00	8.00	15.0	8.1	0.4	20.3	4.9
4.20	7.00	13.0	7.1	0.4	17.8	5.6
4.40	6.00	12.0	6.1	0.3	20.3	4.9
4.60	6.00	11.0	6.1	0.3	20.3	4.9
4.80	6.00	11.0	6.1	0.5	12.2	8.2
5.00	6.00	13.0	6.1	0.4	15.3	6.6
5.20	6.00	12.0	6.1	0.4	15.3	6.6
5.40	7.00	13.0	7.1	0.4	17.8	5.6
5.60	9.00	15.0	9.1	1.1	8.3	12.1
5.80	15.00	32.0	15.1	0.5	30.2	3.3
6.00	18.00	26.0	18.1	0.7	25.9	3.9
6.20	26.00	36.0	26.1	1.3	20.1	5.0
6.40	220.00	240.0	220.1	1.3	169.3	0.6
6.60	250.00	270.0	250.1	0.0		0.0

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVA CPT02

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN
Prova eseguita in data: 17/10/2011
Profondità prova: 6.60 mt
Località: Castelfranco Emilia

Profondità (m)	Lettura punta (Mpa)	Lettura laterale (Mpa)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	1.4	0.0	
0.40	57.00	78.0	57.0	1.9	30.0	3.3
0.60	47.00	75.0	47.0	3.0	15.7	6.4
0.80	62.00	107.0	62.0	1.1	56.4	1.8
1.00	90.00	106.0	90.0	5.9	15.3	6.6
1.20	92.00	180.0	92.0	6.1	15.1	6.6
1.40	88.00	180.0	88.0	3.3	26.7	3.8
1.60	50.00	100.0	50.0	3.7	13.5	7.4
1.80	65.00	120.0	65.0	4.3	15.1	6.6
2.00	55.00	120.0	55.0	3.5	15.7	6.4
2.20	43.00	96.0	43.0	2.1	20.5	4.9
2.40	35.00	66.0	35.0	2.1	16.7	6.0
2.60	26.00	58.0	26.0	1.0	26.0	3.8
2.80	13.00	28.0	13.0	0.9	14.4	6.9
3.00	13.00	26.0	13.0	0.6	21.7	4.6
3.20	9.00	18.0	9.1	0.5	18.2	5.5
3.40	7.00	15.0	7.1	0.6	11.8	8.5
3.60	8.00	17.0	8.1	0.4	20.3	4.9
3.80	8.00	14.0	8.1	0.5	16.2	6.2
4.00	7.00	14.0	7.1	0.3	23.7	4.2
4.20	7.00	11.0	7.1	0.4	17.8	5.6
4.40	7.00	13.0	7.1	0.5	14.2	7.0
4.60	9.00	16.0	9.1	0.5	18.2	5.5
4.80	7.00	15.0	7.1	0.4	17.8	5.6
5.00	6.00	12.0	6.1	0.4	15.3	6.6
5.20	8.00	14.0	8.1	0.5	16.2	6.2
5.40	8.00	16.0	8.1	0.7	11.6	8.6
5.60	10.00	20.0	10.1	0.6	16.8	5.9
5.80	7.00	16.0	7.1	0.5	14.2	7.0
6.00	9.00	16.0	9.1	0.7	13.0	7.7
6.20	9.00	20.0	9.1	1.3	7.0	14.3
6.40	200.00	220.0	200.1	1.3	153.9	0.6
6.60	180.00	200.0	180.1	0.0		0.0

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

c. Il modello geologico-tecnico del volume significativo

La natura litologica dei terreni oggetto dei sondaggi geognostici e delle prove penetrometriche è dedotta dall'analisi delle cassette stratigrafiche e dai diagrammi penetrometrici mediante "Guide for estimating soil type from dutch friction-cone ratio" (Schmertmann, 1969 e Raccomandazioni A.G.I. 1977) per le prove meccaniche cptm e dall'analisi dei diagrammi penetrometrici mediante Robertson (2010, 2016) per le prove con piezocono cptu.
Le sequenze stratigrafiche desunte dall'analisi delle indagini geognostiche e geofisiche evidenziano i seguenti livelli litologici:

0.00 -0.80/1.00 m Materiale di riporto;
0.80/1.00 - 1.00/1.50 m Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A);
1.00/1.50 -3.60/4.30 m Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B);
3.60/4.30 - 6.30 m Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C);
6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D);
15.00 - 16.10 m Livello di Torba (E);
16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F).

La falda, in fase di indagine, è stata rinvenuta a 4.30 m dal p.c..

Infine sulla base delle indicazioni emerse dall'analisi delle prove penetrometriche e sulla base delle litologie presenti si è provveduto a caratterizzare e parametrizzare, dal punto di vista geotecnico, i terreni di fondazione.
In virtù delle considerazioni sopra esposte risulta che i parametrici geotecnici caratteristici per i materiali presenti sono i seguenti:

- In termini di parametri di resistenza:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	c'k(kPa)	ϕ'k(°)	Cuk(kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	3	18	70
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	2	17	60

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3.60/4.30 - 6.30	**Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)**	**17**	**19**	**1**	**20**	**70**
6.30 - 15.00	**Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)**	**20**	**21**	**0**	**32**	**/**
15.00 - 16.10	**Livello di Torba (E)**	**13**	**15**	**0**	**14**	**30**
16.20 - 20.00	**Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)**	**17**	**19**	**5**	**19**	**100**

- In termini di parametri di deformabilità:

Profondità dal p.c. (m)	**Unità Formazionale**	**γ'_d (kN/m³)**	**γ'_w (KN/m³)**	**Coeff. di Poisson (v)**	**Modulo Elastico E' (kPa)**	**Modulo Edometrico E_d (kPa)**
0.00 - 0.80/1.00	**Materiale di Riporto**	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	**Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)**	**17**	**19**	**0.45**		**4500**
1.00/1.50 - 3.60/4.30	**Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)**	**17**	**19**	**0.45**		**4000**
3.60/4.30 - 6.30	**Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)**	**17**	**19**	**0.45**		**3500**
6.30 - 15.00	**Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)**	**20**	**21**	**0.35**	**30000**	

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

15.00 - 16.10	**Livello di Torba (E)**	**13**	**15**	**0.48**		**2000**
16.20 - 20.00	**Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)**	**17**	**19**	**0.42**		**7000**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

9. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E LOCALE

a. Sismicità delle aree di interesse

Allo stato attuale la normativa di riferimento in materia sismica risulta essere il D.M. 17 gennaio 2018 recante "norme tecniche per le costruzioni", entrato in vigore a partire dal 22 marzo 2018.
La classificazione sismica dei comuni della regione Emilia-Romagna introdotta ai sensi del punto 3 dell'Allegato 1 dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 maggio 2003, prevede che il territorio nazionale sia suddiviso in quattro zone sismiche, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione (a_g).
Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formulazione degli elenchi delle medesime zone" all'allegato 1.A" sono individuate quattro zone sismiche orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.
Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima al suolo a_g, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $Vs_{30} > 800\ m/s$ secondo lo schema seguente. I valori di accelerazione delle quattro zone sismiche sono maggiormente specificati rispetto all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 secondo la schema di seguito proposto (tabella 9.1):

Tabella 9.1: Valori di accelerazione al suolo a_g

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g) – OPCM 3519	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g) – OPCM 3472
1	$0.25 < a_g \leq 0.35\ g$	$0.35\ g$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25\ g$	$0.25\ g$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15\ g$	$0.15\ g$
4	$\leq 0.05\ g$	$0.05\ g$

Di seguito si riportano le classificazioni della sismicità dei comuni interessati dagli interventi in base alle vecchie normative e ovviamente anche in base alla nuova e vigente classificazione proposta dall'OPCM 3274/2003 e s.m.i (tabella 9.2).

Tabella 9.2: Classificazione della sismicità del comune e valore dell'accelerazione al suolo a_g

Comune	Classificazione sismica (Decreti fino al 1984)	Classificazione sismica OPCM 3274/2003	a_g
Castelfranco E.	n.c.	3	0.15 g

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

b. Sismicità storica delle aree di intervento

Nella tabella 9.3 sono riportati i dati storici del comune di Castelfranco Emilia, definiti nel Gruppo di lavoro CPTI (2015) Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2015 (CPTI15), INGV, Bologna con aggiornamento DBMI15 (dicembre 2015) reperibile all'indirizzo web http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/

Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
F	1885	02	26	20	48		Pianura Padana	78	6	5.01
3	1898	03	04	21	05		Parmense	313	7-8	5.37
4	1904	02	25	18	47	5	Reggiano	62	6	4.81
NF	1904	11	17	05	02		Pistoiese	204	7	5.10
NF	1912	09	12	21	15		Carpi	13	4	3.76
NF	1913	11	25	20	55		Appennino parmense	73	4-5	4.65
2	1922	05	24	21	17	2	Ferrarese	7	4	3.70
3	1923	06	28	15	12		Modenese	22	6	5.04
4-5	1929	04	19	04	16		Bolognese	82	6-7	5.13
5-6	1929	04	20	01	10		Bolognese	109	7	5.36
6	1929	04	22	08	26		Bolognese	41	6-7	5.10
5-6	1929	04	22	14	19		Bolognese	12	5-6	4.61
6	1929	04	29	18	36		Bolognese	45	6	5.20
3	1929	08	17	04	25		Bolognese	10	4-5	3.89
2	1931	06	10	17	02		Modenese	14	4	4.59
3	1934	09	18	09	37		Vignola	6	4	3.95
5	1963	11	04	15	46		Bassa modenese	5	5	4.16
2	1967	04	03	16	36	1	Reggiano	45	5	4.44
4	1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8	5.51
NF	1971	09	11	23	18	1	Pianura emiliana	15	5	4.19
4	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
3-4	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
4	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
NF	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
NF	1992	04	17	11	59	0	Appennino bolognese	56	4-5	4.11
5	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
NF	1998	02	21	02	21	1	Pianura emiliana	104	5	3.93
3-4	1999	07	07	17	16	1	Frignano	32	5	4.67
3	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

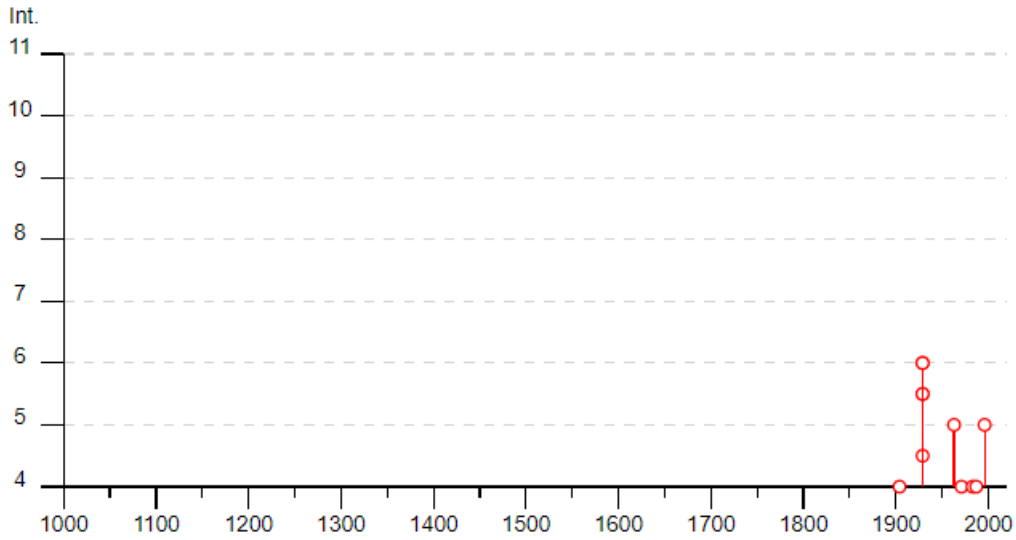


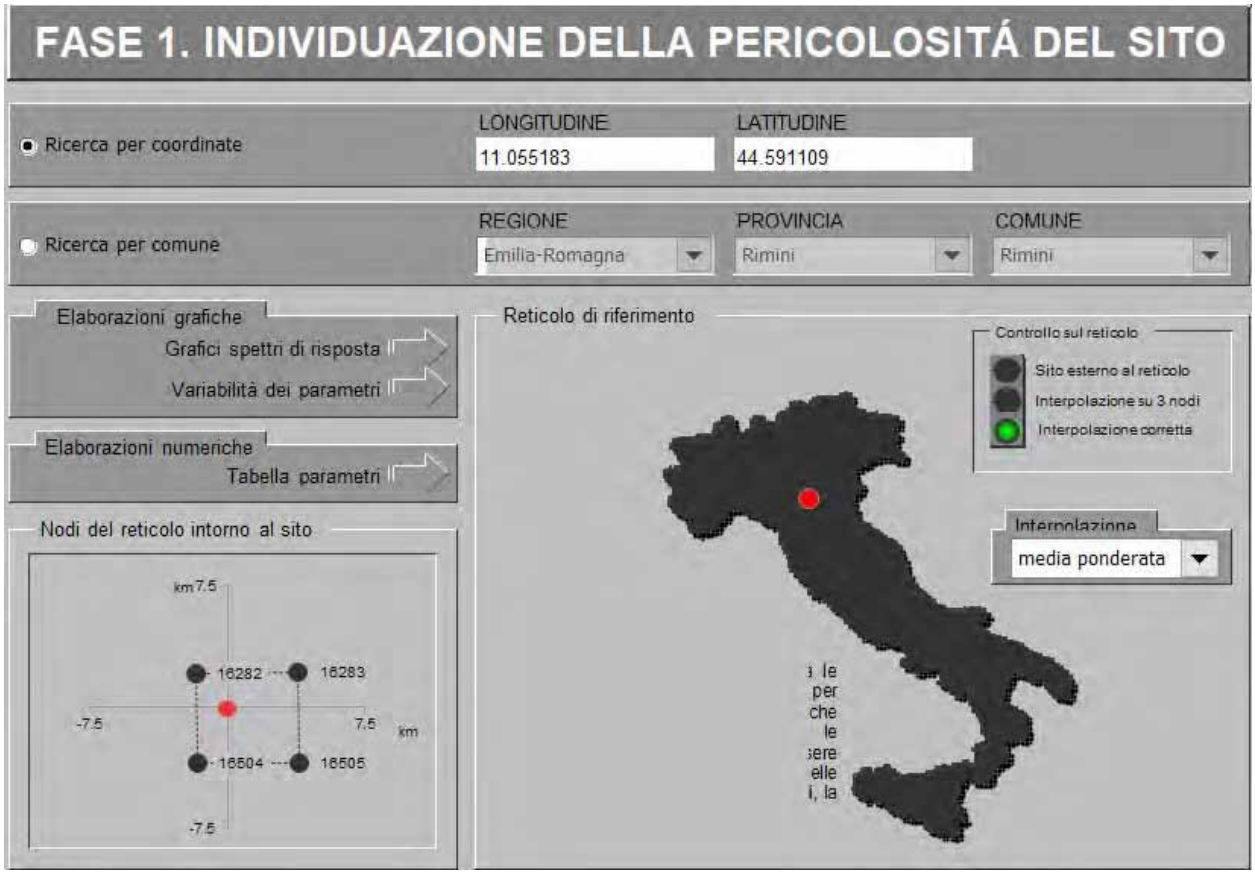
Tabella 9.3: Storia sismica del comune di Castelfranco Emilia (MO).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

c. Individuazione della pericolosità sismica del sito

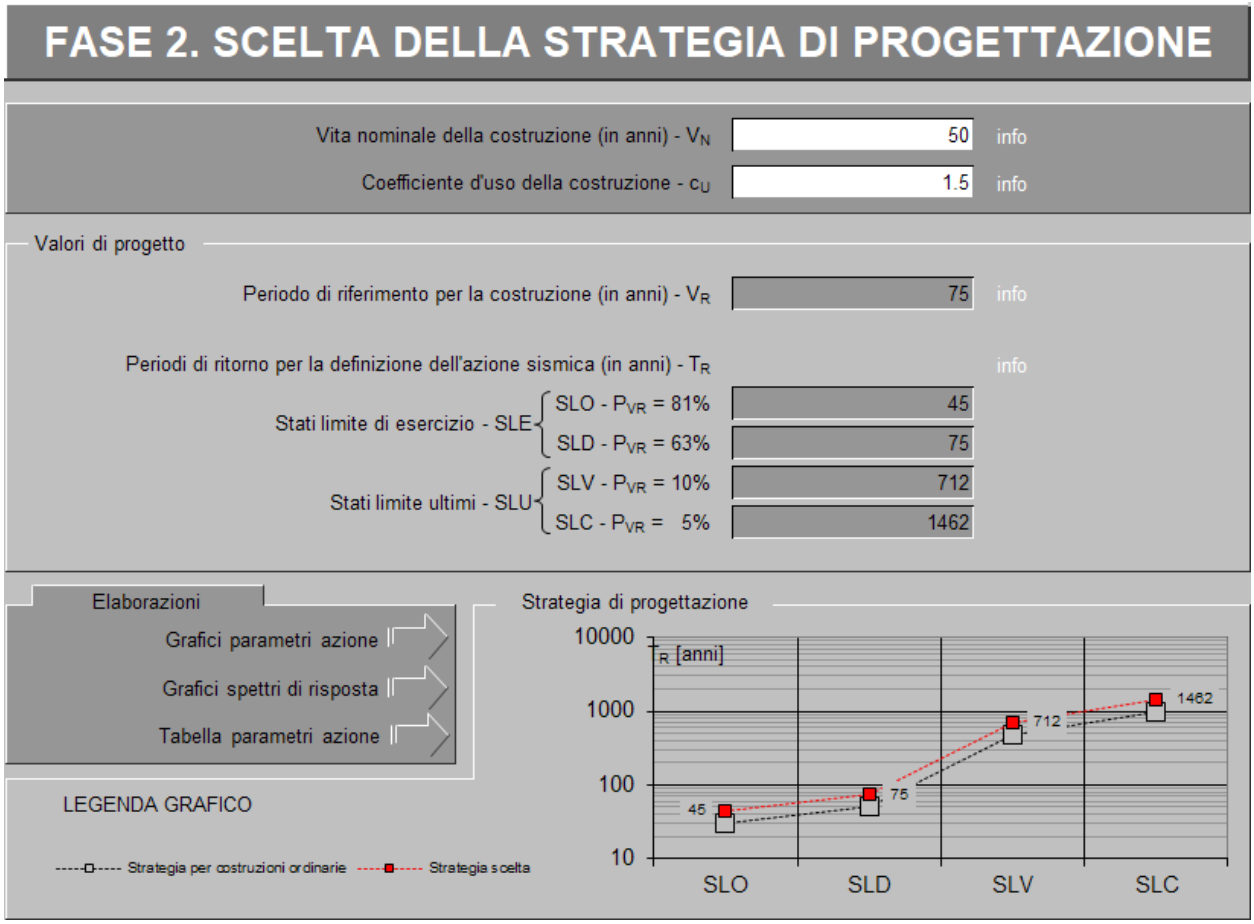
Di seguito si riportano i dati salienti per la definizione della pericolosità sismica del sito che sono stati inseriti nel foglio di calcolo "Spetti NTC v. 1.03" scaricabile dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (http://www.infrastrutture.gov.it/consuplp/).

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione

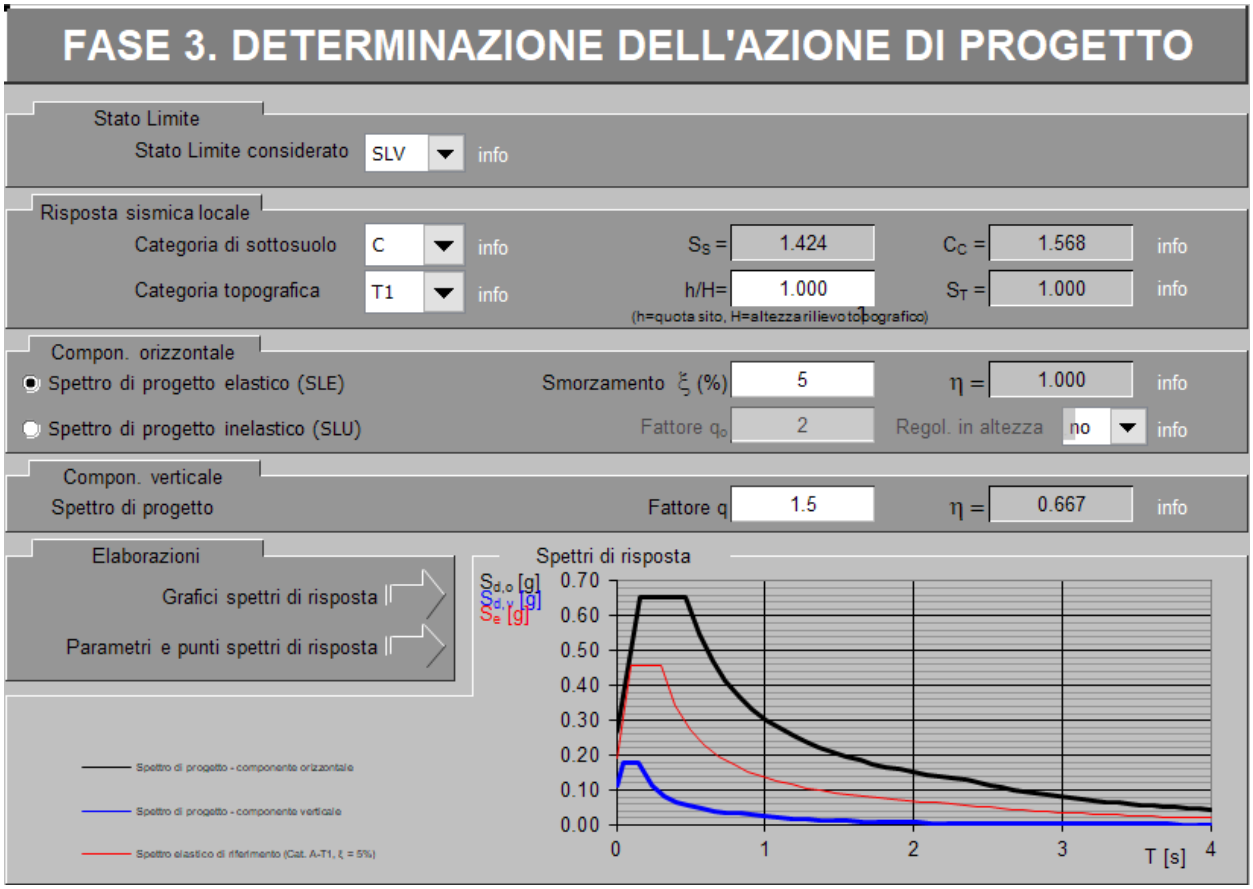


STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.059	2.505	0.268
SLD	75	0.074	2.483	0.277
SLV	712	0.190	2.421	0.296
SLC	1462	0.244	2.420	0.302

Tabella 9.4: Valori dei parametri a_g, F_o, T_c* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno Stato Limite.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

FASE 3 - Determinazione dell'azione di progetto



d. Ricostruzione del profilo sismo-stratigrafico del sito

In Pianura Padana la superficie di base del Sistema Emiliano Romagnolo (0.45 Ma) è la più recente superficie di discordanza angolare in scala regionale.
I terreni più recenti che registrano diffuse deformazioni alla mesoscala sono le Sabbie di Imola e il Sistema Emiliano-Romagnolo inferiore (SERI) di età compresa tra 0.8 e 0.45 Ma; risulta dunque evidente, anche da osservazioni di campagna, che gran parte del margine appenninico-padano e del sottosuolo padano-adriatico sono stati interessati da deformazioni più recenti di 0.45 Ma.
Nell'area di studio la SERS è indicata a una profondità compresa tra 50 e 100 m. Dall'analisi delle prove eseguite con sismica a riflessione ad alta risoluzione risulta che fino alla profondità di circa 100 m si registrano aumenti delle velocità di propagazione delle onde sismiche fino 550/600 m/s. La profondità di circa 100-120 m da p.c. può essere considerata come la quota del bedrock sismico.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

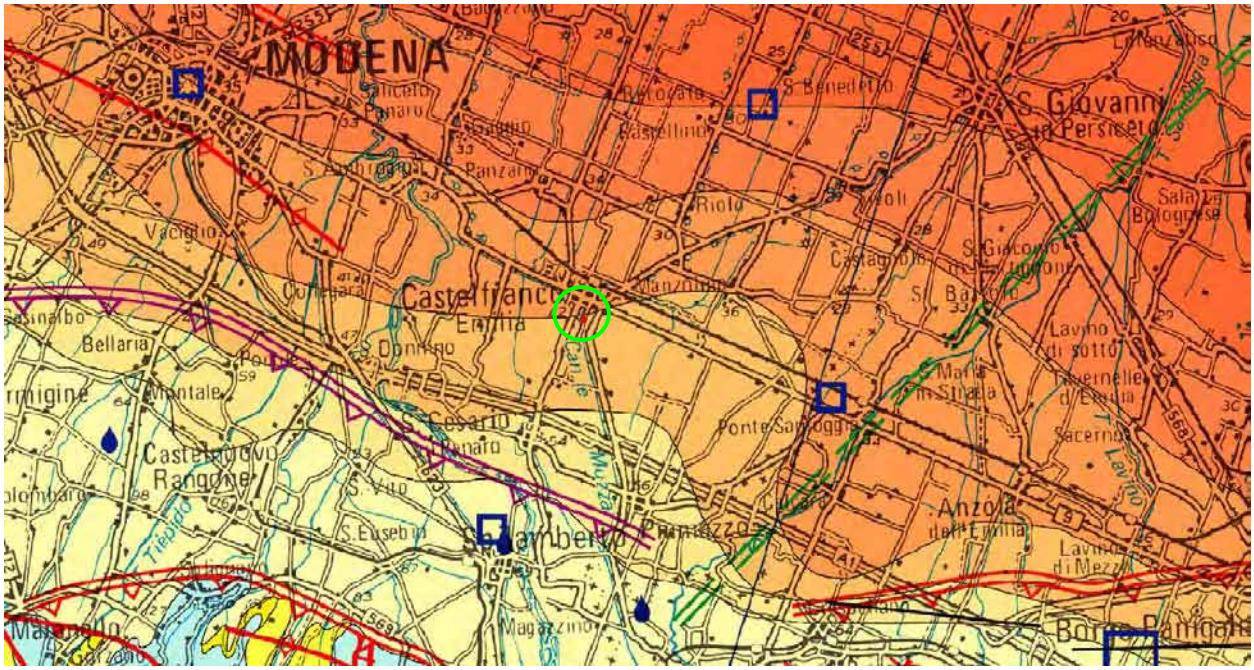


Figura 9.1: Carta Sismotettonica redatta dalla Regione Emilia Romagna (2016).

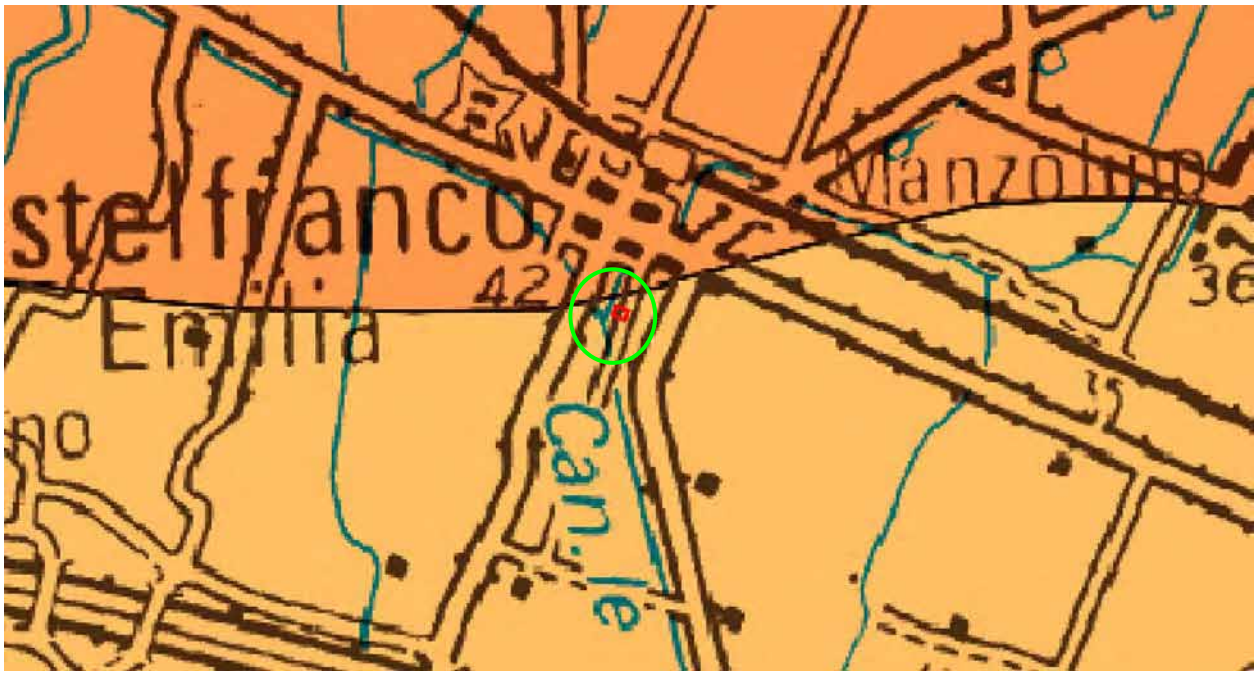
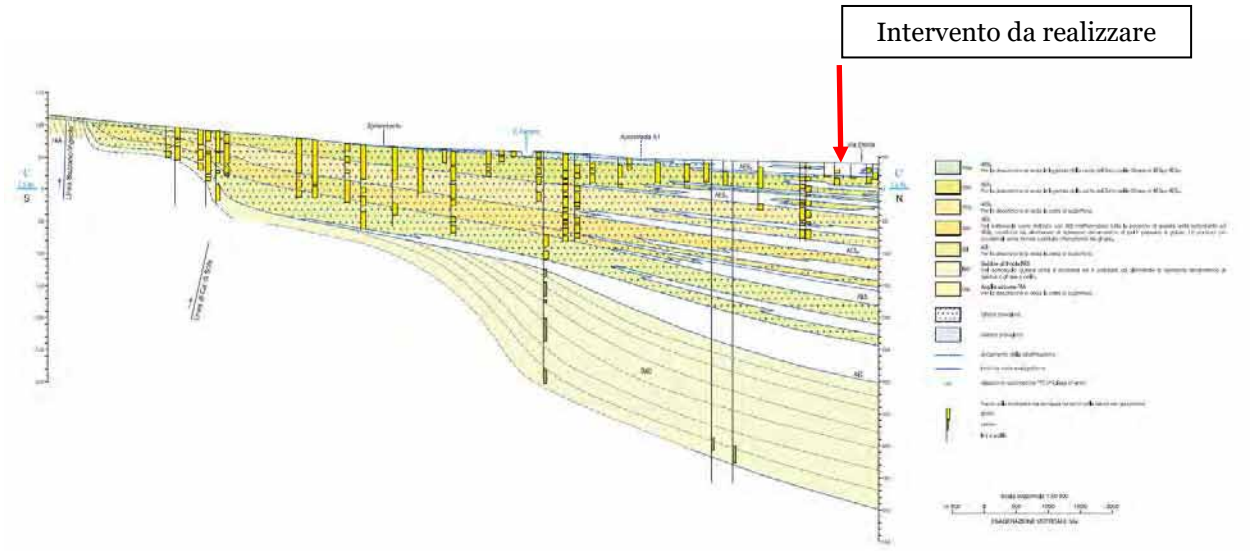


Figura 9.2: Particolare della Carta Sismotettonica redatta dalla Regione Emilia Romagna (2016).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

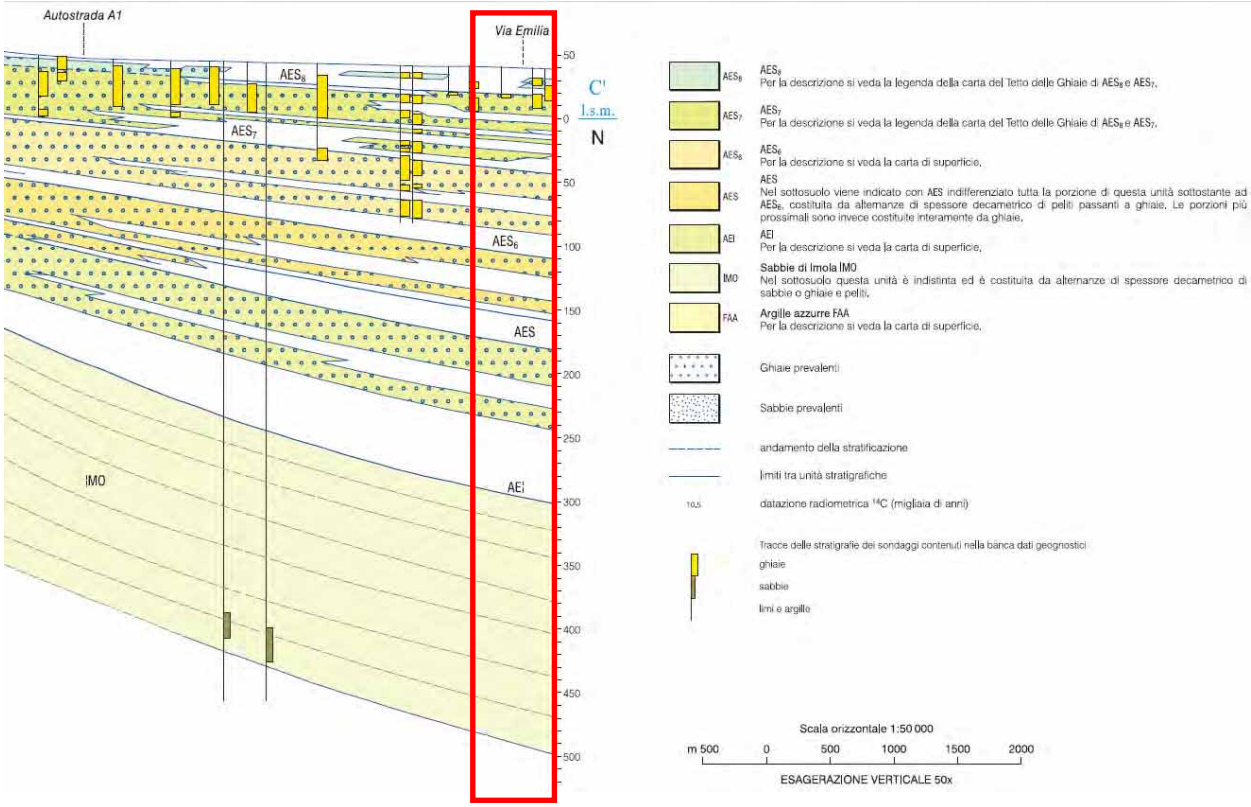
Tali dati desunti dalla Carta sismotettonica di cui sopra sono stati integrati con la banca dati geognostica della Regione Emilia Romagna e le sezioni profonde ricavate. La profondità del bedrock sismico risulta pertanto ipotizzata a 100-120 m di profondità.

Si riporta la Sezione 12 con ubicata l'area di realizzazione dell'intervento in progetto ed un suo particolare (in rosso la freccia con ubicato l'intervento).



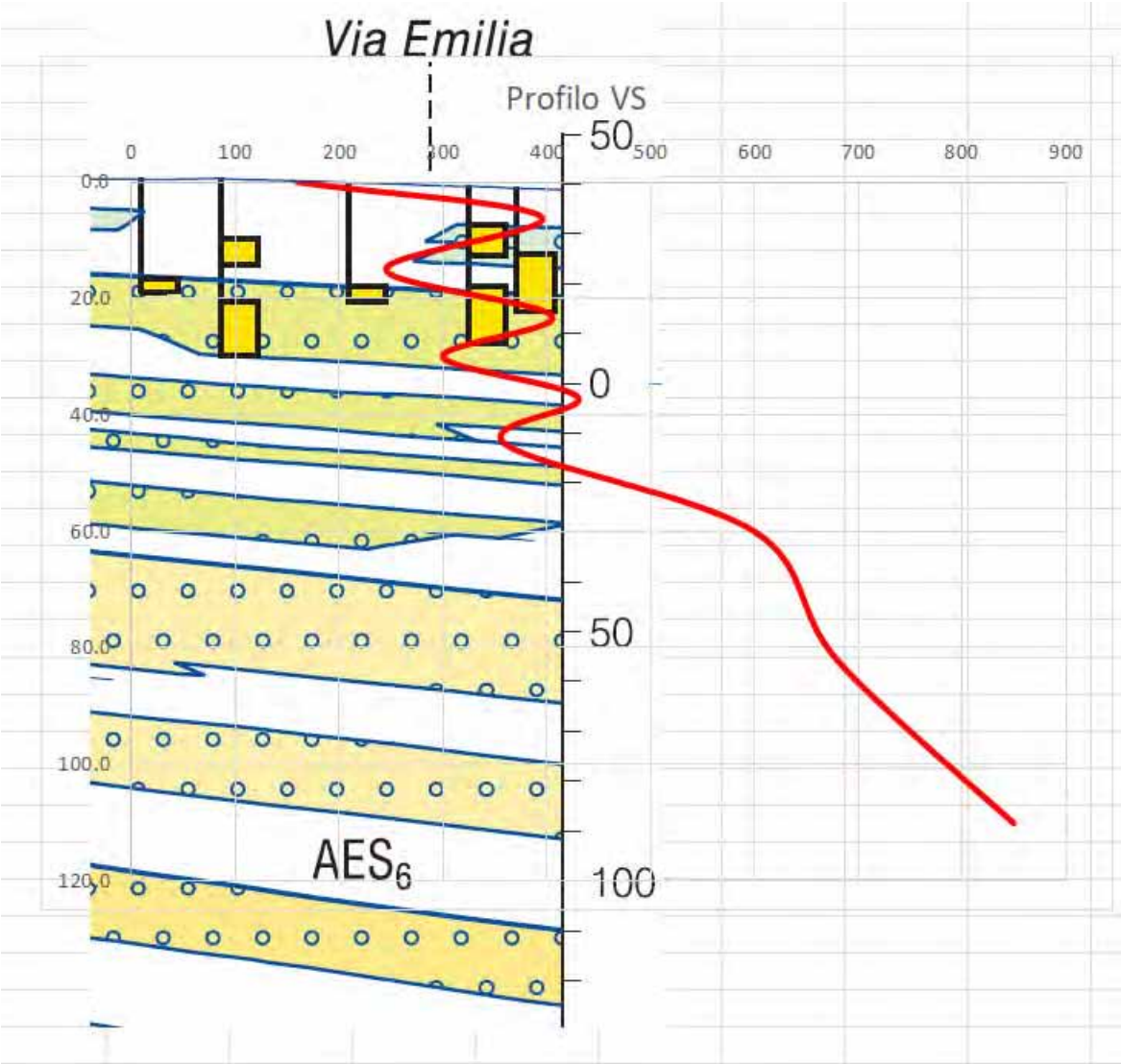
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Particolare Sezione 12



Ai fini della ricostruzione della geologia profonda necessaria all'individuazione del bedrock sismico utile per le analisi di risposta sismica locale (RSL) da effettuare sono stati utilizzati i dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate nel sito e i dati dei pozzi (in prossimità dell'intervento) profondi.
Nel confronto tra la sezione geologica 12 ed i dati di cui sopra si può individuare la profondità del bedrock sismico (in rosso il profilo di Vs fino alla profondità del bedrock sismico)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



Prof.	Spessore	Vs
0.0	6.00	160
6.0	9.00	395
15.0	8.00	245
23.0	7.00	405
30.0	7.00	300
37.0	8.00	430
45.0	15.00	360
60.0	22.15	600
82.2	28.00	680
110.2	38.00	850

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

e. Risposta sismica locale (RSL)

e1. Premessa

Per il sito di indagine è stato effettuato lo studio dell'analisi di risposta simica locale (RSL) finalizzata alla valutazione dell'azione sismica in superficie.
Tale analisi costituisce lo studio di "riferimento" del sito in esame, i cui risultati sono stati conseguiti opportunamente nei confronti delle SLV per strutture di tipo ordinario (Classe III).
Si ricorda che le norme NTC2018 al Paragrafo 3.2.2 recitano: "Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2……." .
Dal punto di vista strettamente fisico, per analisi di risposta sismica locale si intende la valutazione quantitativa delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite da un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S).

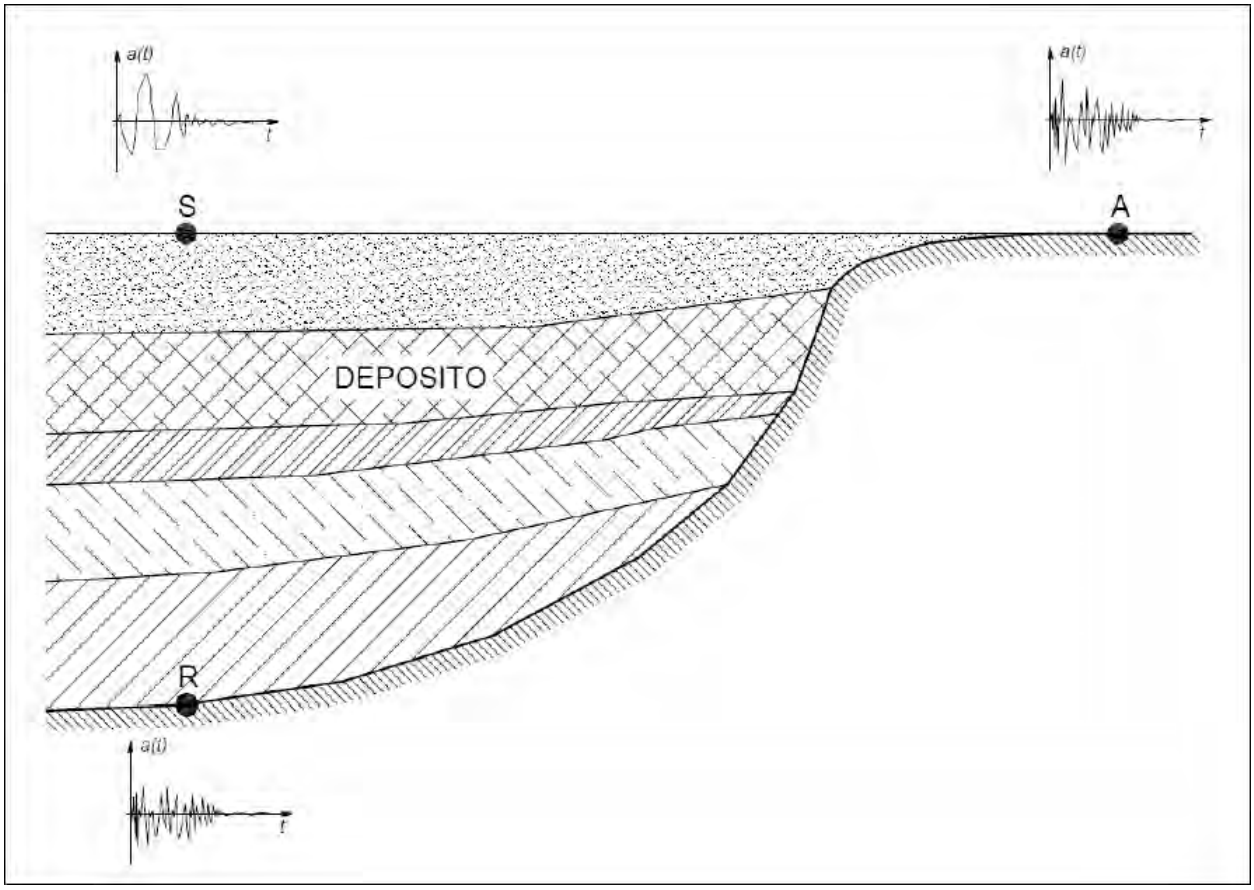


Figura 9.3: Schema di riferimento per la valutazione della risposta sismica locale.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Dal punto di vista tecnico, è forse più significativa una valutazione alternativa di tale fenomeno, cioè quella che assume come moto sismico di riferimento quello relativo ad un ipotetico (o reale) affioramento della formazione rocciosa di base (A). La valutazione quantitativa della risposta sismica locale può quindi effettuarsi sulla base del confronto tra le diverse grandezze rappresentative del moto sismico alla superficie del terreno e quello di riferimento (roccia di base o affiorante), nel dominio del tempo o delle frequenze. Nel dominio del tempo un parametro spesso utilizzato è il fattore di amplificazione:

$$FA = \frac{a_{max,S}}{a_{max,A}}$$

dove $amax,S$ rappresenta l'accelerazione massima registrata sulla superficie del deposito e $amax,A$ l'accelerazione massima sulla roccia affiorante. Tale fattore può risultare maggiore o minore dell'unità identificando un effetto di amplificazione o di smorzamento. Il fattore di amplificazione così definito però ha il limite di non descrivere l'effetto di "filtraggio" esercitato dal deposito nei confronti del moto sismico di riferimento, ma si limita a descriverne soltanto gli effetti di amplificazione in termini di ampiezza. Operando nel dominio delle frequenze, un parametro spesso utilizzato ed in grado di superare i limiti del fattore di amplificazione è la cosiddetta funzione di trasferimento:

$$H(f) = \frac{F_S(f)}{F_A(f)}$$

dove $F_S(f)$ ed $F_A(f)$ sono entrambe funzioni complesse della frequenza e rappresentano rispettivamente lo spettro di Fourier del moto in superficie al deposito e lo spettro di Fourier del moto su roccia affiorante. Entrambe i termini del rapporto sono funzioni complesse e pertanto anche il loro rapporto (funzione di trasferimento) risulta una funzione complessa; è utile far riferimento al modulo di tale funzione (spettro di ampiezza) detto *funzione di amplificazione*:

$$A(f) = |H(f)|$$

Dal punto di vista fisico tale funzione è in grado di indicare quali componenti del moto sismico (in termini di frequenza), rispetto al moto di riferimento, sono state amplificate ed in che rapporto e quali componenti sono state smorzate. Tuttavia, è necessario osservare che è lecito applicare il principio di sovrapposizione degli effetti, e quindi le trasformate di Fourier, solo se la risposta meccanica del terreno è governata da leggi costitutive di tipo lineare. In tali ipotesi, la funzione di amplificazione è una proprietà della geometria del sito e delle caratteristiche meccaniche dei materiali che lo costituiscono.
Operando nel dominio delle frequenze, nota la funzione di trasferimento, è possibile ottenere, mediante un'operazione detta di *convoluzione*, il moto in superficie a partire dal moto di riferimento.

$$F_S(f) = H(f)\, F_A(f)$$

Questo significa che il moto in superficie ottenuto è fortemente condizionato dal contenuto in frequenza del moto di riferimento, il quale a sua volta è caratterizzato da contenuti in frequenza dipendenti da

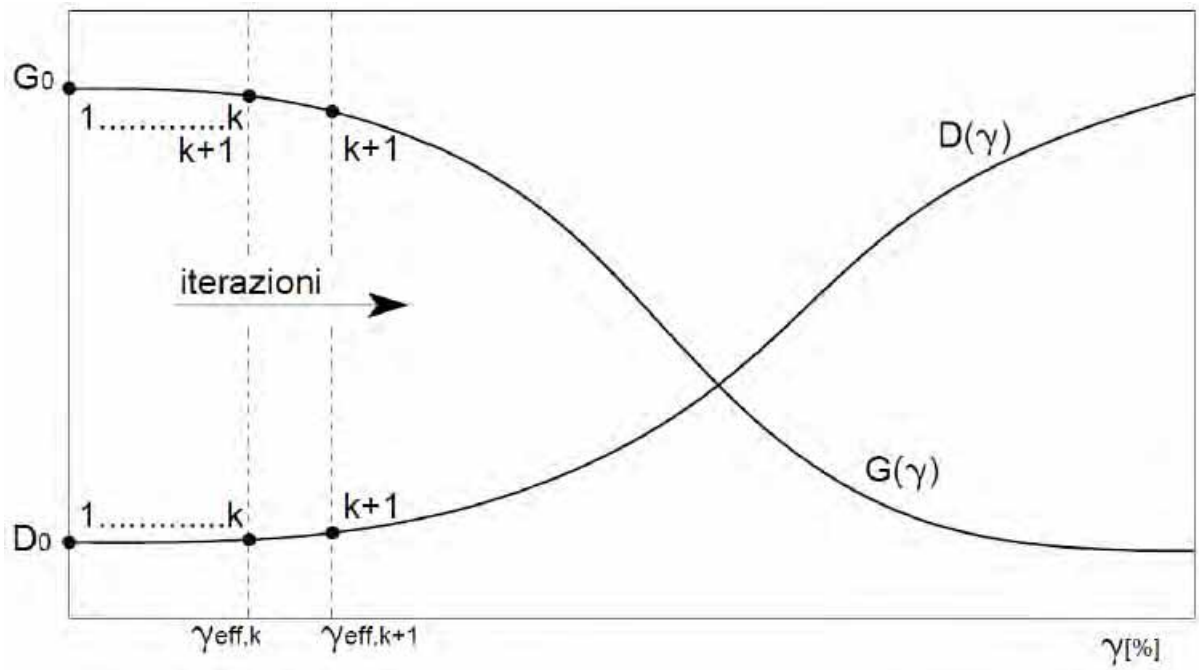
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

meccanismo di sorgente, magnitudo e percorso di propagazione. Si osservi inoltre, che la risposta meccanica di un sottosuolo reale non è affatto lineare e pertanto la funzione di trasferimento non può essere univoca, ma dipendente dal livello deformativo raggiunto dal terreno e quindi dalle caratteristiche del moto sismico che lo attraversa. In altre parole, se l'energia del moto sismico che attraversa il deposito è bassa, il livello deformativo raggiunto sarà lieve e viceversa se l'energia del moto è elevata; nei due casi le funzioni di trasferimento risultano differenti.
Pertanto, dovendo tener conto del comportamento non lineare del terreno, oltre che di aspetti legati alla topografia o alla morfologia sepolta, nei casi pratici è necessario ricorrere a delle procedure numeriche. Le possibili procedure utilizzate per tener conto del legame costitutivo non lineare nella soluzione dell'equilibrio dinamico del sistema di equazioni si distinguono in:
- *Analisi lineare equivalente* che consiste nell'esecuzione di una serie di analisi lineari complete che utilizzano dei parametri di rigidezza e smorzamento secanti dei materiali, i quali vengono aggiornati fino al soddisfacimento di un certo criterio di convergenza;
- *Analisi non lineare incrementale* che consiste nell'integrazione passo-passo delle equazioni del moto ottenute nel rispetto dei legami costitutivi non lineari del terreno.

Mentre il primo schema di analisi si presta ad una soluzione sia nel dominio del tempo che nel dominio delle frequenze, il secondo schema di analisi ricerca necessariamente la soluzione nel domino del tempo, vista l'impossibilità di applicare il principio di sovrapposizione degli effetti e quindi l'analisi di Fourier.
Lo schema lineare equivalente e largamente adottato nella pratica professionale in quanto rappresenta il giusto compromesso tra l'accuratezza dei risultati ottenuti e l'onere computazionale. Sono infatti numerosi i codici di calcolo che adottano tale schema indipendentemente che si tratti di un problema monodimensionale, bidimensionale o tridimensionale. L'algoritmo lineare equivalente può essere sintetizzato nei seguenti passi:

- Si assumono dei valori iniziali per i moduli elastici e per i rapporti di smorzamento viscoso dei materiali;
- A partire dal terremoto di riferimento, schematizzato come accelerogramma in ingresso, si integrano le equazioni del moto dinamico in modo da ottenere le deformazioni massime γmax in ogni punto del modello;
- Dalle deformazioni massime si ottengono le deformazioni effettive mediante la relazione $\gamma eff = \beta\ \gamma max$ (β: rapporto di deformazione effettiva dipendente dalla magnitudo dell'evento sismico e variabile tra 0.5 e 0.7);
- Dalle deformazioni effettive, mediante le curve che descrivono la non linearità del terreno (Figura sottostante), vengono ottenuti i valori aggiornati dei moduli di taglio e dei rapporti di smorzamento viscoso;

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



- Con i valori dei parametri dei materiali così ottenuti si ritorna al punto 2. fintanto che non risulta soddisfatto il seguente criterio di convergenza:

$$\left|\gamma_{eff}{}^{k} - \gamma_{eff}{}^{k-1}\right| \leq toll$$

dove con l'indice k indica la generica iterazione e $toll$ un valore di tolleranza massimo assunto per le deformazioni a taglio.

L'analisi di RSL è stata condotta secondo i seguenti step:

e2. Ricostruzione del modello sismo-stratigrafico del sottosuolo.

La ricostruzione accurata del modello sismo e geologico-tecnico è desumibile dal paragrafo precedente, che ha permesso anche la ricostruzione del profilo di velocità delle onde di taglio fino al substrato di terreno molto rigido caratterizzato dalla velocità delle onde di taglio > 800 m/s. E' stato utilizzato un modello deterministico poiché nonostante le incertezze negli strati più profondi si ritiene che la ricostruzione del modello sismo stratigrafico sia congrua con le evidenze sperimentali misurate.

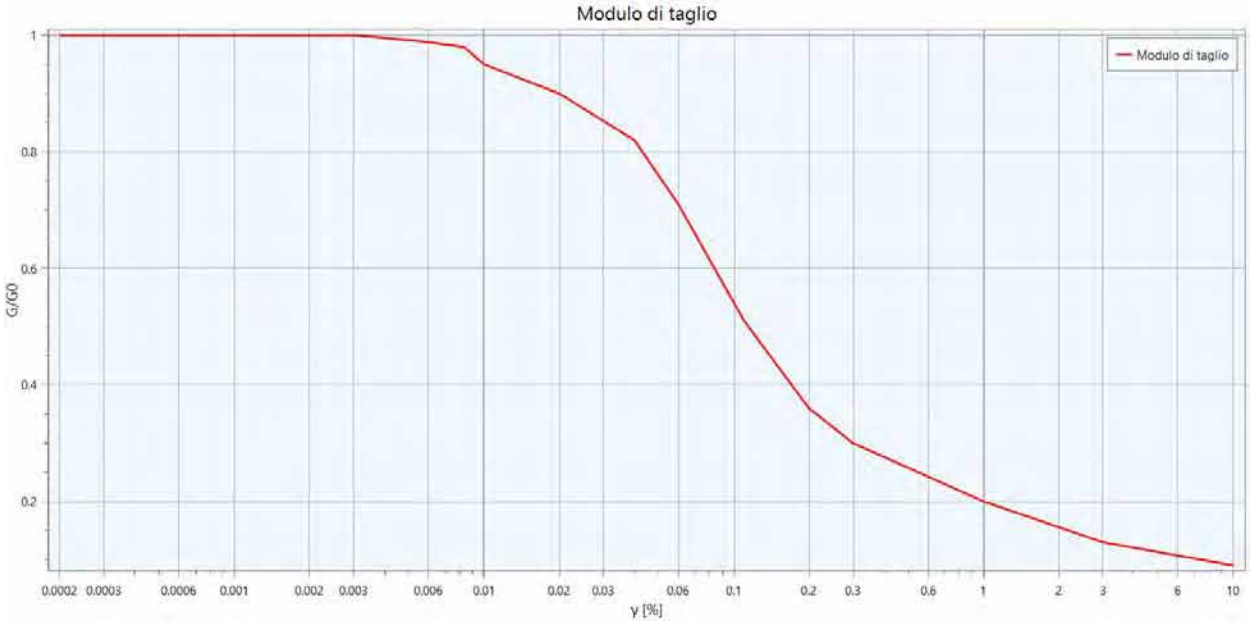
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

	Strato	Spessore [m]	ρ [Kg/m³]	Vs [m/s]	Ni	Modello geotecnico	Colore
1	**Strato (1)**	**6.00**	**1700.00**	**160.00**	**0.45**	**Argilla limosa RER 7.5m**	
2	Strato (2)	9.00	2000.00	395.00	0.35	Ghiaie_Yokota	
3	Strato (3)	8.00	1800.00	245.00	0.45	Clay Seed & Sun (1989)	
4	Strato (4)	7.00	2000.00	405.00	0.35	Ghiaie_Yokota	
5	Strato (5)	7.00	1800.00	300.00	0.45	Idriss (1990), Clay	
6	Strato (6)	8.00	2000.00	430.00	0.35	Ghiaie_Rollins	
7	Strato (7)	15.00	1800.00	360.00	0.40	Vucetic & Dobry, PI=15	
8	Strato (8)	22.00	2100.00	600.00	0.30	EPRI (93), 500-1000 ft	
9	Strato (9)	28.00	2100.00	680.00	0.30	EPRI (93), 500-1000 ft	

Per definire il comportamento non lineare dei terreni di fondazione sottoposti a carichi ciclici si è fatto riferimento, non avendo effettuate indagini dinamiche di laboratorio, a curve disponibili in letteratura sulle stesse tipologie di materiali e, ove disponibili, prelevate anche alle stesse profondità. In particolare per i tre strati in cui è stato discretizzato il terreno fino al bedrock sismico si sono utilizzate le seguenti curve di degrado dei materiali (in termini di Modulo di taglio e Fattore di smorzamento all'aumentare della deformazione):

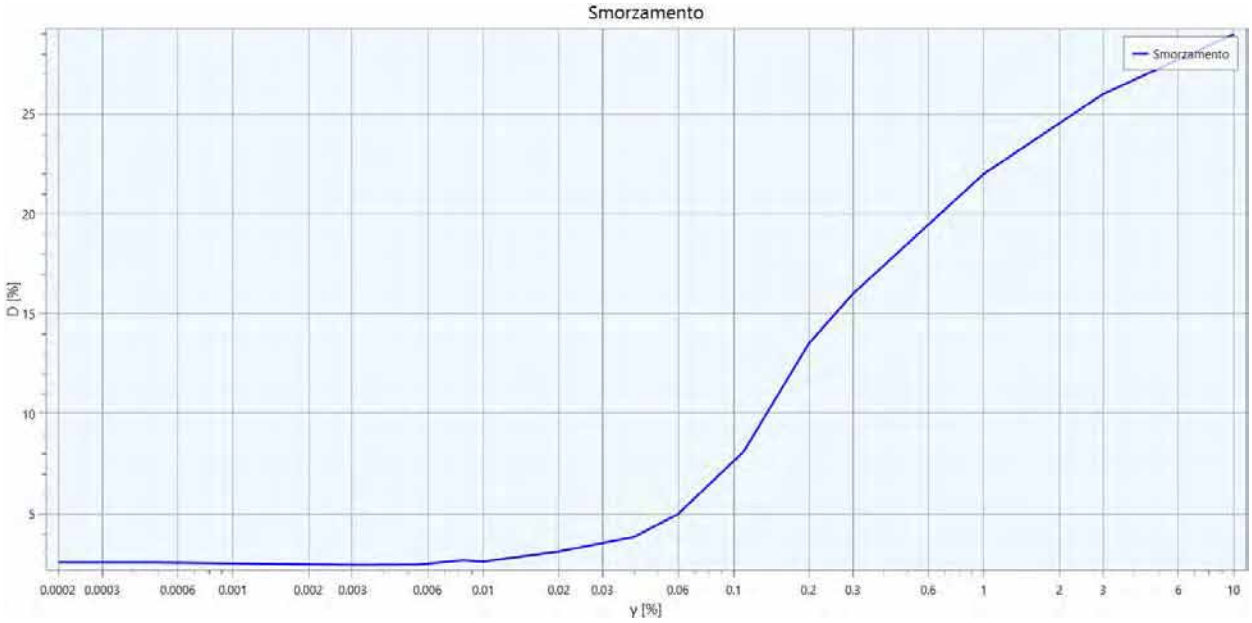
Materiale 1: Limo Argilloso e sabbioso

Modulo di taglio G



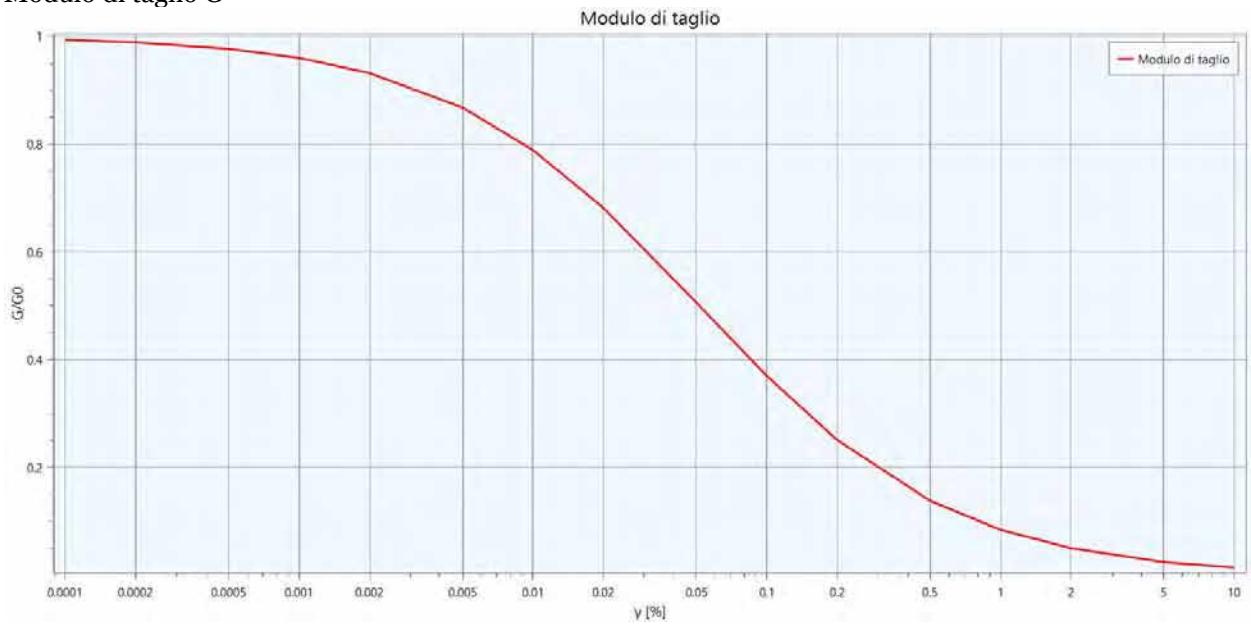
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento



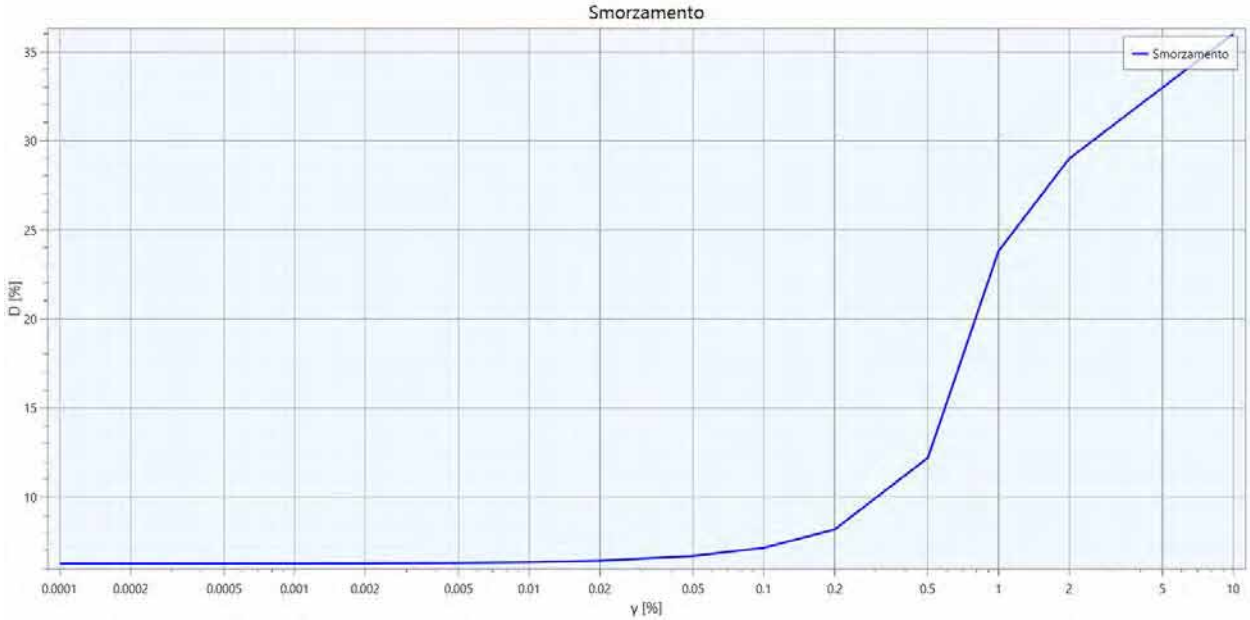
Materiale 2: Ghiaie

Modulo di taglio G



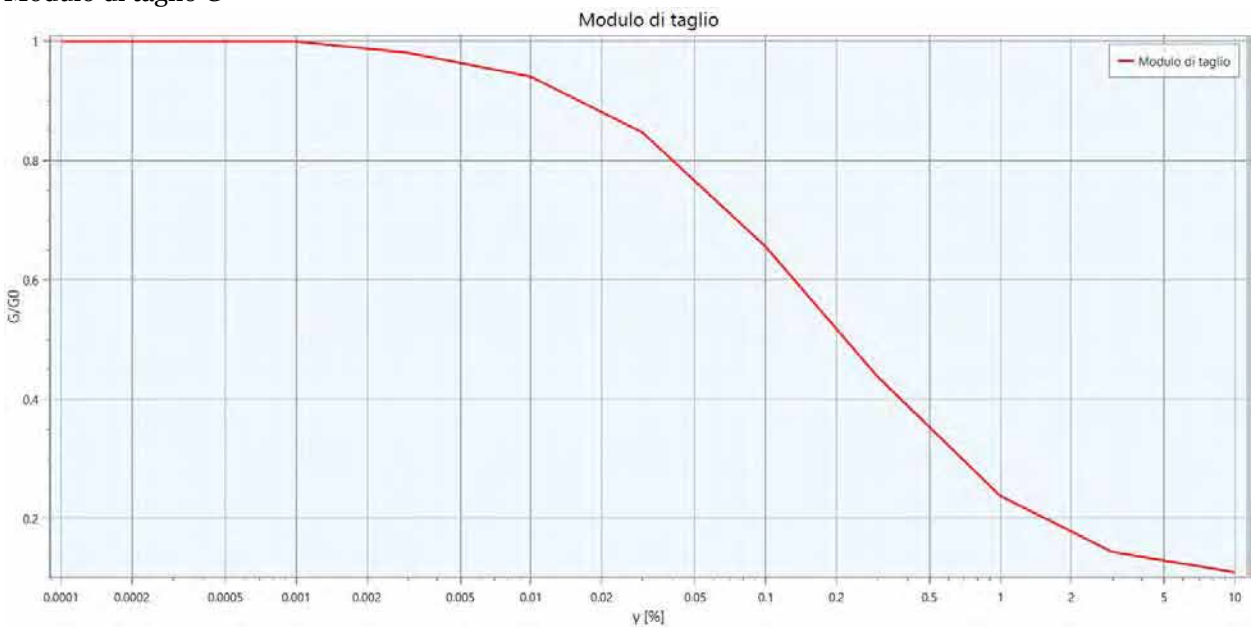
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



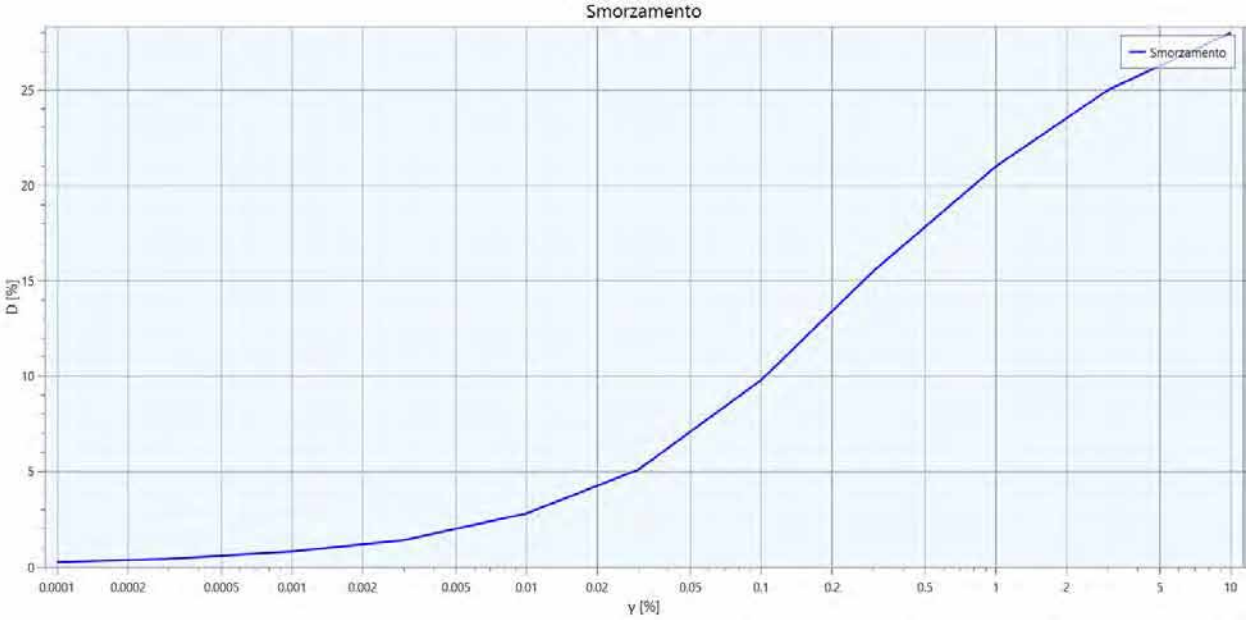
Materiale 3: Argille

Modulo di taglio G



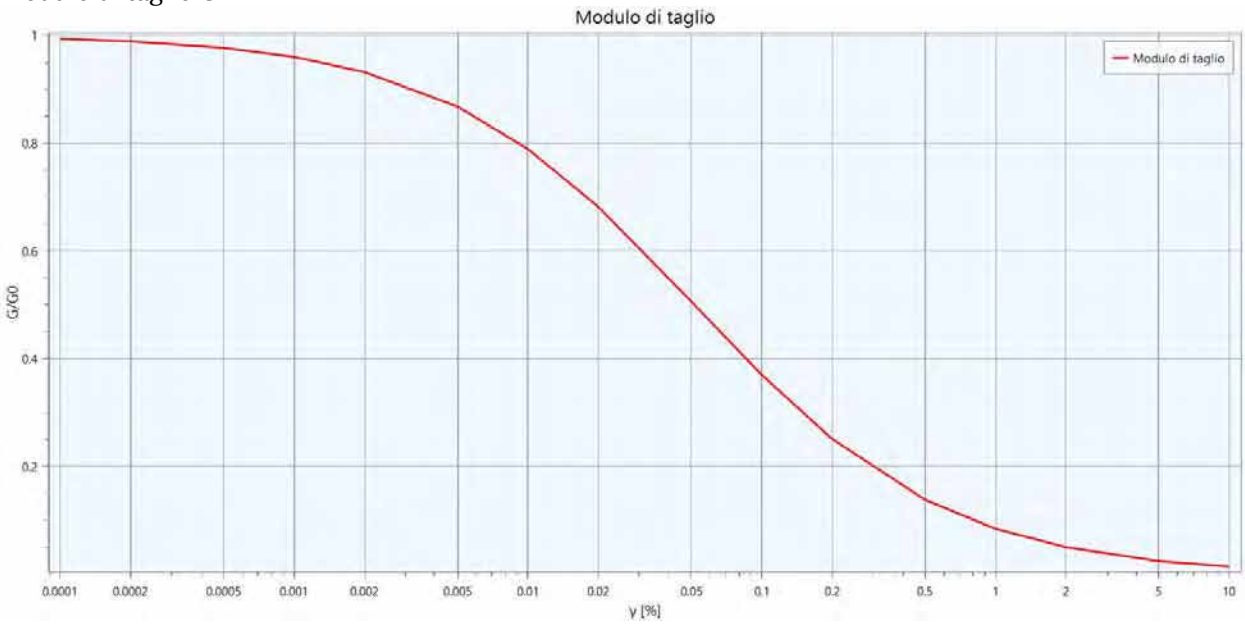
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



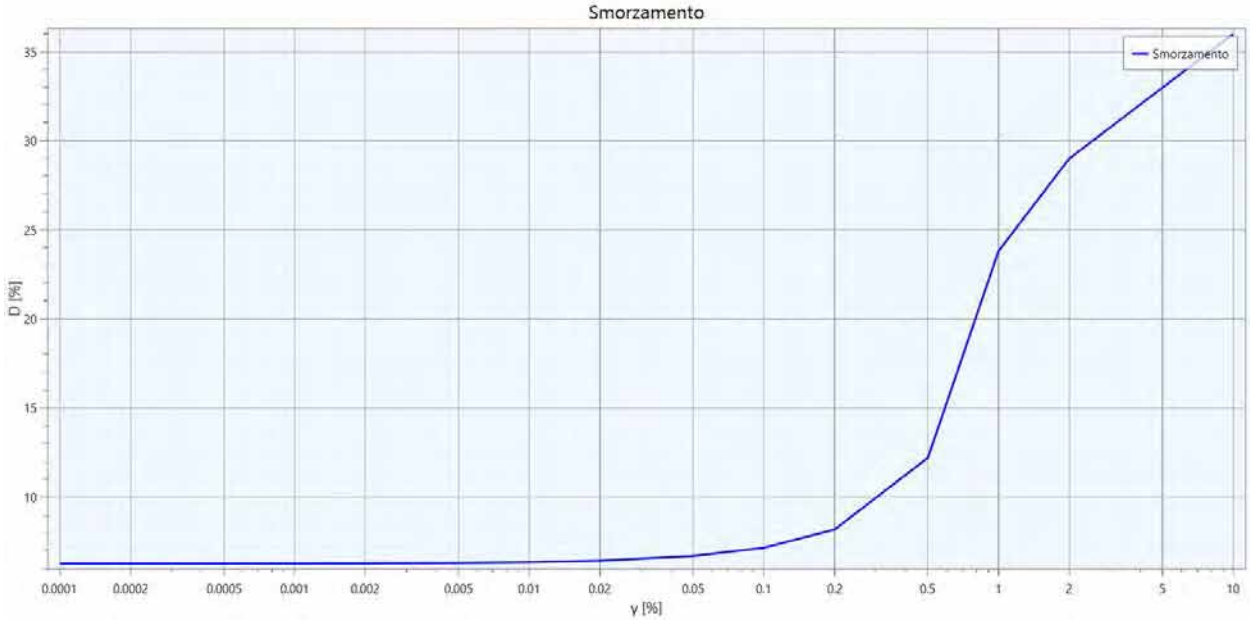
Materiale 4: Ghiaie

Modulo di taglio G



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D

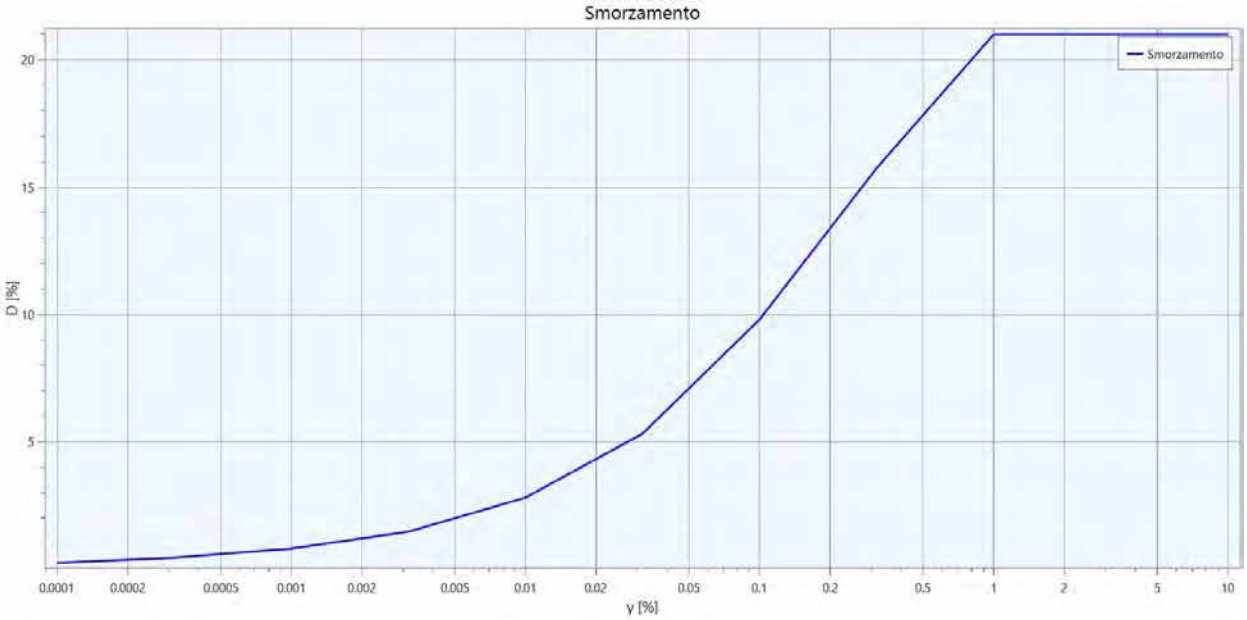


Materiale 5: Argille

Modulo di taglio G

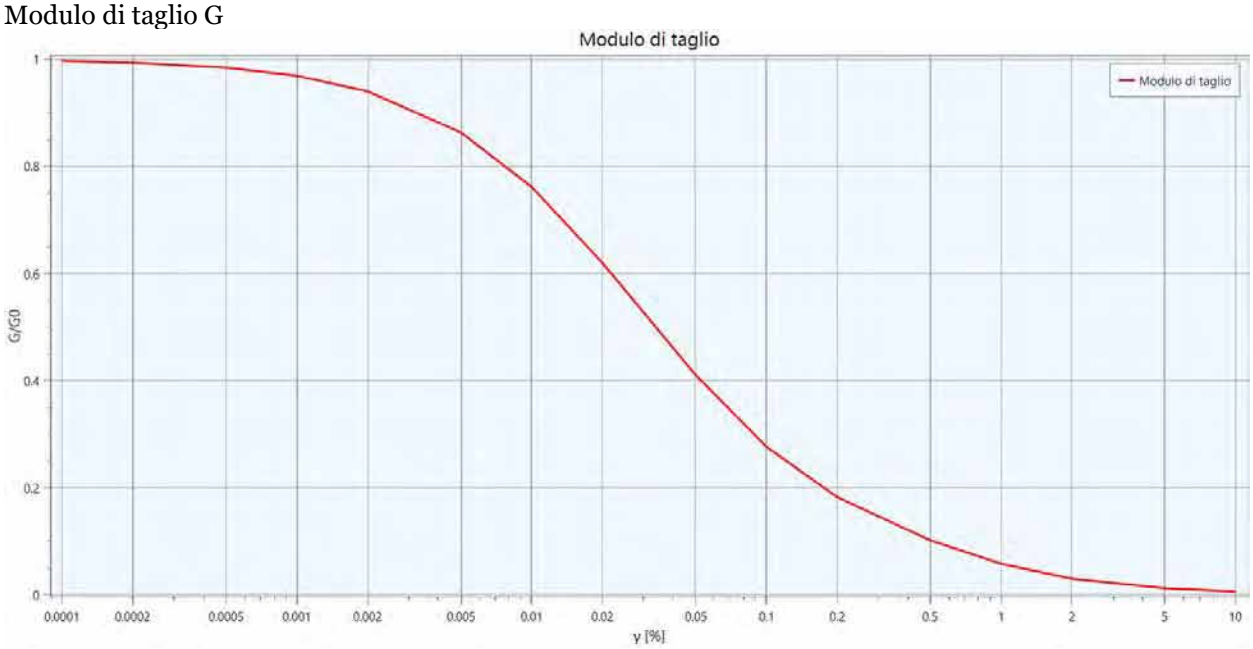
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



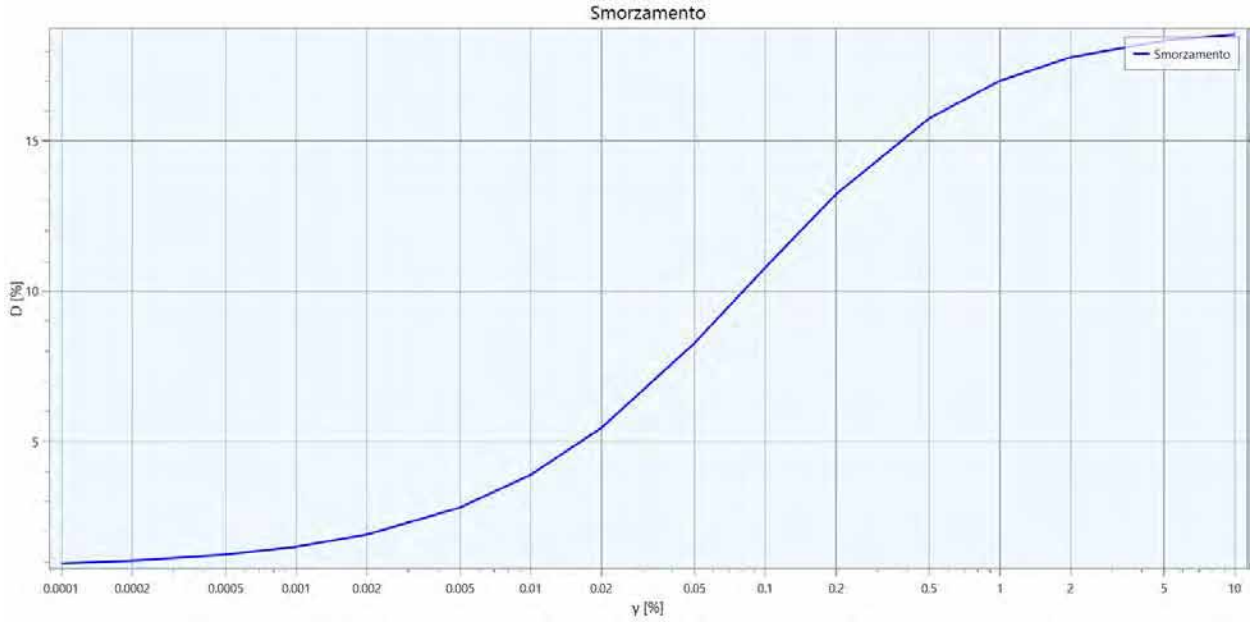
Materiale 6: Ghiaie

Modulo di taglio G



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D

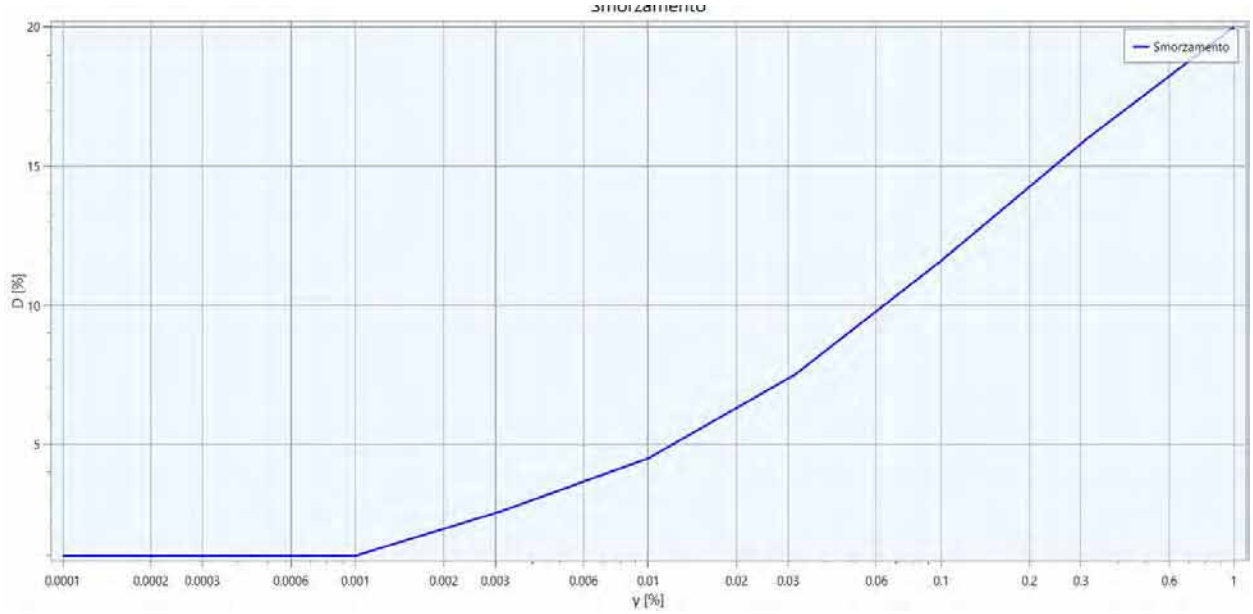


Materiale 7: Argille

Modulo di taglio G

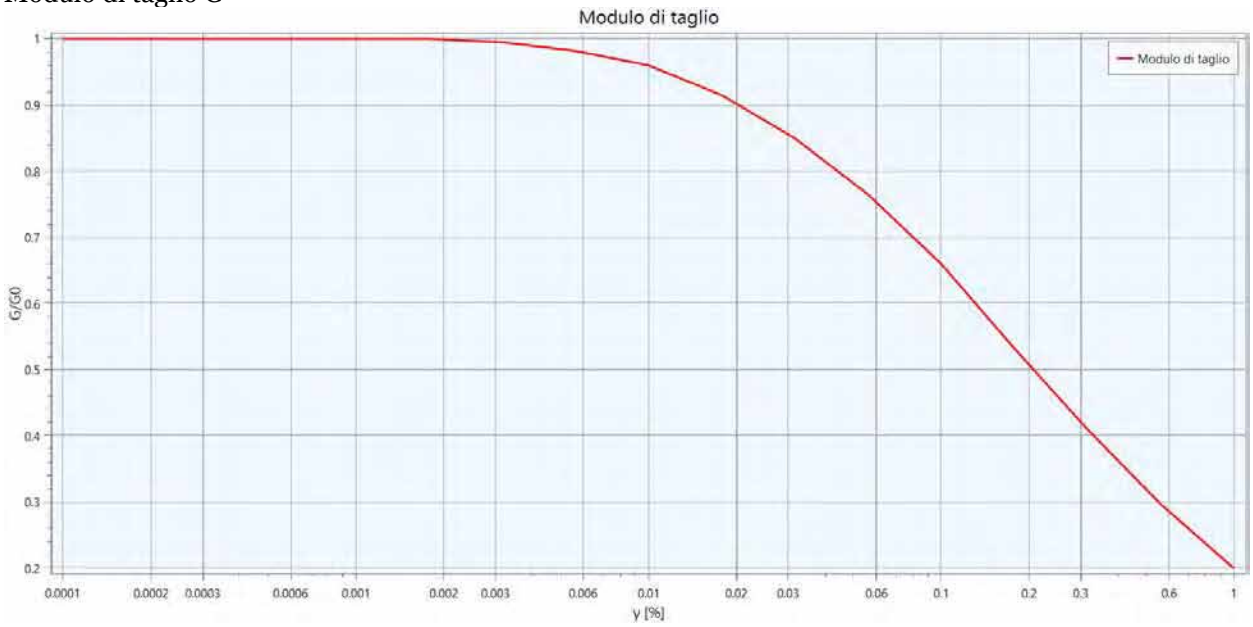
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



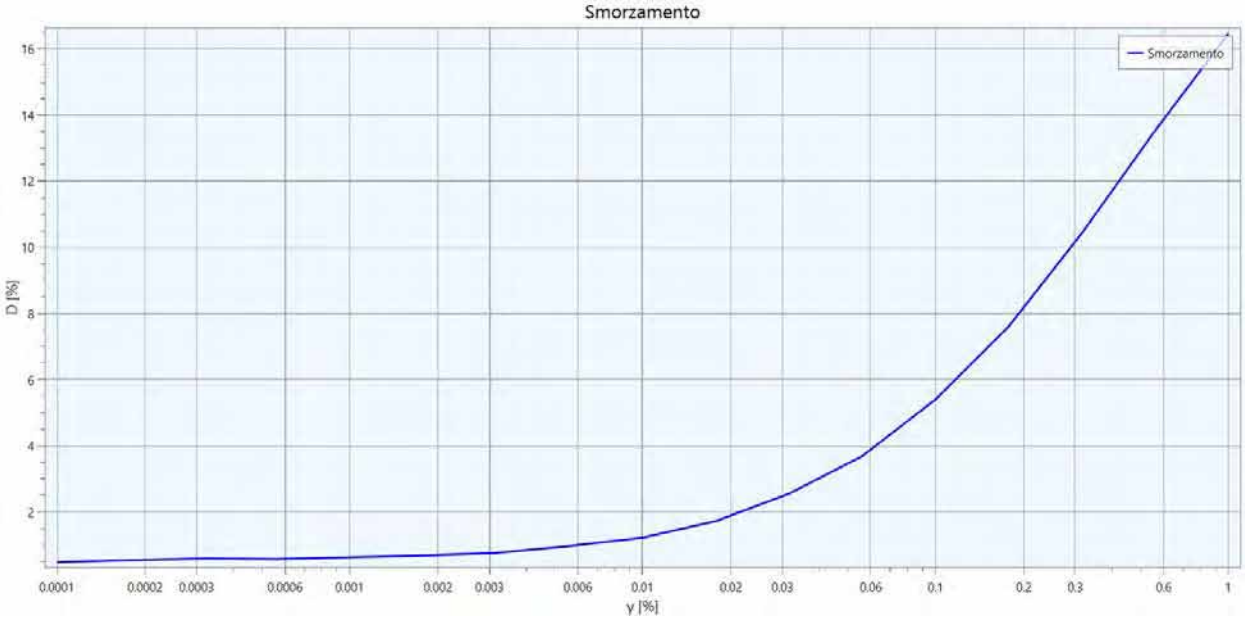
Materiale 8: Ghiaie

Modulo di taglio G



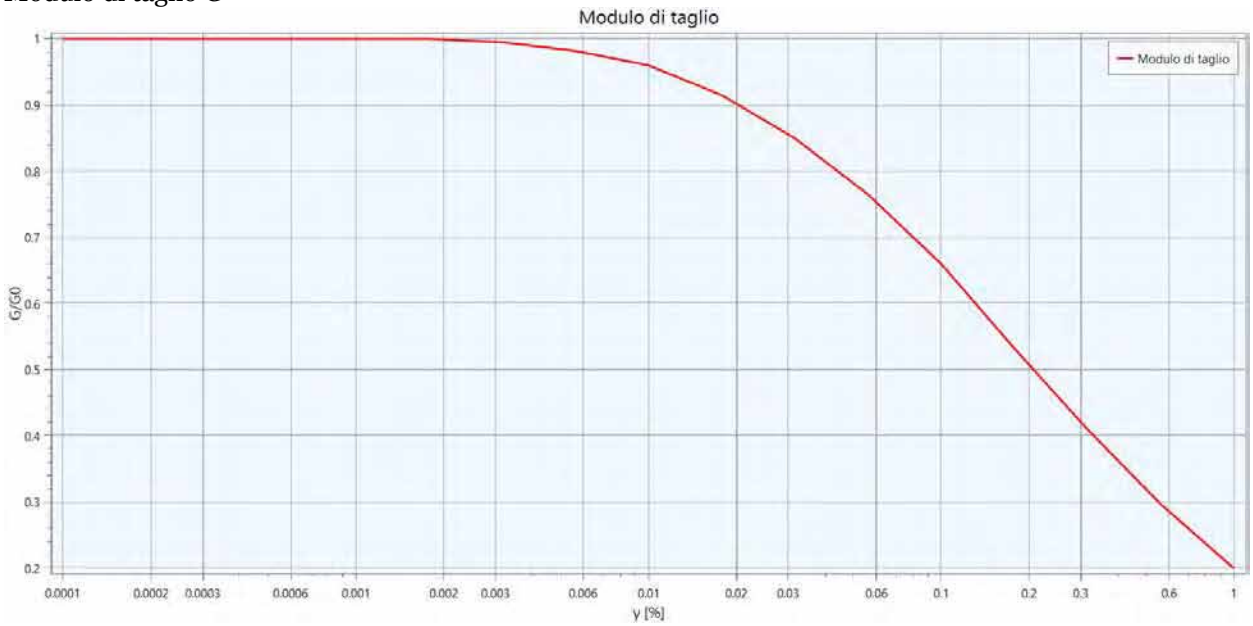
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



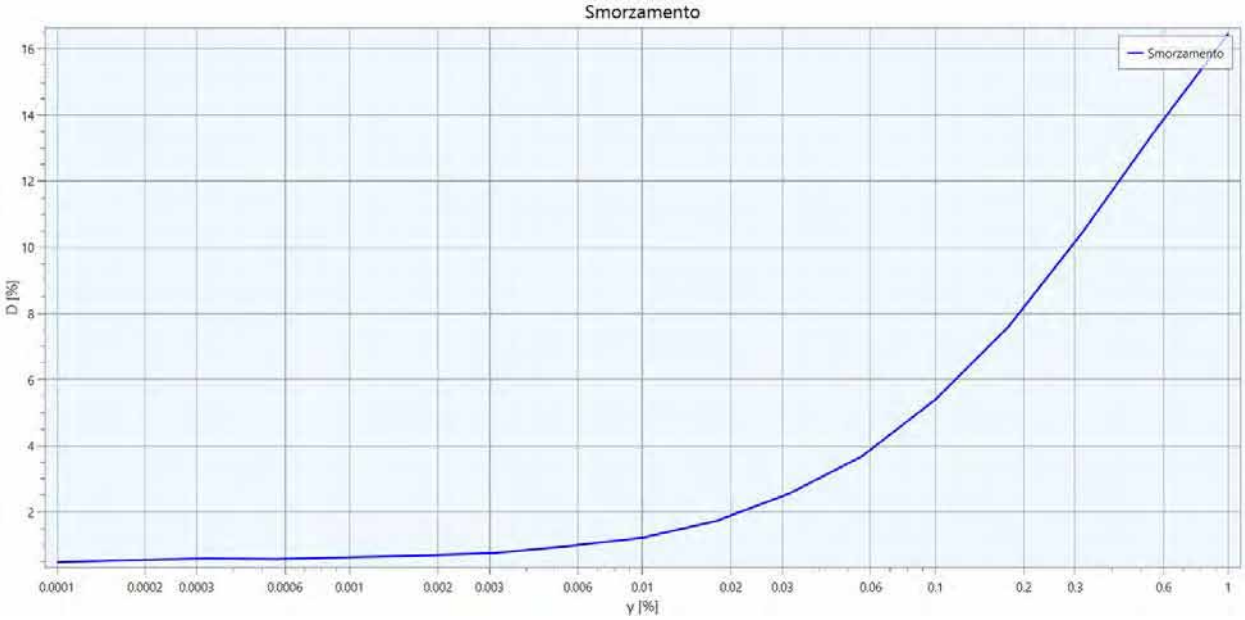
Materiale 9: Ghiaie

Modulo di taglio G



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



e3. Definizione del modello di calcolo

Il codice di calcolo adottato per le simulazioni numeriche è LSR2D - Stacec Srl. Tale codice consente di ottenere una soluzione numerica del problema di propagazione delle onde sismiche in un modello mono (1D) o bidimensionale (2D), il cui schema di analisi adottato è quello lineare equivalente nel dominio del tempo e le equazioni del moto vengono assemblate mediante il metodo degli elementi finiti nell'ipotesi di materiale viscoelastico in tensioni totali.
Nel modello bidimensionale (2D) il deposito viene discretizzato in una mesh di elementi di forma triangolare o quadrangolare, consentendo una efficace modellazione della variazione geometrica del contatto deposito-basamento, così come delle irregolarità della superficie topografica e dei contatti stratigrafici.
La scelta della griglia di calcolo rappresenta un punto fondamentale dell'analisi in quanto da essa dipende l'accuratezza della soluzione. In generale è possibile affermare che tanto più è fitta la mesh tanto più sarà accurata la soluzione, tuttavia una mesh troppo fitta fa aumentare notevolmente gli oneri computazionali; per contro una mesh troppo grossolana si traduce in un filtraggio delle componenti di alta frequenza poiché le piccole lunghezze d'onda non possono essere adeguatamente modellate da nodi troppo distanti tra loro. A tal proposito è stato scelto che la dimensione di ogni elemento non sia inferiore ad a 1/8 della più piccola lunghezza d'onda considerata nell'analisi:

$$p \leq \frac{1}{8}\frac{Vs}{f_{\max}}$$

dove Vs è la velocità di propagazione delle onde del materiale costituente l'elemento e $fmax$ è la massima frequenza considerata nell'analisi (in genere 20-25 Hz).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Il moto sismico di input $\ddot{u}b$ viene applicato simultaneamente a tutti i nodi della base sotto forma di onde trasversali SV e/o onde di compressione P (in plane motion) con direzione di propagazione verticale ed ha il significato fisico di un moto registrato su affioramento piano del basamento (outcropping bedrock). Per tenere conto della perdita di energia per radiazione alla base del modello sono presenti degli smorzatori viscosi lineari aventi costanti di smorzamento pari a:

$cx=\rho_b V_{S,b}$
$cy=\rho_b V_{P,b}$

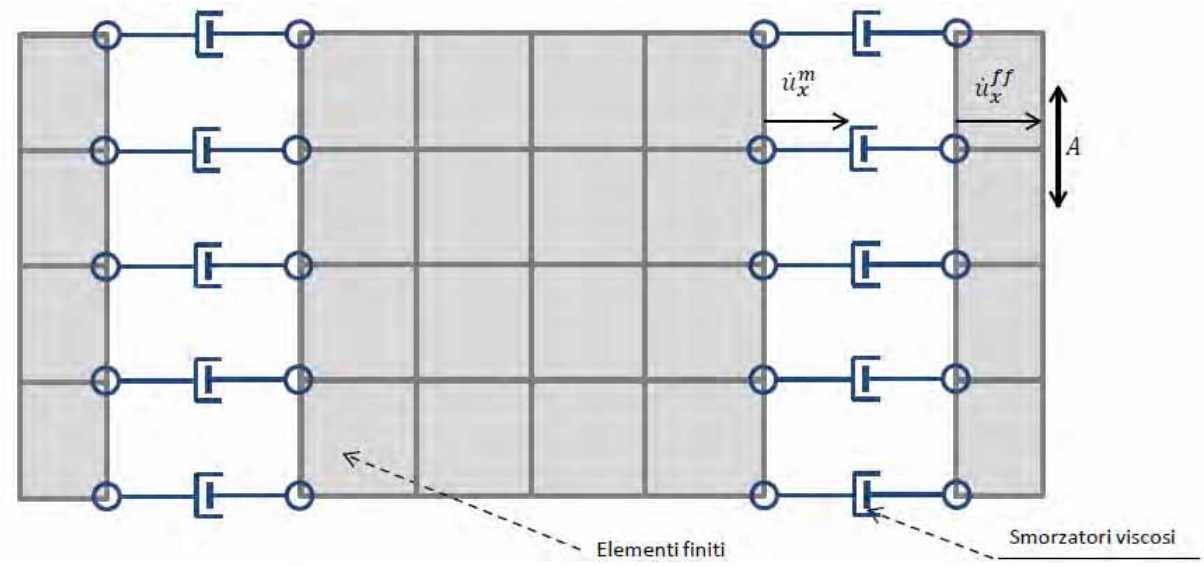
Nel sistema di equazioni globale tali coefficienti vengono assemblati all'interno della matrice di smorzamento $\boldsymbol{Cb}$.
Gli spostamenti in corrispondenza delle frontiere laterali del modello dovrebbero essere uguali a quelli di una colonna di terreno isolata in condizioni di campo libero. Se lo smorzamento del terreno è relativamente alto, tale condizione può essere raggiunta semplicemente allontanando di una certa distanza dalla regione di interesse le frontiere laterali ed assegnando delle restrizioni cinematiche nei confronti della componente verticale (condizione 1). Tuttavia, se lo smorzamento del terreno è basso la distanza necessaria per il raggiungimento della condizione desiderata risulta molto elevata, producendo un notevole incremento dei costi computazionali. Un metodo alternativo, è quello di "applicare" il moto di campo libero in modo tale che le frontiere agiscano come un sistema in grado di assorbire le onde riflesse che altrimenti verrebbero artificialmente reintrodotte nel modello. Nel codice LSR2D questo è implementato mediante l'accoppiamento di smorzatori viscosi tra i nodi delle frontiere laterali del modello e i nodi di opportune colonne di terreno monodimensionali (colonne free-field) in grado di descrivere il moto in condizioni di campo libero. Le coordinate dei nodi delle frontiere laterali del modello e delle colonne free-field sono uguali. È necessario, per il corretto funzionamento di tali condizioni al contorno, che le frontiere laterali del modello siano perfettamente verticali. Le forze interne agli smorzatori vengono ottenute mediante le seguenti equazioni:

$$F_x = -\rho V_p\left(\dot{u}_x^m - \dot{u}_x^{ff}\right) A \qquad (1)$$

$$F_y = -\rho V_s\left(\dot{u}_y^m - \dot{u}_y^{ff}\right) A \qquad (2)$$

- ρ: densità di massa del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- Vp: velocità delle onde P del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- Vs: velocità delle onde S del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- A: area di influenza relativa al nodo su cui agisce lo smorzatore;
- $\dot{u}xm$: velocità del nodo del modello in direzione x;
- $\dot{u}ym$: velocità del nodo del modello in direzione y;
- $\dot{u}xff$: velocità del nodo della colonna free-field in direzione x;
- $\dot{u}yff$: velocità del nodo della colonna free-field in direzione y.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



Le componenti della velocità dei nodi delle colonne laterali ad ogni istante di tempo vengono ottenute mediante una soluzione numerica monodimensionale a masse concentrate dell'equazione di propagazione delle onde. Tale soluzione è affidata ad un processo di calcolo che opera in parallelo rispetto a quello impiegato per la soluzione del modello principale. In altre parole, per il generico passo di integrazione temporale, vengono dapprima ottenute le componenti delle velocità delle colonne di campo libero attraverso la soluzione 1D, per poi essere convertite in carichi applicati al modello principale mediante le equazioni (1) e (2). Tali forze vengono assemblate all'interno del vettore $\boldsymbol{F}_{ff}(t)$ presente al secondo membro delle equazioni globali del moto.
Le risposta dissipativa del terreno viene modellata mediante il modello lineare viscoso e quindi, dal punto di vista matematico, attraverso la matrice di smorzamento globale $\boldsymbol{C_e}$. Essa viene ottenuta mediante una procedura di assemblaggio delle matrici locali di smorzamento degli elementi finiti presenti nel modello, le quali al loro volta sono ottenute mediante lo schema di smorzamento classico (alla Rayleigh). Per elemento i-esimo, questo prevede:

$$C_i = \alpha_{R,i} M_i + \beta_{R,i} K_i$$

dove $\alpha_{R,i}$ e $\beta_{R,i}$ sono i coefficienti di Rayleigh, M_i e K_i rispettivamente la matrice di massa e di rigidezza del singolo elemento finito.
I coefficienti di Rayleigh per il singolo elemento vengono determinati sulla base di due pulsazioni angolari globali ω_n e ω_m mediante le seguenti relazioni:

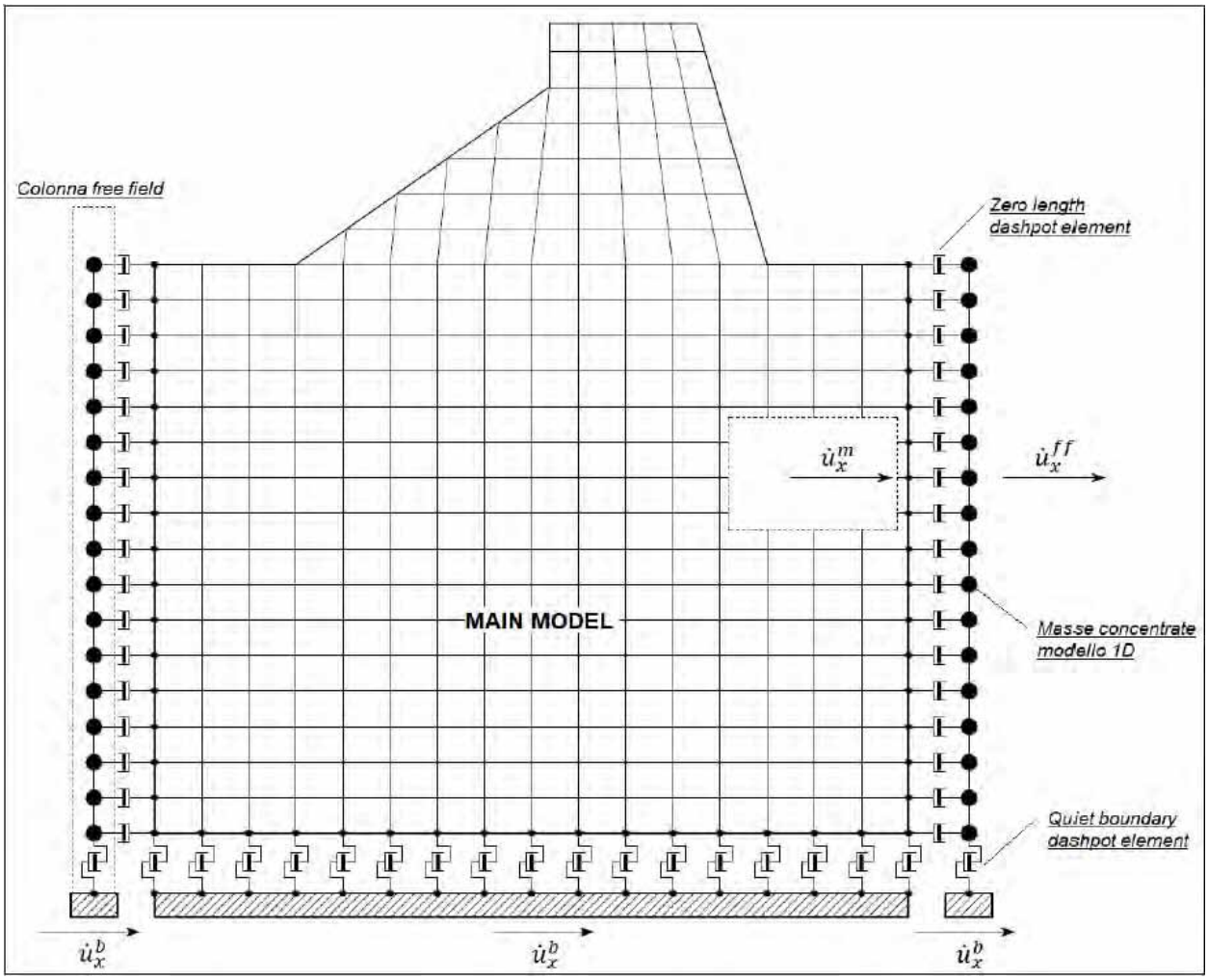
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

$$\alpha_{R,i} = \xi_i \frac{2\,\omega_n\,\omega_m}{\omega_n + \omega_m}$$

$$\beta_{R,i} = \xi_i \frac{2}{\omega_n + \omega_m}$$

dove:
- ξ_i: rapporto di smorzamento viscoso dell'i-esimo elemento finito;
- ω_n: prima frequenza naturale circolare dell'intero deposito (calcolata mediante analisi modale dal solutore);
- $\omega_m = n\ \omega_n$: essendo n l'intero dispari che approssima per eccesso il rapporto tra la frequenza predominante dell'input sismico ω_I e la frequenza ω_n.

La schematizzazione del modello agli elementi finiti adottato dal codice di calcolo LSR2D è riportata nella figura sottostante,



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

l'equilibrio dinamico globale per tale sistema può essere espresso mediante la seguente relazione:

$$\boldsymbol{M}\,\ddot{\boldsymbol{u}} + (\boldsymbol{C_e} + \boldsymbol{C_b})\dot{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{K}\boldsymbol{u} = -\boldsymbol{M}\boldsymbol{I_x}\,\ddot{u}_{b,x}(t) - \boldsymbol{M}\boldsymbol{I_y}\,\ddot{u}_{b,y}(t) + \boldsymbol{F}_{ff}(t)$$

dove:
- $\boldsymbol{M}$: matrice di massa globale del sistema;
- $\boldsymbol{C_e}$: matrice di smorzamento globale del sistema relativa agli elementi finiti;
- $\boldsymbol{C_b}$: matrice di smorzamento globale del sistema relativa agli smorzatori viscosi presenti alla base del modello;
- $\boldsymbol{K}$: matrice di rigidezza globale del sistema;
- $\ddot{\boldsymbol{u}}$: vettore delle accelerazioni globali del sistema;
- $\dot{\boldsymbol{u}}$: vettore delle velocità globali del sistema;
- $\boldsymbol{u}$: vettore degli spostamenti globali del sistema;
- $\boldsymbol{I_x}$: vettore globale di trascinamento in direzione orizzontale;
- $\boldsymbol{I_y}$: vettore globale di trascinamento in direzione verticale;
- $\ddot{u}b,x(t)$: storia temporale in direzione orizzontale dell'accelerazione in input;
- $\ddot{u}b,y(t)$: storia temporale in direzione verticale dell'accelerazione in input;
- $\boldsymbol{F}_{ff}(t)$: forze dinamiche dovute alle condizioni free-field.

La soluzione delle equazioni del moto all'*n*-simo istante di tempo viene ottenuta mediante un algoritmo di integrazione diretta nel dominio del tempo (metodo di Newmark). I metodi di integrazione facenti parti della famiglia dei metodi di Newmark si basano sulle seguenti espressioni:

$$\dot{u}_n = \dot{u}_{n-1} + \Delta t[(1-\gamma)\ddot{u}_{n-1} + \gamma\,\ddot{u}_n]$$

$$u_n = u_{n-1} + \Delta t\,\dot{u}_{n-1} + \frac{\Delta t^2}{2}[(1-2\beta)\ddot{u}_{n-1} + 2\ddot{u}_n]$$

Nel codice di calcolo LSR2D viene utilizzato il metodo CAA (Constant Average Acceleration Method) che risulta incondizionatamente stabile e non introdurre alcun damping numerico nella soluzione [Hughes, 1987]. In tal caso i coefficienti del γ e β valgono rispettivamente 0.5 e 0.25.
Riscrivendo l'equazione del moto nella seguente forma:

$$M\,\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = p$$

l'algoritmo di soluzione numerica viene di seguito illustrato.
Note le condizioni iniziali in termini di spostamento e di velocità, si determina l'accelerazione iniziale attraverso la relazione:

$$\ddot{u}_0 = M^{-1}(p_0 - C\dot{u}_0 - Ku_0)$$

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Assegnata l'ampiezza Δt dell'intervallo di integrazione, si calcolano le seguenti costanti:

$$\widehat{K} = \frac{1}{\beta \Delta t^2} M + \frac{\gamma}{\beta \Delta t} C + K; \qquad A = \frac{1}{\beta \Delta t} M + \frac{\gamma}{\beta} C; \qquad B = \frac{1}{2\beta} M + \Delta t \left(\frac{\gamma}{2\beta} - 1\right) C$$

Per ogni intervallo di integrazione si calcolano le quantità:

$$\Delta \hat{p}_n = \Delta p_n + A \dot{u}_n + B \ddot{u}_n; \qquad \Delta u_n = \frac{\Delta \hat{p}_n}{\widehat{K}}$$

$$\Delta \dot{u}_n = \frac{\gamma}{\beta \Delta t} \Delta u_n - \frac{\gamma}{\beta} \dot{u}_n - \Delta t \left(\frac{\gamma}{2\beta} - 1\right) \ddot{u}_n; \qquad \Delta \ddot{u}_n = \frac{1}{\beta \Delta t^2} \Delta u_n - \frac{1}{\beta \Delta t} \dot{u}_n - \frac{1}{2\beta} \ddot{u}_n$$

da cui si ottiene:

$$u_{n+1} = u_n + \Delta u_n; \qquad \dot{u}_{n+1} = \dot{u}_n + \Delta \dot{u}_n; \qquad \ddot{u}_{n+1} = \ddot{u}_n + \Delta \ddot{u}_n$$

Sostituendo n con n+1, si ripete il procedimento per il successivo intervallo di integrazione, e così via per tutti gli istanti di tempo.
Nel modello monodimensionale (1D), qui adottato, il deposito è rappresentato da una colonna di terreno utilizzando un modello di propagazione lineare delle onde, con proprietà dinamiche del terreno variabili in funzione del livello deformativo. Si basa anch'esso sul codice SHAKE ed è possibile eseguire analisi lineari elastiche, dove le proprietà del terreno sono mantenute costanti, oppure analisi equivalenti lineari dove le proprietà elastiche e lo smorzamento vengono fatte variare a seconda della curva di decadimento del terreno scelto. Il codice di calcolo non permette di eseguire analisi non lineari ed inoltre lavora esclusivamente in termini di tensioni totali.
Il comportamento meccanico dei terreni sotto l'effetto di carichi ciclici ad elevata frequenza è alquanto complesso e caratterizzato da marcata non linearità, accumulo di deformazioni permanenti, dissipazione di energia e degradazione progressiva delle caratteristiche meccaniche per effetto del numero di cicli di carico applicati. In presenza di fluido interstiziale, alle suddette problematiche si aggiunge l'accumulo di sovrappressioni interstiziali in condizioni di drenaggio impedito o parziale, che sono comunque le più frequenti, in considerazione della velocità di applicazione del carico.
La modellazione di tali fenomeni richiede l'utilizzo di legami costitutivi complessi, che oltretutto difficilmente riescono a riprodurre simultaneamente tutte le specificità del comportamento dei terreni. Per tale ragione spesso si preferisce fare riferimento a modelli costitutivi semplificati che, pur non essendo rigorosi, riescono a riprodurre il comportamento in modo adeguato in riferimento alla specifica applicazione.
In particolare, per quanto riguarda la risposta sismica dei depositi, l'approccio visco-elastico lineare equivalente rappresenta un valido compromesso tra semplificazione delle analisi ed accuratezza dei risultati. La strategia consiste sostanzialmente nel fare riferimento alle soluzioni visco-elastiche lineari per la propagazione delle onde sismiche adeguando in modo iterativo i parametri costitutivi in funzione del livello deformativo indotto dal moto sismico nel terreno.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Tale modello lineare equivalente, studia il comportamento tra tensione e deformazione del terreno basandosi sul modello di Kelvin-Voigt, illustrato in figura sottostante. La tensione τ dipende dalla deformazione γ e dalla sua derivata γ', secondo la relazione:

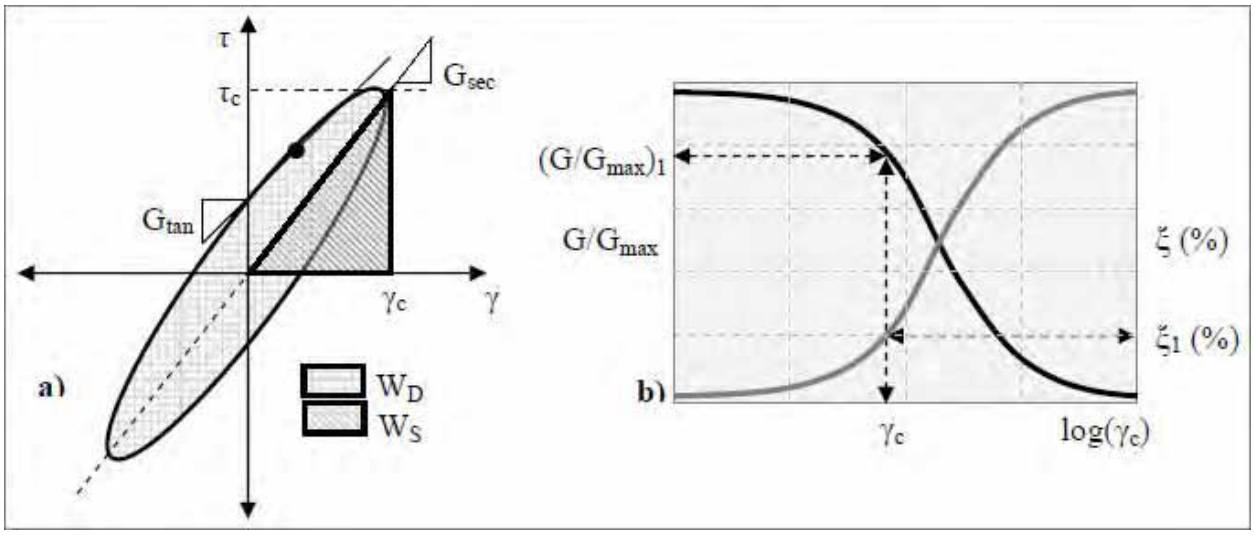
$$\tau = G\,\gamma + \eta\,\dot{\gamma}$$

dove:

- G : Modulo di taglio;
- η : viscosità del mezzo.

Il comportamento non lineare del terreno, durante un ciclo di carico, viene approssimato per come mostrato in figura. Il modulo di taglio equivalente, G, è preso considerando il modulo di taglio secante Gs. È possibile notare come alla fine di un ciclo controllato e simmetrico di tensioni si ha:

$$G_s = \frac{\tau_c}{\gamma_c}$$



Modello lineare equivalente; a) ciclo di isteresi; b)curve di non linearità

La curva Gs- γ non può avere una forma arbitraria ma deriva dalla curva τ - γ e sussiste seguente relazione:

$$\frac{d\tau}{d\gamma} = G_s(\gamma) + \frac{dG_s}{d\gamma}\,\gamma \geq 0$$

La descrizione del comportamento meccanico dei terreni nei confronti dei carichi ciclici non può peraltro prescindere dalla dissipazione intrinseca di energia che si verifica durante i cicli di carico-scarico. Il parametro di riferimento a tal riguardo è costituito dal coefficiente di smorzamento D, definito come:

$$D = \frac{1}{4\,\pi}\,\frac{\Delta W^{dissp}}{W^{max}}$$

dove:

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

ΔW^{dissp}: quantità di energia dissipata, per unità di volume, dal terreno durante un ciclo di carico armonico;
W^{max} : massima energia di deformazione, per unità di volume, immagazzinata dal terreno durante lo stesso ciclo di carico armonico.

In definitiva la risposta non lineare del terreno tramite il modello viscoelastico lineare equivalente viene riassunta mediante delle curve di riduzione del modulo di taglio e di incremento del rapporto di smorzamento
La procedura iterativa che consente di ottenere la risposta non lineare del sistema consiste nell'eseguire una sequenza di analisi lineari, con aggiornamento iterativo dei parametri di rigidezza e smorzamento, fino al raggiungimento di un prefissato criterio di convergenza. Facendo riferimento alla stratigrafia inserita, lo schema della procedura iterativa su cui è basato il modello lineare equivalente, da applicare ad ogni strato in cui è stato discretizzato il profilo stratigrafico:

1) definizione di curve $G=G(\gamma)$ e $D=D(\gamma)$ per i diversi strati;

2) inizializzazione dei valori del modulo di taglio e del fattore di smorzamento ai livelli di piccole deformazioni (G_0 e D_0);

3) calcolo della risposta dinamica del suolo e valutazione della deformazione massima a taglio in ogni strato;

4) aggiornamento dei valori $G_1=G(\gamma_1)$ e $D_1=D(\gamma_1)$;

5) iterazione dei passi 3 e 4 fino a convergenza ($\gamma_{i-1} \sim \gamma_i$).

Il programma permette di ricavare diversi dati di output come lo spettro di risposta in termini di accelerazione, velocità e spostamento in superficie, deformazioni e sforzi di taglio e molti altri dati utili allo svolgimento dell'analisi sismica locale.
In base agli output di interesse definiti nella scheda precedente il programma restituisce i risultati dell'analisi, sia in versione grafica che tabulare.

e4. Definizione del moto di input (scelta delle azioni sismiche)

Sulla base delle indicazioni fornite ai paragrafi 3.2.3.6 e 7.11.3.1 contenute nelle NTC 18 si è provveduto ad utilizzare accelerogrammi naturali (il numero minimo che consente di far riferimento ai valori medi dei risultati) selezionati da banche accelerometriche digitali imponendo i criteri di scelta e spettro-compatibilità imposti dalle NTC 18.
Per la selezione delle combinazioni degli accelerogrammi naturali compatibili con gli spettri da normativa si è utilizzato il programma REXEL versione 3.5, sviluppato dall'Università degli Studi di Napoli Federico II (http://www.reluis.it/).
Gli accelerogrammi selezionati sono stati tutti registrati su siti rocciosi affioranti e sono caratterizzati da valori di magnitudo e distanza epicentrale così caratterizzati:

- Magnitudo momento: $5 < Mw < 6.5$;
- Distanza epicentrale (Repi): Repi < 20 Km;

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

- Sito di registrazione: sottosuolo di categoria A (Vs > 800 m/s);

La tolleranza adottata sui valori di distanza è tipicamente maggiore di quella sui valori di magnitudo, poiché quest'ultima ha un' influenza maggiore sulle caratteristiche del moto sismico.
L'altro criterio importante e restrittivo adottato per la selezione degli accelerogrammi reali è quello della spettro-compatibilità. Gli accelerogrammi selezionati per il sito in esame sono spettro-compatibili, in media, con lo spettro di risposta elastico su suolo di categoria A prescritto dalle NTC 18 per il periodo di ritorno di 712 anni, nell'intervallo di periodo specificato (fino a 2 secondi). Al fine di ottenere la spettro-compatibilità, gli accelerogrammi selezionati sono stati tutti scalati linearmente al valore di accelerazione di picco prescritta dalle NTC 18 per il sito in oggetto. Le componenti orizzontali degli accelerogrammi utilizzati nelle analisi, il confronto tra i corrispondenti spettri, lo spettro medio e lo spettro di normativa delle NTC 18 sono illustrati nelle figure sottostanti.

DB - ITACA 2.3

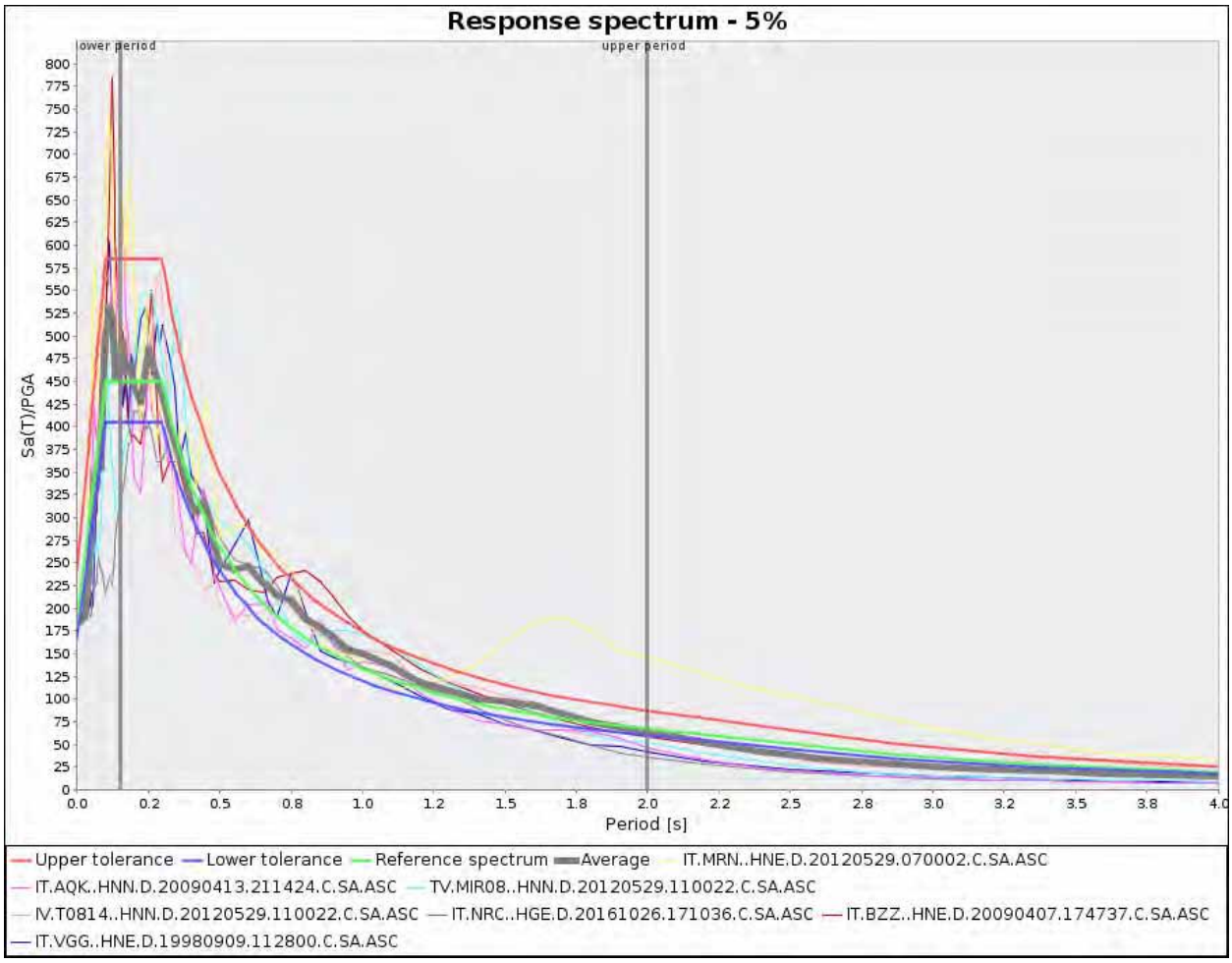
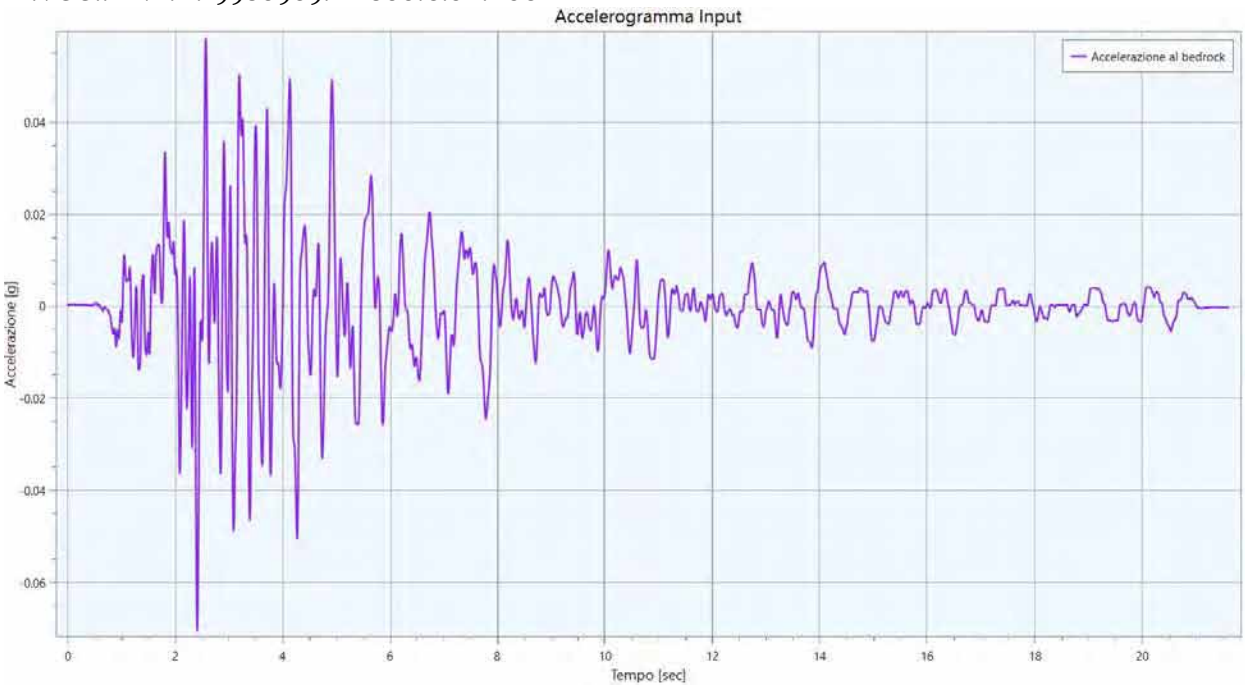


Figura: Spettro-compatibilità tra lo spettro medio (Average spectrum), ottenuto da 7 registrazioni accelerometriche naturali (componente orizzontale), e lo spettro risposta elastico (Target spectrum) per il sito in oggetto.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

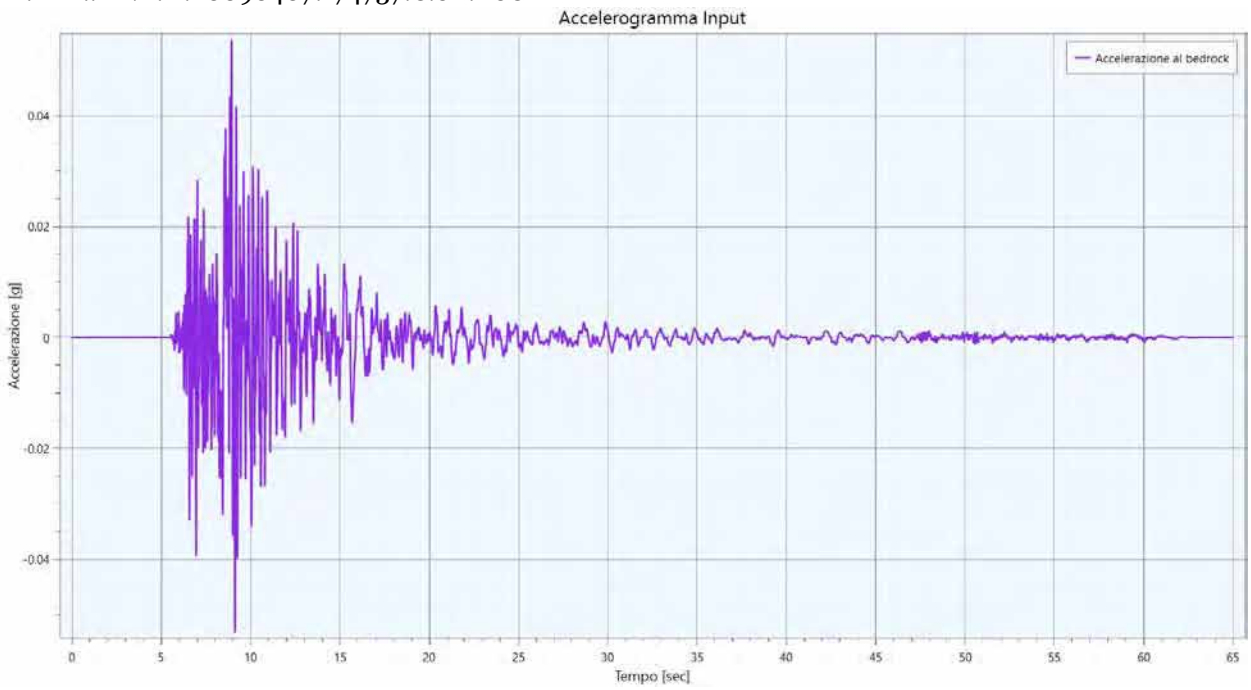
Nella scelta si è altresì cercato di accostare segnali con forme differenti, sia a componente impulsiva che vibratoria (più ricca nelle basse frequenze) e con altrettanto differenti caratteristiche di durata (aspetto fortemente dipendente dalla distanza nonché da fattori geologici e sismogenetici) nonché di frequenza fondamentale. In tal senso l'Intensità di Arias (Ia cm/s), oltre agli altri parametri, è stato utilizzata come indicatore per valutare il contenuto energetico rappresentativo di ciascun segnale.
Si riportano di seguito gli accelerogrammi di input:

Scaled records and corresponding scale factors
==========
IT.VGG..HNE.D.19980909.112800.C.SA.ASC 2.687
IT.BZZ..HNE.D.20090407.174737.C.SA.ASC 3.493
IT.NRC..HGE.D.20161026.171036.C.SA.ASC 0.630
IV.T0814..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC 2.028
TV.MIR08..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC 2.270
IT.AQK..HNN.D.20090413.211424.C.SA.ASC 9.331
IT.MRN..HNE.D.20120529.070002.C.SA.ASC 0.845
IT.VGG..HNE.D.19980909.112800.C.SA.ASC

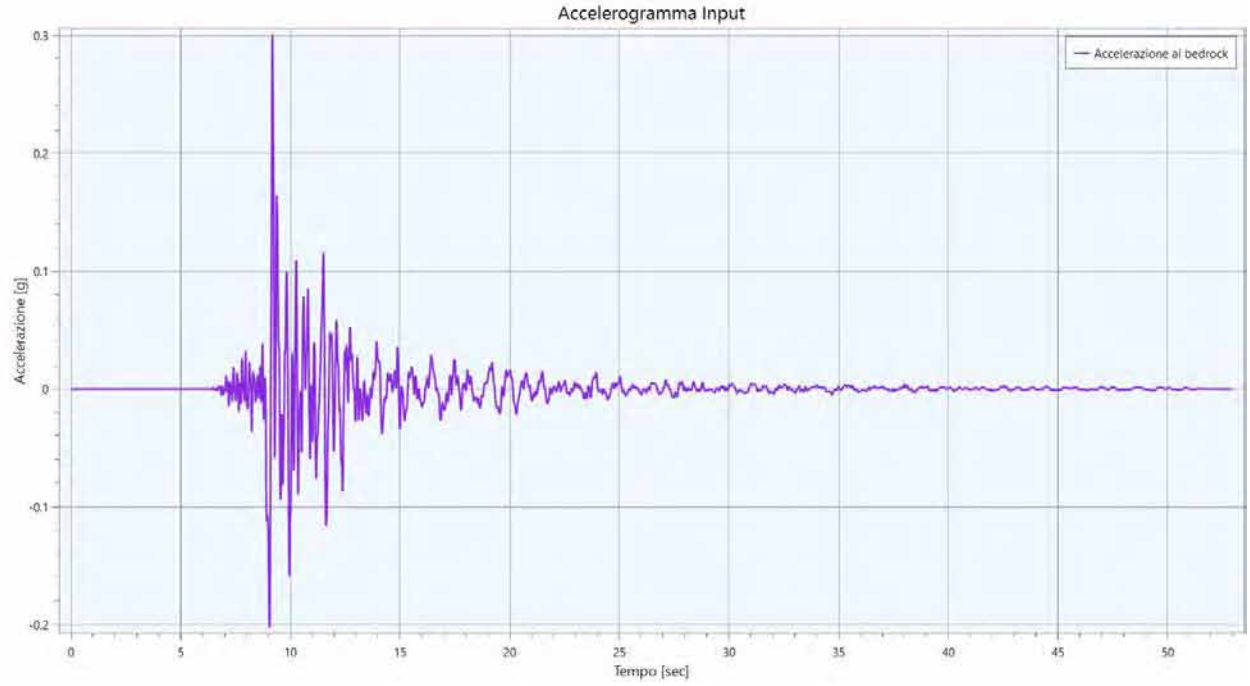


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

IT.BZZ..HNE.D.20090407.174737.C.SA.ASC

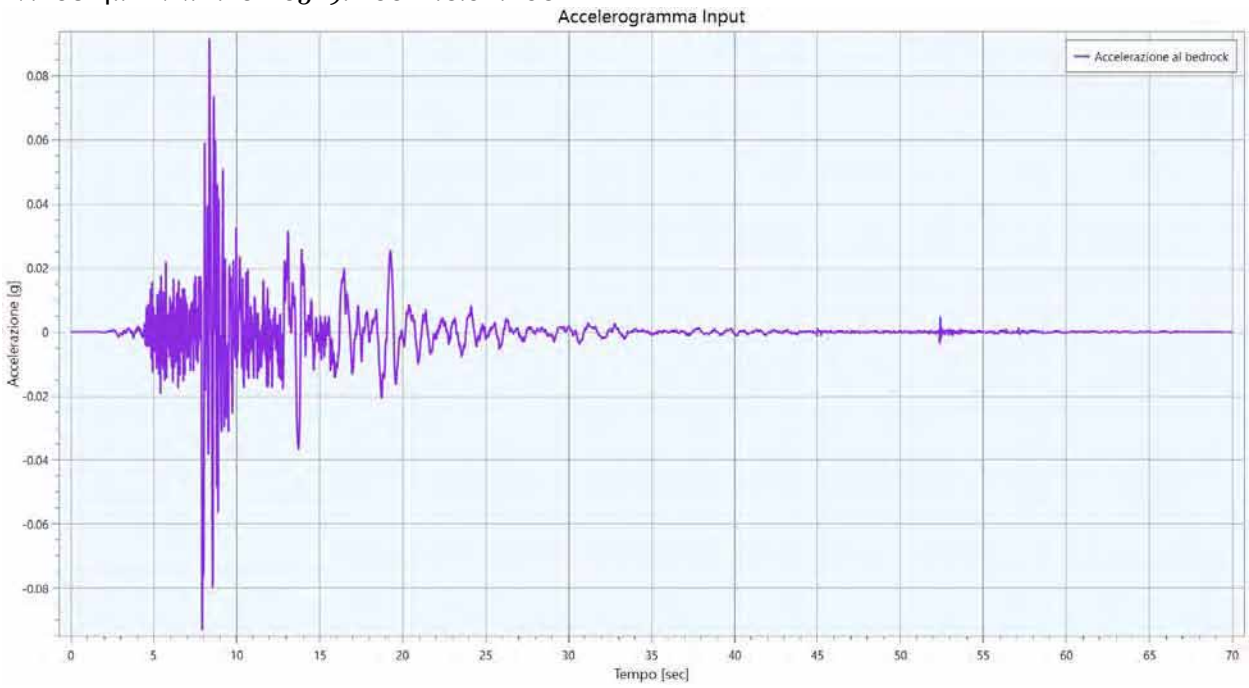


IT.NRC..HGE.D.20161026.171036.C.SA.ASC

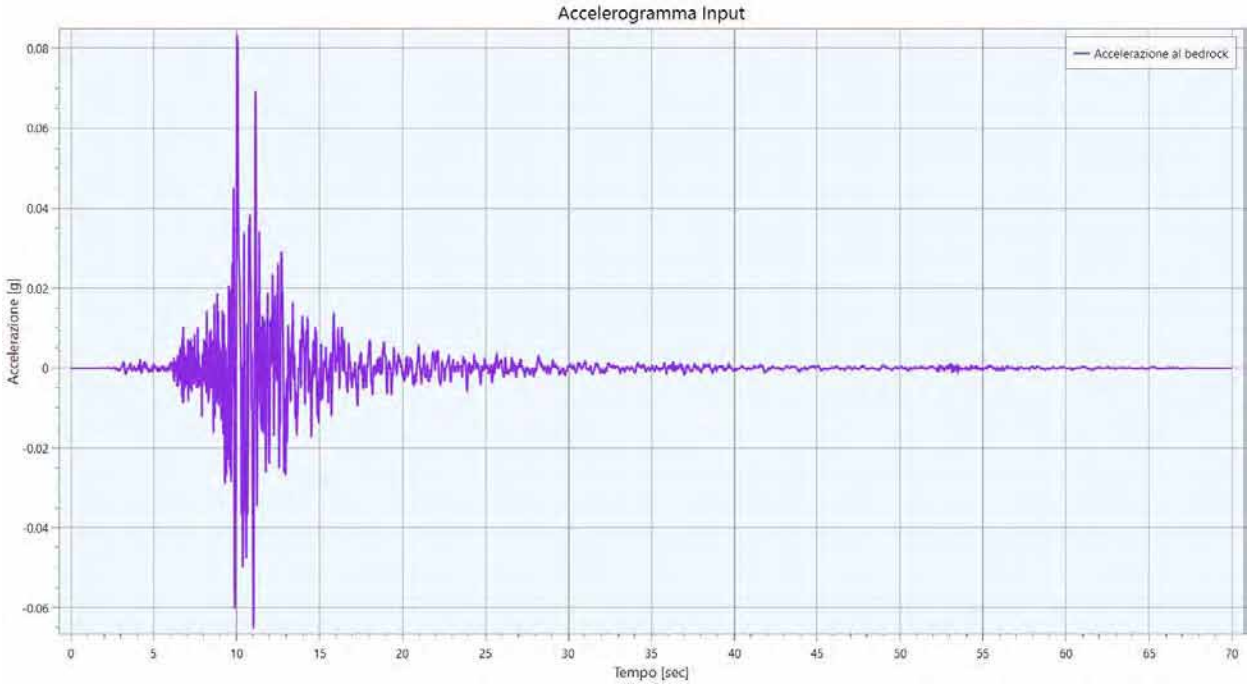


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

IV.T0814..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC

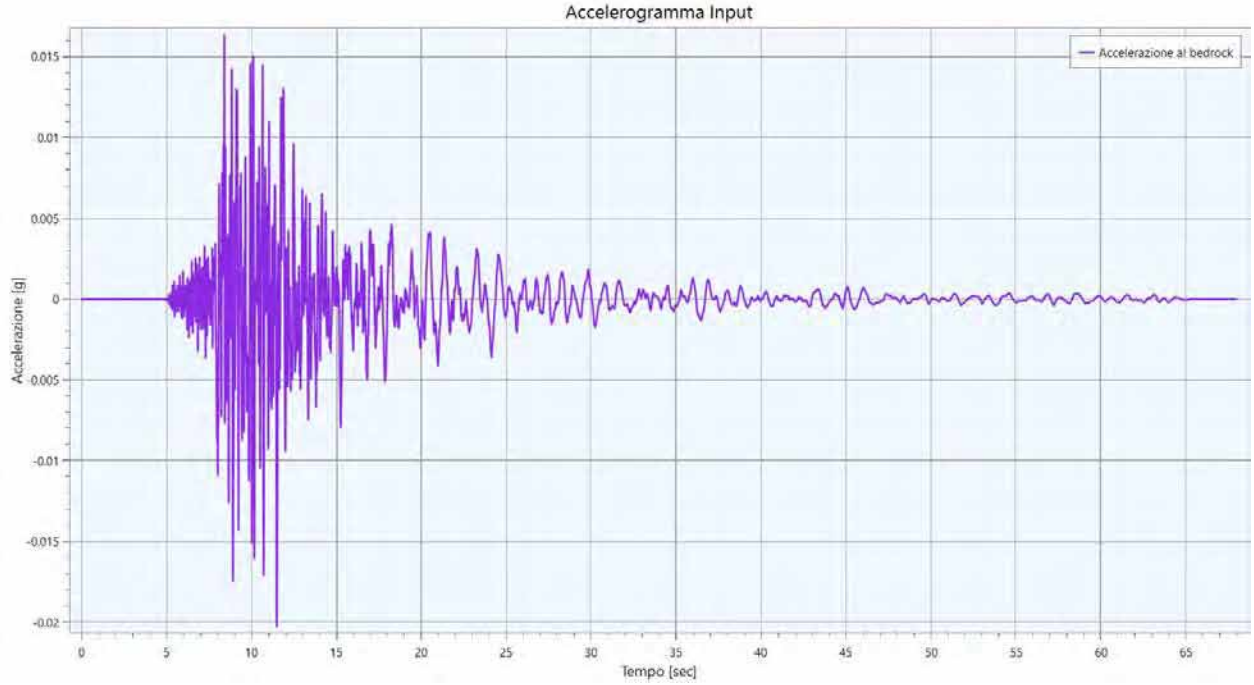


TV.MIR08..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC

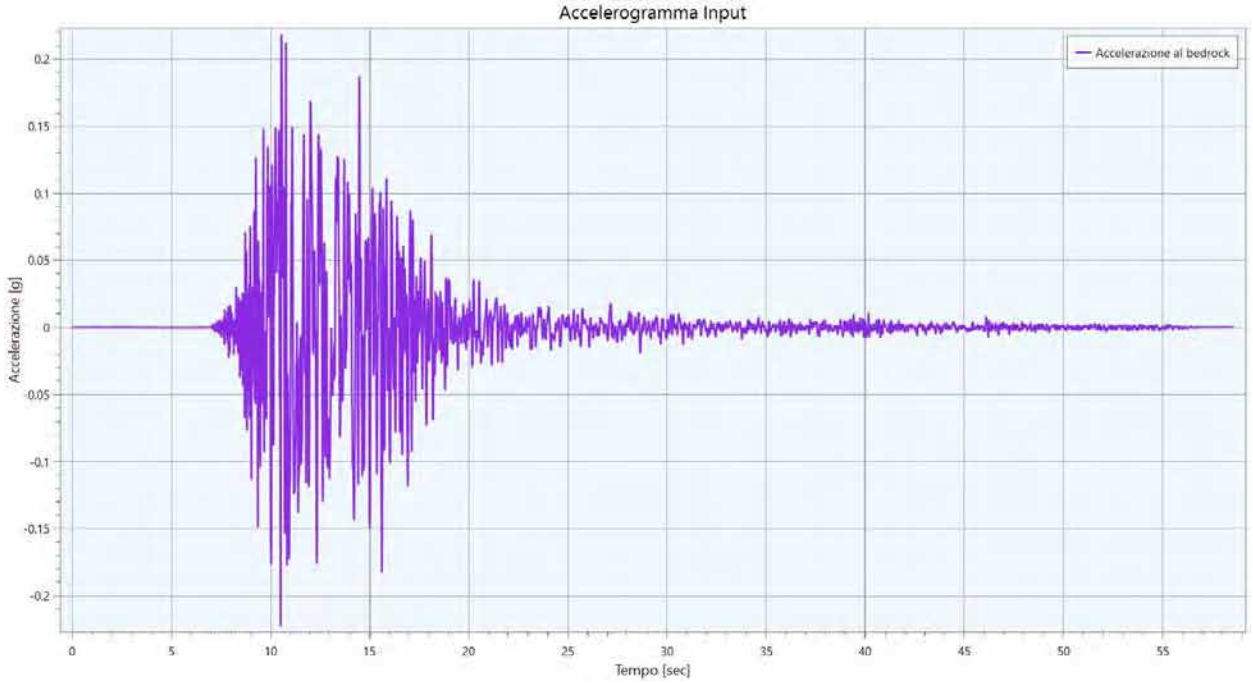


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

IT.AQK..HNN.D.20090413.211424.C.SA.ASC



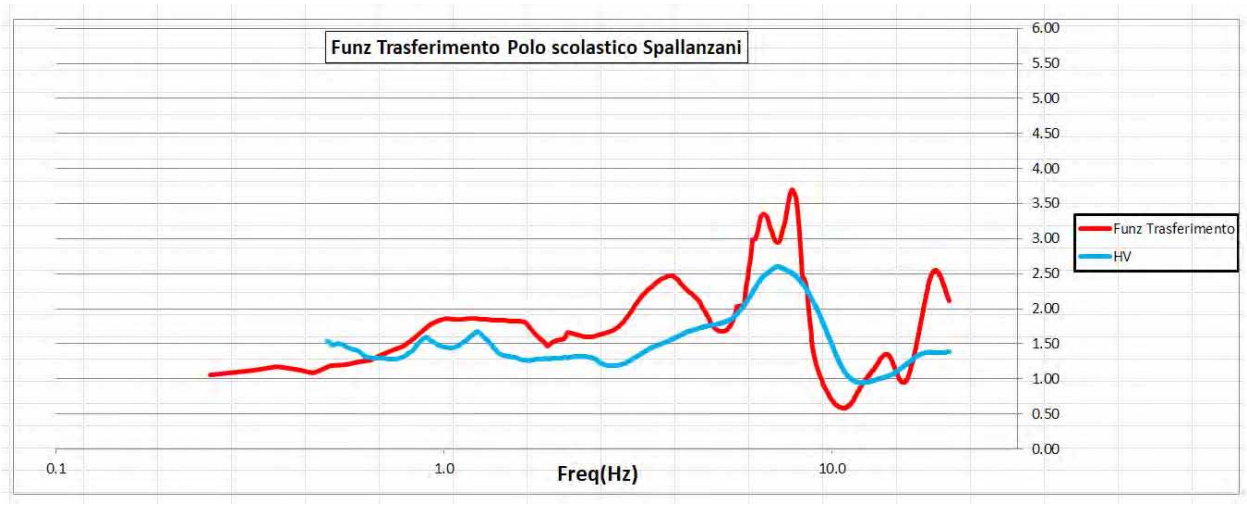
IT.MRN..HNE.D.20120529.070002.C.SA.ASC



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

e5. Risultati della modellazione

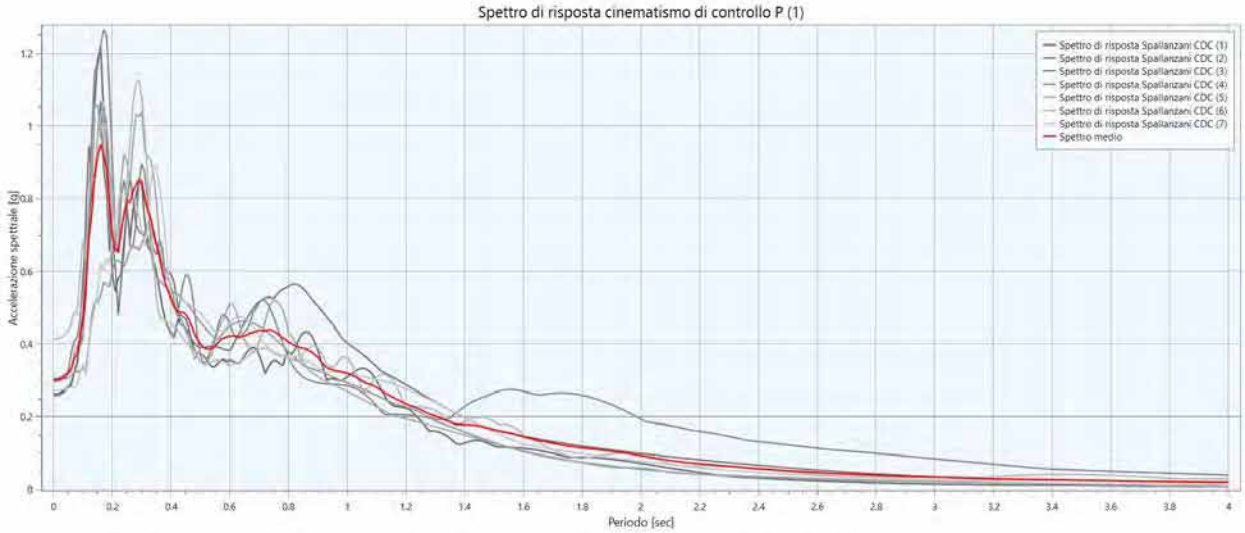
Il codice fornisce una notevole quantità di risultati di output (iterazioni eseguite dal programma: accelerazione, velocita e spostamenti in superficie in funzione del tempo; max accelerazioni, velocita e spostamento in superficie; deformazione e sforzo di taglio in corrispondenza di uno strato desiderato in funzione del tempo; funzione di amplificazione; frequenza di massima amplificazione; spettro di Fourier; spettro di risposta in accelerazione, velocita e spostamento in funzione del periodo).
Nel presente lavoro di risposta sismica locale si intende fornire gli accelerogrammi di output e i relativi spettri elastici di risposta in accelerazione.
Il primo importante risultato è costituito dal confronto tra la "Funzione di trasferimento o funzione di amplificazione" ed i risultati delle prove HV condotte nel sito di indagine.
È stata effettuata un'analisi preliminare di RSL di tipo deterministica in condizioni LE. Sulla base dell'analisi comparativa tra la funzione di amplificazione da RSL in condizioni LE (mostrata nella successiva figura) e dell'evidenza sperimentale fornita dalla misura dei microtremori, si conclude che il modello teorico è ragionevolmente aderente all'evidenza empirica.



Si procede pertanto ad effettuare l'analisi in condizioni EQL, ossia trattando il terreno come un mezzo le cui proprietà meccaniche sono in funzione del livello deformativo.
Di seguito si riportano gli spettri ottenuti per le varie analisi effettuate ed in sovrapposizione grafica il rispettivo spettro medio. Tale spettro viene ottenuto mediante una media dei singoli spettri relativi alle varie condizioni di carico presenti per ogni analisi.

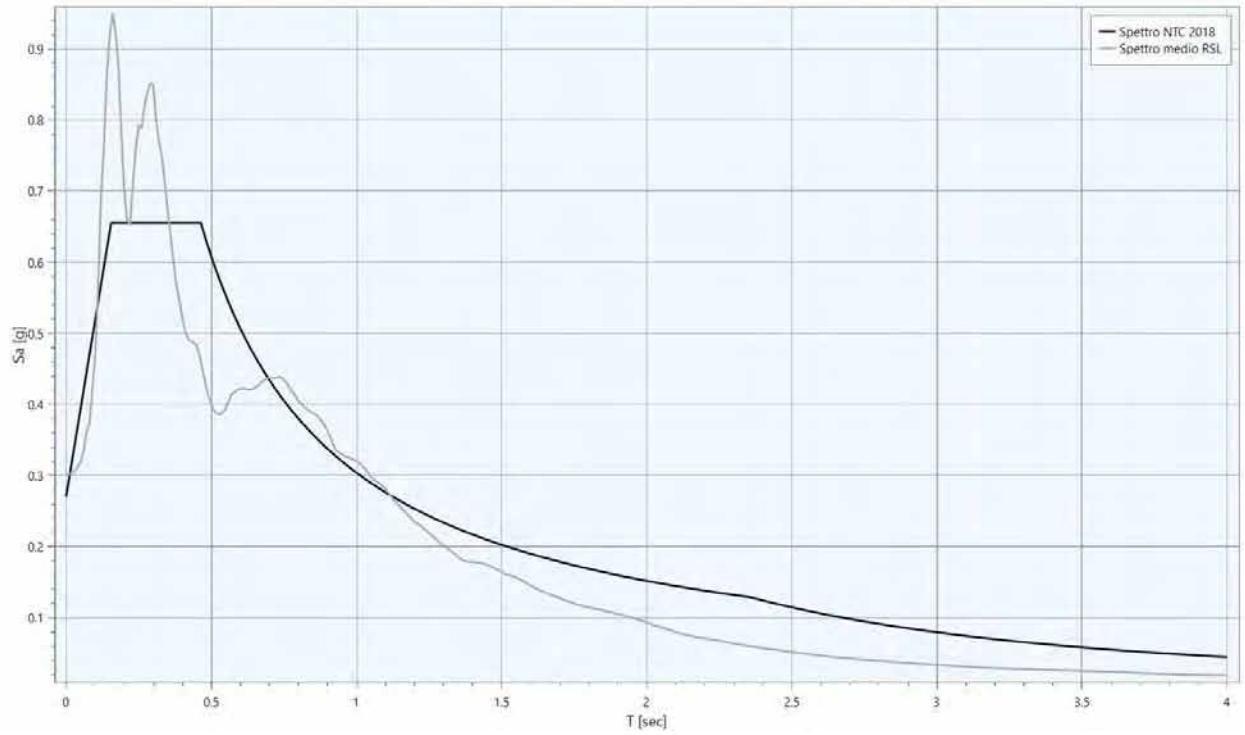
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Spettri di risposta in superficie in campo di free-field - DB Itaca 2.3



Spettri di accelerazione desunti dall'analisi di Risposta sismica locale. In rosso, come richiesto da normativa è rappresentato lo spettro medio dei 7 accelerogrammi naturali di input

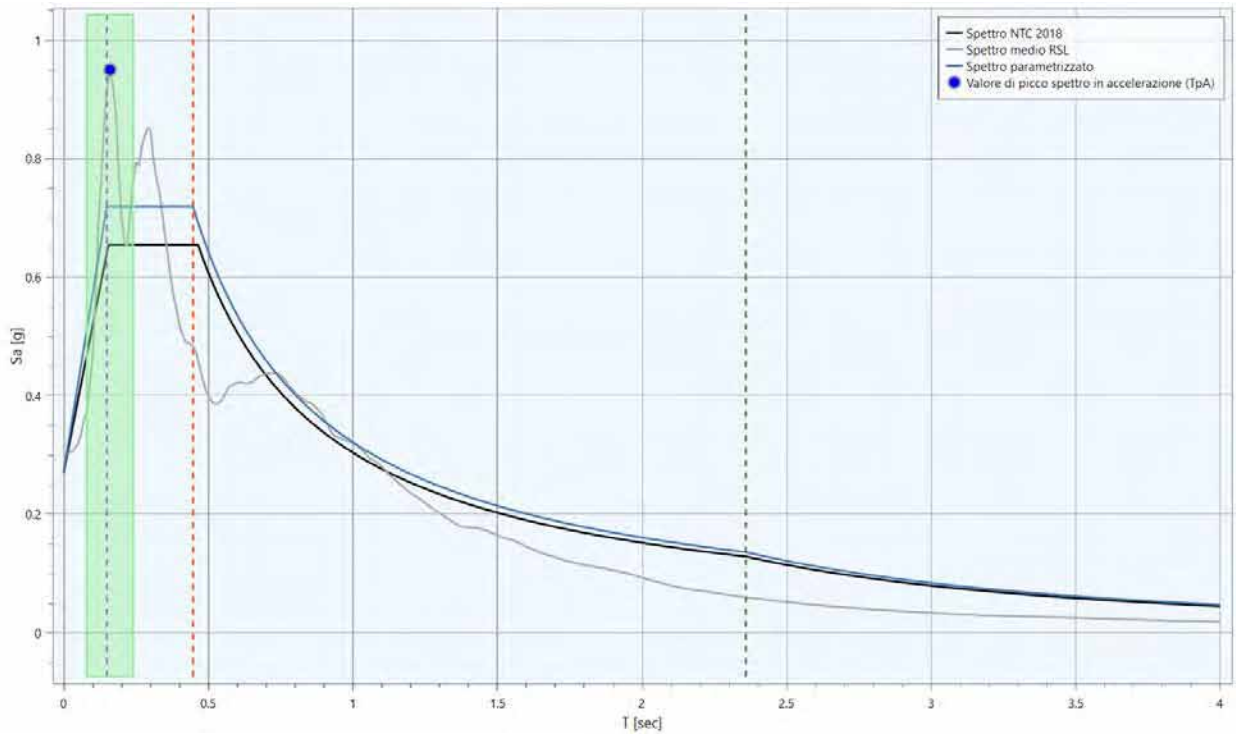
Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18



Confronto tra lo spettri medio desunto dall'analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL, lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18 e lo spettro normalizzato con l'approccio rigoroso secondo l'Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 del Commissario del Governo per la Ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016.



Parametrizzazione RSL

TpA [sec]	0.160
0.5 TpA [sec]	0.080
1.5 TpA [sec]	0.240
Sa,medio [g]	0.719
TpV [sec]	0.870
0.8 TpV [sec]	0.696
1.2 TpV [sec]	1.044
*Sv,medio [g*s]*	0.051
amax	**0.272**
F0	**2.647**
S	**1.430**
Tb [sec]	**0.149**
Tc [sec]	**0.447**
Td [sec]	**2.360**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Si forniscono in allegato tutti i punti dello spettro medio desunto da RSL

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio condotto ha permesso di delineare i principali aspetti geologici finalizzati al progetto definitivo-esecutivo per la realizzazione di nuova palazzina ad uso laboratori a seguito di demolizione della palazzina C e di ampliamento della palazzina D in via Solimei, in comune di Castelfranco Emilia. Il quadro di questi aspetti ha portato alle seguenti considerazioni:

1. Dal punto di vista sismico risulta che il comune di Castelfranco E., è stato dichiarato sismico e iscritto nella Zona 3 della OPCM 3274/2003 e s.m.i;

2. Il terreno di fondazione del fabbricato in oggetto appartiene alla categoria di suolo "C", ai sensi del D.M. 17/01/2018; è stata condotta l'analisi della Risposta sismica locale (RSL) sul sito di indagine che ha determinato lo spettro da utilizzare per la determinazione dell'azione sismica, a cui si rimanda nell'apposito capitolo.

3. Al fine di determinare le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di fondazione si è provveduto ad effettuare sul lotto in esame le seguenti indagini geognostiche e sismiche:
   - n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S01 e S02) spinti rispettivamente alla profondità di 10.00 m e 20.00 m dal p.c.;
   - n. 2 prove penetrometriche statiche elettriche con piezocono (CPTu01 e CPTu02) spinte alla profondità massima di 6.40 m dal p.c.;
   - n. 2 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPTm01 e CPTm02) spinte alla profondità massima di 6.60 m dal p.c.;
   - n. 2 indagine sismiche passive di microtremori (HV01 e HV02);
   - n. 1 indagine sismica a riflessione in array in onde Sh (Vb - Sh).

4. La natura litologica dei terreni oggetto dei sondaggi geognostici e delle prove penetrometriche è dedotta dall'analisi delle cassette stratigrafiche e dai diagrammi penetrometrici mediante "Guide for estimating soil type from dutch friction-cone ratio" (Schmertmann, 1969 e Raccomandazioni A.G.I. 1977) per le prove meccaniche cptm e dall'analisi dei diagrammi penetrometrici mediante Robertson (2010, 2016) per le prove con piezocono cptu. Le sequenze stratigrafiche desunte dall'analisi delle indagini geognostiche e geofisiche evidenziano i seguenti livelli litologici:

   0.00 -0.80/1.00 m Materiale di riporto;
   0.80/1.00 - 1.00/1.50 m Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A);
   1.00/1.50 -3.60/4.30 m Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B);
   3.60/4.30 - 6.30 m Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C);
   6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D);
   15.00 - 16.10 m Livello di Torba (E);
   16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F).

   La falda, in fase di indagine, è stata rinvenuta a 4.30 m dal p.c..
   .

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Infine sulla base delle indicazioni emerse dall'analisi delle prove penetrometriche e sulla base delle litologie presenti si è provveduto a caratterizzare e parametrizzare, dal punto di vista geotecnico, i terreni di fondazione.

In virtù delle considerazioni sopra esposte risulta che i parametrici geotecnici caratteristici per i materiali presenti sono i seguenti:

- In termini di parametri di resistenza:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	c'k(kPa)	ϕ' k(°)	Cuk(kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	3	18	70
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	2	17	60
3.60/4.30 - 6.30	Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)	17	19	1	20	70
6.30 - 15.00	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)	20	21	0	32	/
15.00 - 16.10	Livello di Torba (E)	13	15	0	14	30
16.20 - 20.00	Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)	17	19	5	19	100

- In termini di parametri di deformabilità:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	Coeff. di Poisson (v)	Modulo Elastico E' (kPa)	Modulo Edometrico Ed (kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

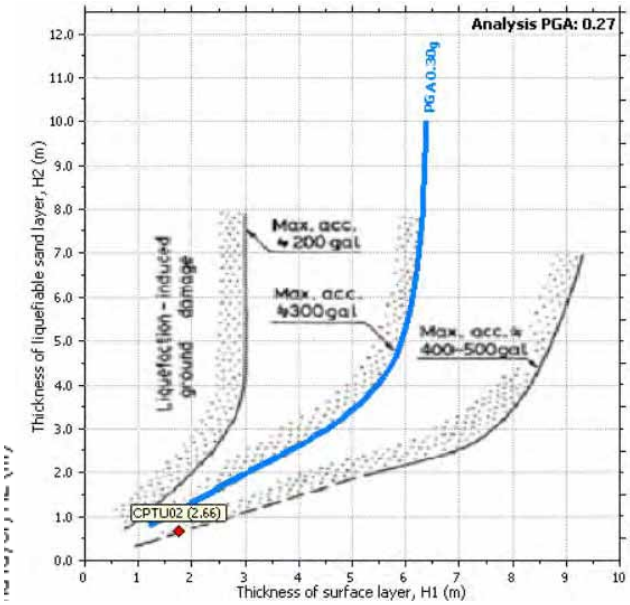
0.80/1.00 - 1.00/1.50	**Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)**	**17**	**19**	**0.45**		**4500**
1.00/1.50 - 3.60/4.30	**Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)**	**17**	**19**	**0.45**		**4000**
3.60/4.30 - 6.30	**Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)**	**17**	**19**	**0.45**		**3500**
6.30 - 15.00	**Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)**	**20**	**21**	**0.35**	**30000**	
15.00 - 16.10	**Livello di Torba (E)**	**13**	**15**	**0.48**		**2000**
16.20 - 20.00	**Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)**	**17**	**19**	**0.42**		**7000**

5. Il Comune di Castelfranco Emilia ha approvato la variante al PSC in data 20 marzo 2017 tramite accordo di programma con la Provincia di Modena. In tale variante sono contenuti gli studi di microzonazione sismica. Tali carte, come sopra ricordato, sono finalizzate agli studi di microzonazione pertanto costituiscono un valido riferimento per la progettazione senza essere comunque normativa cogente. L'area in oggetto dell'intervento ricade nella tavola delle Microzonee Omogenee in prospettiva sismica (MOPS) in "Zona suscettibile di instabilità per liquefazione". Occorre pertanto valutare il coefficiente di amplificazione e verificare la presenza di condizioni predisponenti la liquefazione.
La verifica del potenziale di liquefazione, per ciascuna verticale di indagine, è stata condotta utilizzando il metodo di Boulanger & Idriss (2014). La verifica è stata effettuata con Software CLiq v 3.0 della Geologismiki Geotechnical Engineers - Serrai(Grecia) ed ha evidenziato che:

PROVA	**INDICE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE I_L (B&I 2014)**	**RISCHIO (Sonmez 2003)**
CPTu01	**0.15**	**BASSO**
CPTu02	**2.66**	**MODERATO**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Pertanto la verifica a liquefazione evidenzia un rischio di liquefazione da "Molto Basso a Moderato".
Sulla base dei risultati sopra descritti al fine di evidenziare eventuali criticità legate ai problemi di liquefazione è stato deciso di applicare per l'intervento in oggetto il metodo di Ishihara (1985). Si tratta di una procedura empirica basata sull'impiego degli spessori dello strato o degli strati di copertura non liquefacibili (H1) e quello dei sottostanti livelli suscettibili di liquefazione (H2) oltre all'accelerazione orizzontale massima in superficie; la procedura pertanto fornisce, in maniera puramente qualitativa, l'entità delle deformazioni, e quindi del danno, indotte dal sisma in caso di liquefazione.



Considerato comunque lo spessore dello strato liquefacibile, lo spessore dello strato non liquefacibile sovrastante e l'accelerazione massima attesa in superficie per il sito d'indagine (0.27g), si evidenzia (dal grafico sopra riportato - Ishihara 1985) che la liquefazione dello strato liquefacibile non si estende in superficie e pertanto non si dovrebbero avere deformazioni attese sulle strutture di fondazione da realizzare
In ogni caso, si sottolinea che la normativa in materia di costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, stabilisce al § (§7.11.3.4.3) che "*L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista*".

Modena, febbraio 2020.

Dott. Geol. Lorenzo Del Maschio
(A.P. n° 1725 Ordine dei Geologi della Regione Lazio)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

11. ALLEGATI

- Sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- Prove penetrometriche statiche meccaniche CPTm;
- Prove penetrometriche statiche con piezocono CPTu;
- Verifica del potenziale di liquefazione secondo il metodo di Idriss & Boulanger (2008) e Boulanger & Idriss (2014);
- Indagine sismica a riflessione;
- Indagine sismica a stazione singola HV;
- Certificati del laboratorio geotecnico;
- Punti spettro medio da analisi RSL.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1

RAPPORTO DI PROVA N. R08728

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **28/10/2019** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Attrezzatura utilizzata, prove in foro effettuate, strumentazione foro

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica cingolata Atlas Copco Mustang A 66 - CB T (anno di fabbrica: 1995 - matr. n. OR 95/3480/653) montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, con pattini in acciaio e velocità di spostamento 0-2 km/h. La sonda è dotata di due motori: un motore diesel a 4 tempi Lombardini LDW 2004 avente cilindrata 2068 cm^3, potenza 35 kW, RPM 3.000 giri/min; un motore KHD Deutz F 3-6 L 912/W, cilindrata 2.826 cm^3. L'antenna è caratterizzata da un tiro e da una spinta di 80 kN, corsa 3.700 mm, mentre la testa idraulica di rotazione S 1.300, avente n. 8 velocità, presenta una coppia massima di 13.233 Nm e una velocità massima di 614 g/min. La sonda è infine dotata di n. 2 pompe idrauliche: una pompa fanghi Nova Rotors mod. MN 120-2 ed una pompa acqua Imovilli P123.

Nel corso delle operazioni di sondaggio la sonda è stata attrezzata con un carotiere semplice T1 avente diametro ϕ 101 mm e si è reso necessario l'utilizzo di tubi di rivestimento di diametro ϕ 127 mm per 9,0 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.

Dove possibile sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test sulle carote prelevate; i risultati, in kPa, sono riportati a pagina 3/5.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1

RAPPORTO DI PROVA N. R08728

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **28/10/2019** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Procedure di campionamento

Le carote prelevate nel corso del sondaggio (campioni tipo Q1) sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC a 5 scomparti, quindi fotografate (vedi pagg. 5/5) e consegnate alla Committenza.

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Le procedure di esecuzione del sondaggio, delle prove e del prelievo dei campioni sono state concordate con i tecnici incaricati dalla Committenza direttamente in cantiere.

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

Tutte le prove ed i campionamenti effettuati sono stati eseguiti conformemente alle norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure e nella perforazione.

Incertezza associata alle prove **SPT**: **20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

Software di elaborazione: "*Stratigrafie*" ver. 10.1.9 realizzato dalla società SGeo di Roma.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vignini

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S1
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: 28/10/2019
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :60

STRATIGRAFIA - S1

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT
				1,0	1,0	Terreno di riporto limoso argilloso con inclusi frammenti di laterizi e rottami.		
	1			1,5	0,6	Limo argilloso, nocciola chiaro, asciutto.		
	2			3,5	2,0	Limo argilloso debolmente sabbioso, nocciola ocra, molto consistente, asciutto.	343 196 343 196 147 147 206	49 59 49 49 49 49
	3			3,9	0,4	Limo sabbioso, nocciola, grigio nocciola, consistente, umido.	157 147	39
	4			4,3	0,4	Sabbia limosa, grigia nocciola, umida.		
	5			6,3	2,0	Sabbia limosa / limo sabbioso, grigia, moderatamente addensata / consistente, umida fino a 4,50 m poi satura.	78	20
101	6 7 8 9 10			10,0	3,7	Ghiaia eterogenea ed eterometrica (1 cm < Ø < 5,6 m) con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in matrice sabbiosa localmente abbondante.		

DATI TECNICI

RAPPORTO DI PROVA N. R08728 del 05/11/2019

Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Atlas Copco Mustang A66 CB-T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm.

Diametro rivestimento: 127 mm per 9.00 m.

Il Responsabile di Sito: Dott. Stefano Vigni

Aiuti-responsabile di sito: Sig. Francesco Tuosto

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 - Settore C - Prove in Sito

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	28/10/19									
Ora	16:00									
Livello dell'acqua (m)	4,50									
Prof. perforazione(m)	10,00									
Prof. rivestimento(m)	0,00									

Il Responsabile di sito
Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S1
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: 28/10/2019
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	DATI TECNICI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Scala metrica con limiti delle battute (>)
3) Rivestimento
4) Simbolo litologico
5) Profondità della base dello strato (m)
6) Spessore dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Resistenza alla punta (kPa)
9) Vane test (kPa)
10) Dati tecnici

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S1
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: 28/10/2019

Fotografie - Pagina 1/1

Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S2

RAPPORTO DI PROVA N. R08729

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **dal 29/10/2019 al 30/10/19** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Attrezzatura utilizzata, prove in foro effettuate, strumentazione foro

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica cingolata Atlas Copco Mustang A 66 - CB T (anno di fabbrica: 1995 - matr. n. OR 95/3480/653) montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, con pattini in acciaio e velocità di spostamento 0-2 km/h. La sonda è dotata di due motori: un motore diesel a 4 tempi Lombardini LDW 2004 avente cilindrata 2068 cm^3, potenza 35 kW, RPM 3.000 giri/min; un motore KHD Deutz F 3-6 L 912/W, cilindrata 2.826 cm^3. L'antenna è caratterizzata da un tiro e da una spinta di 80 kN, corsa 3.700 mm, mentre la testa idraulica di rotazione S 1.300, avente n. 8 velocità, presenta una coppia massima di 13.233 Nm e una velocità massima di 614 g/min. La sonda è infine dotata di n. 2 pompe idrauliche: una pompa fanghi Nova Rotors mod. MN 120-2 ed una pompa acqua Imovilli P123.

Nel corso delle operazioni di sondaggio la sonda è stata attrezzata con un carotiere semplice T1 avente diametro ϕ 101 mm e si è reso necessario l'utilizzo di tubi di rivestimento di diametro ϕ 127 mm per 19,0 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.

Dove possibile sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test sulle carote prelevate; i risultati, in kPa, sono riportati a pagina 3/6.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S2

RAPPORTO DI PROVA N. R08729

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **dal 29/10/2019 al 30/10/19** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Procedure di campionamento

Le carote prelevate nel corso del sondaggio (campioni tipo Q1) sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC a 5 scomparti, quindi fotografate (vedi pagg. 5/5) e consegnate alla Committenza.

Durante il sondaggio sono stati prelevati n. 3 campioni indisturbati mediante campionatore a pareti sottili (Shelby), alla profondità di 1,00 – 1,50 m / 3.05 – 3.60 m / 4.45 – 5.00 m. I campioni prelevati sono stati conferiti presso il laboratorio geotecnico Autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti di Prove Penetrometriche srl per le indagini richieste dalla Committenza.

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Le procedure di esecuzione del sondaggio, delle prove e del prelievo dei campioni sono state concordate con i tecnici incaricati dalla Committenza direttamente in cantiere.

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

Tutte le prove ed i campionamenti effettuati sono stati eseguiti conformemente alle norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure e nella perforazione.

Incertezza associata alle prove **SPT**: **20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

Software di elaborazione: "*Stratigrafie*" ver. 10.1.9 realizzato dalla società SGeo di Roma.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :67

STRATIGRAFIA - S2

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	RP	VT
				0,8	0,8	Terreno di riporto limoso argilloso con inclusi frammenti di laterizi e sporadici rottami eterogenei.			
	1			1,0	0,3	Limo argilloso, nocciola chiaro, asciutto.	1) She < 1,00 1,50		
				1,5	0,5	CAMPIONE SHELBY N.1			
	2			2,5	1,0	Limo argilloso e sabbioso, nocciola striato grigio, consistente, asciutto.		196 127	59 29
	3			3,1	0,6	Limo argilloso e sabbioso, grigio nocciola, umido.	2) She < 3,05 3,60		
				3,6	0,6	CAMPIONE SHELBY N.2			
				3,7	0,1	Limo argilloso e sabbioso, grigio nocciola, umido.			
	4			4,5	0,7	Limo con argilla debolmente sabbioso, grigio striato nocciola, da umida a satura.	3) She < 4,45 5,00		
				5,0	0,6	CAMPIONE SHELBY N.3			
	5			6,3	1,3	Limo con argilla debolmente sabbioso, grigio striato nocciola, da umida a satura.			
	6								
	7					Ghiaia eterogenea ed eterometrica (1 cm < Ø < 10 cm), con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa.			
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14			14,6	8,3				
	15			15,0	0,4	Sabbia torbosa, nera, fossilifera.			
	16			16,1	1,1	Torba.			
	17					Argilla, grigia chiara, moderatamente consistente, umida		96 147 127 118	29 39 39
	18							98 147	39
	19							147 98	69
								98	69
101	20			20,0	3,9			147	69

RAPPORTO DI PROVA N. R08729 del 05/11/2019

Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Atlas Copco Mustang A66 CB-T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm.

Diametro rivestimento: 127 mm per 19.00 m.

Il Responsabile di Sito:
Dott. Stefano Vigni

Aiuti-responsabile di sito:
Sig. Francesco Tuosto

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 - Settore C - Prove in Sito

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	30/10/19														
Ora	17:00														
Livello dell'acqua (m)	4,30														
Prof. perforazione(m)	20,00														
Prof. rivestimento(m)	0,00														

Il Responsabile di sito
Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	D E S C R I Z I O N E	Campioni	RP	VT	DATI TECNICI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Scala metrica con limiti delle battute (>)
3) Rivestimento
4) Simbolo litologico
5) Profondità della base dello strato (m)
6) Spessore dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
9) Resistenza alla punta (kPa)
10) Vane test (kPa)
11) Dati tecnici

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19

Fotografie - Pagina 1/2

Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19

Fotografie - Pagina 2/2

Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00

Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: provepenetrometriche@alice.it
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

PROVA CPT N. 1

CERTIFICATO N. 02243

Verbale di Accettazione n. **0700 del 10/10/2011**

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23**

Cantiere: **Istituto per l'Agricoltura e l'Ambiente "L. Spallanzani"**

Data prova: **12/10/2011** Data emissione certificato: **13/10/2011**

Attrezzatura utilizzata

- Penetrometro statico Pagani TG 63-100 autoancorante, avente spinta massima pari a 100 kN, montato su sottocarro cingolato; il penetrometro è dotato di dispositivo idraulico di spinta che agisce alternativamente sulla batteria di aste interne ed esterne.
- Punta conica meccanica tipo "Begemann" avente le seguenti caratteristiche:
  - diametro ϕ 35,70 mm;
  - area punta 10 cm^2;
  - manicotto di attrito laterale avente diametro ϕ pari a 35,70 mm, h = 133 mm, area 150 cm^2;
- Batteria di aste esterne, cave, aventi diametro esterno pari a 36 mm, con alcuni anelli allargatori;
- Batteria di aste interne a sezione piena, diametro 0,5-1,0 mm minore del diametro interno delle aste cave
- Cella di carico mod. AEP TC4 (n. matricola: 701046) per la misura, alternativamente, del valore della resistenza alla punta, della resistenza laterale e della resistenza totale, sottoposta a taratura a cura del Politecnico di Milano in data 15/02/2011 (n. certificato SIT n. 150/2011).
- Software di elaborazione: "*Fondazio*" ver. 4.41 elaborato dallo Studio Merlin di Castelmassa (RO).

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Nel corso della prova sono state utilizzate n. 2 aste con allargatori.

Eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

La prova è stata eseguita conformemente alle seguenti norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si è reso necessaria l'esecuzione di prefori.

Nel corso della prova il penetrometro è stato ancorato al terreno per mezzo di n. 2 ancoraggi laterali.

Al termine della prova è stata rilevata acqua a -4.80 m dal p.c.

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure.

Incertezza associata alle misure: **12.6% per valori di qc – 15.6% per valori di fs**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

IL DIRETTORE	IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari	Dott. Geol. Salvatore Mucci

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

n°	1
certificato n°	02243
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.: MPa	Data esec.: 12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´		Data certificato: 13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina: 2/3	Preforo: m
		Elaborato:	Falda: -4,80 m

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %
0,20	0,0	0,0		0,0	189,14	0	
0,40	40,0	69,0		3,9	189,14	21	4,8
0,60	46,0	75,0		4,5	267,54	17	5,9
0,80	38,0	79,0		3,7	287,14	13	7,7
1,00	70,0	114,0		6,9	359,66	19	5,2
1,20	65,0	120,0		6,4	352,80	18	5,5
1,40	56,0	110,0		5,5	228,34	24	4,2
1,60	35,0	70,0		3,4	235,20	15	6,9
1,80	24,0	60,0		2,4	85,26	28	3,6
2,00	17,0	30,0		1,7	85,26	20	5,1
2,20	11,0	24,0		1,1	58,80	18	5,5
2,40	13,0	22,0		1,3	51,94	25	4,1
2,60	9,0	17,0		0,9	58,80	15	6,7
2,80	8,0	17,0		0,8	46,06	17	5,9
3,00	10,0	17,0		1,0	39,20	25	4,0
3,20	9,0	15,0		0,9	39,20	23	4,4
3,40	6,0	12,0		0,6	32,34	18	5,5
3,60	6,0	11,0		0,6	51,94	11	8,8
3,80	8,0	16,0		0,8	46,06	17	5,9
4,00	8,0	15,0		0,8	39,20	20	5,0
4,20	7,0	13,0		0,7	39,20	18	5,7
4,40	6,0	12,0		0,6	32,34	18	5,5
4,60	6,0	11,0		0,6	32,34	18	5,5
4,80	6,0	11,0		0,6	46,06	13	7,8
5,00	6,0	13,0		0,6	39,20	15	6,7
5,20	6,0	12,0		0,6	39,20	15	6,7
5,40	7,0	13,0		0,7	39,20	18	5,7
5,60	9,0	15,0		0,9	110,74	8	12,6
5,80	15,0	32,0		1,5	51,94	28	3,5
6,00	18,0	26,0		1,8	65,66	27	3,7
6,20	26,0	36,0		2,5	130,34	20	5,1
6,40	220,0	240,0		21,6	130,34	165	0,6
6,60	250,0	270,0		24,5			

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata 0.20 m sopra quota qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Fr = rapporto Schmertmann (fs / qc)

Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci

Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

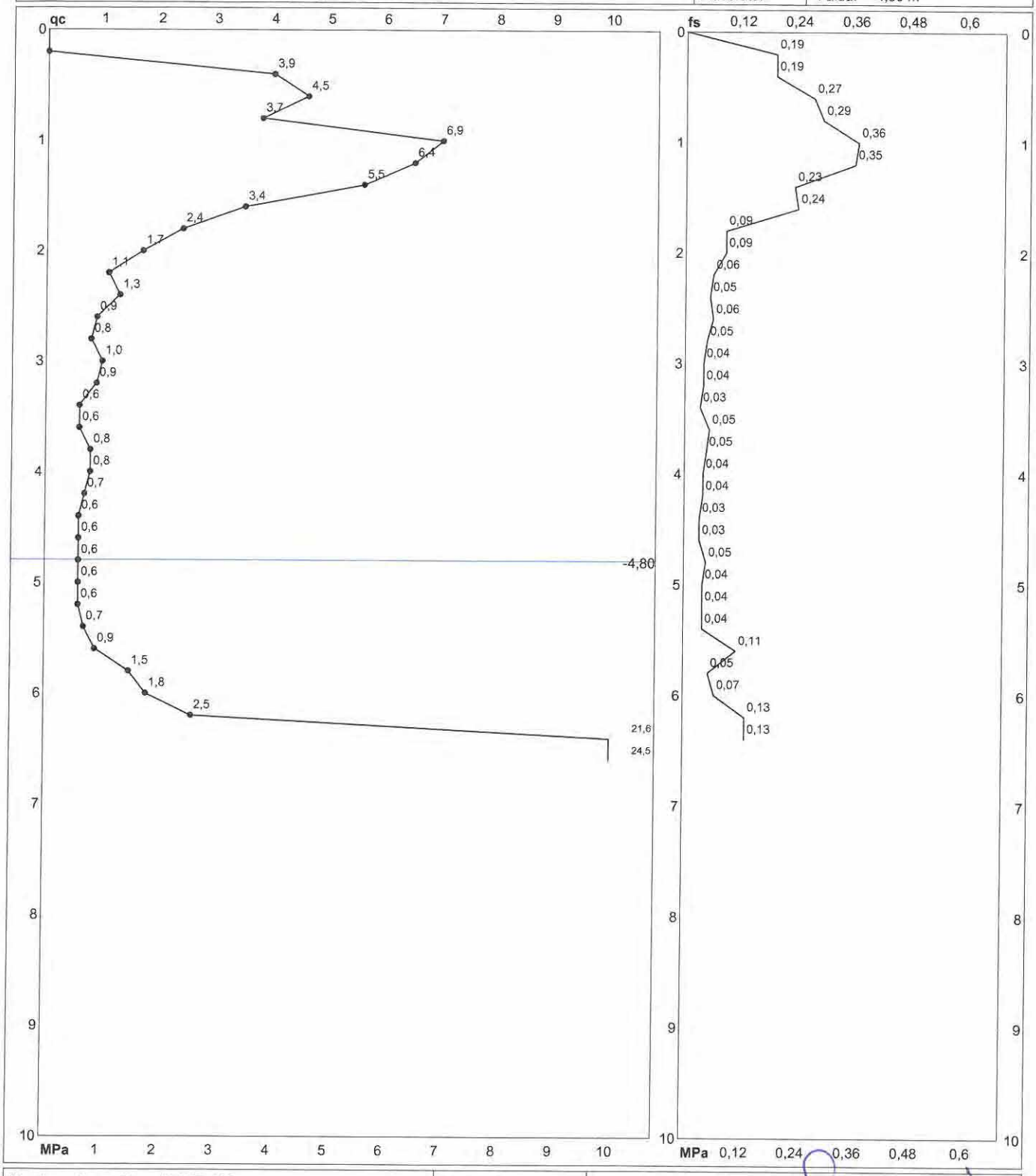
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

n°	1
certificato n°	02243
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.:	MPa	Data esec.:	12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´	Scala:	1:50	Data certificato:	13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina:	3/3	Preforo:	m
		Elaborato:		Falda:	-4,80 m



Penetrometro:	Pagani TG63-100	Quota inizio :	
Responsabile:	Dott. Geol. Salvatore Mucci	Corr.astine: kN/ml	Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci
Assistente:			Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: provepenetrometriche@alice.it
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

PROVA CPT N. 2

CERTIFICATO N. 02244

Verbale di Accettazione n. **0700 del 10/10/2011**

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23**

Cantiere: **Istituto per l'Agricoltura e l'Ambiente "L. Spallanzani"**

Data prova: **12/10/2011** Data emissione certificato: **13/10/2011**

Attrezzatura utilizzata

- Penetrometro statico Pagani TG 63-100 autoancorante, avente spinta massima pari a 100 kN, montato su sottocarro cingolato; il penetrometro è dotato di dispositivo idraulico di spinta che agisce alternativamente sulla batteria di aste interne ed esterne.
- Punta conica meccanica tipo "Begemann" avente le seguenti caratteristiche:
  - diametro ϕ 35,70 mm;
  - area punta 10 cm^2;
  - manicotto di attrito laterale avente diametro ϕ pari a 35,70 mm, h = 133 mm, area 150 cm^2;
- Batteria di aste esterne, cave, aventi diametro esterno pari a 36 mm, con alcuni anelli allargatori;
- Batteria di aste interne a sezione piena, diametro 0,5-1,0 mm minore del diametro interno delle aste cave
- Cella di carico mod. AEP TC4 (n. matricola: 701046) per la misura, alternativamente, del valore della resistenza alla punta, della resistenza laterale e della resistenza totale, sottoposta a taratura a cura del Politecnico di Milano in data 15/02/2011 (n. certificato SIT n. 150/2011).
- Software di elaborazione: "*Fondazio*" ver. 4.41 elaborato dallo Studio Merlin di Castelmassa (RO).

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Nel corso della prova sono state utilizzate n. 2 aste con allargatori.

Eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

La prova è stata eseguita conformemente alle seguenti norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si è reso necessaria l'esecuzione di prefori.

Nel corso della prova il penetrometro è stato ancorato al terreno per mezzo di n. 2 ancoraggi laterali.

Al termine della prova è stata rilevata acqua a -4.80 m dal p.c.

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure.

Incertezza associata alle misure: **12.6% per valori di qc – 15.6% per valori di fs**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

IL DIRETTORE	IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari	Dott. Geol. Salvatore Mucci

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

n°	2
certificato n°	02244
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.: MPa	Data esec.: 12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´		Data certificato: 13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina: 2/3	Preforo: m
		Elaborato:	Falda: -4,80 m

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %
0,20	0,0	0,0		0,0	137,20	0	
0,40	57,0	78,0		5,6	183,26	30	3,3
0,60	47,0	75,0		4,6	294,00	16	6,4
0,80	62,0	107,0		6,1	104,86	58	1,7
1,00	90,0	106,0		8,8	575,26	15	6,5
1,20	92,0	180,0		9,0	600,74	15	6,7
1,40	88,0	180,0		8,6	326,34	26	3,8
1,60	50,0	100,0		4,9	359,66	14	7,3
1,80	65,0	120,0		6,4	424,34	15	6,7
2,00	55,0	120,0		5,4	345,94	16	6,4
2,20	43,0	96,0		4,2	202,86	21	4,8
2,40	35,0	66,0		3,4	208,74	16	6,1
2,60	26,0	58,0		2,5	98,00	26	3,8
2,80	13,0	28,0		1,3	85,26	15	6,7
3,00	13,0	26,0		1,3	58,80	22	4,6
3,20	9,0	18,0		0,9	51,94	17	5,9
3,40	7,0	15,0		0,7	58,80	12	8,6
3,60	8,0	17,0		0,8	39,20	20	5,0
3,80	8,0	14,0		0,8	46,06	17	5,9
4,00	7,0	14,0		0,7	26,46	26	3,9
4,20	7,0	11,0		0,7	39,20	18	5,7
4,40	7,0	13,0		0,7	46,06	15	6,7
4,60	9,0	16,0		0,9	51,94	17	5,9
4,80	7,0	15,0		0,7	39,20	18	5,7
5,00	6,0	12,0		0,6	39,20	15	6,7
5,20	8,0	14,0		0,8	51,94	15	6,6
5,40	8,0	16,0		0,8	65,66	12	8,4
5,60	10,0	20,0		1,0	58,80	17	6,0
5,80	7,0	16,0		0,7	46,06	15	6,7
6,00	9,0	16,0		0,9	71,54	12	8,1
6,20	9,0	20,0		0,9	130,34	7	14,8
6,40	200,0	220,0		19,6	130,34	150	0,7
6,60	180,0	200,0		17,6			

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata 0.20 m sopra quota qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Fr = rapporto Schmertmann (fs / qc)

Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci

Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

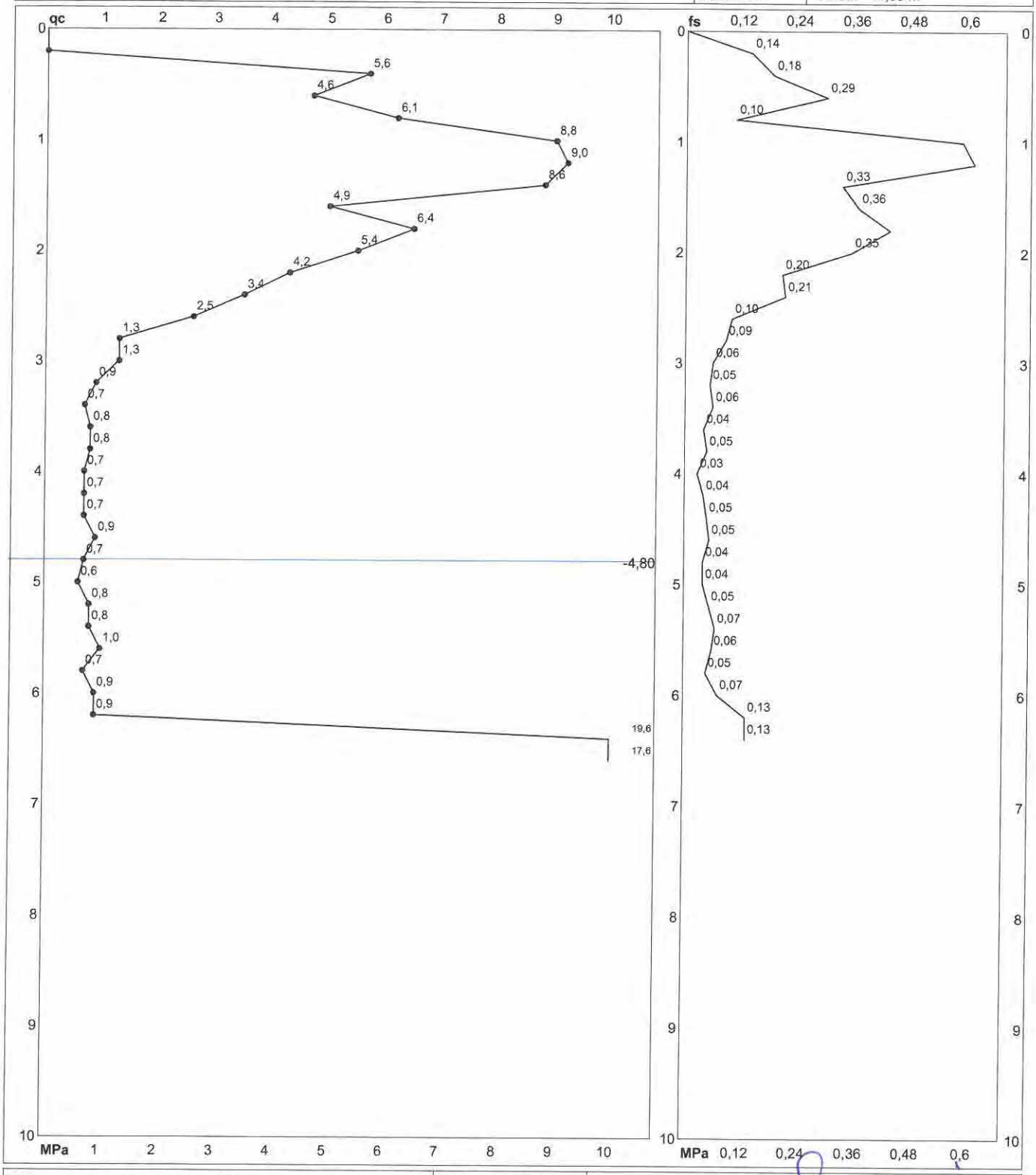
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

n°	2
certificato n°	02244
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.:	MPa	Data esec.:	12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´	Scala:	1:50	Data certificato:	13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina:	3/3	Preforo:	m
		Elaborato:		Falda:	-4,80 m



Penetrometro:	Pagani TG63-100	Quota inizio :	
Responsabile:	Dott. Geol. Salvatore Mucci	Corr.astine: kN/ml	Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci
Assistente:			Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA
FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
Pagani TG63-100 -

Caratteristiche:

- punta conica meccanica Ø 35.7 mm, area punta Ap = 10 cm²
- punta conica meccanica angolo di apertura: α = 60°
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø = 35.7 mm - h = 133 mm - Am = 150 cm²)
- velocità di avanzamento costante V = 2 cm/sec (± 0,5 cm / sec)
- spinta max nominale dello strumento Smax variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione CT = SPINTA (Kg) / LETTURA DI CAMPAGNA
  (dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: qc (MPa) = (L1) x CT /10

fase 2 - resistenza laterale locale: fs (kPa) = [(L2) - (L1)] x CT / 150

fase 3 - resistenza totale : Rt (kPa) = (Lt) x CT

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale fs viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N ≈ 100 kg = 0,1 t
1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N ≈ 100 t
1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa ≈ 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²
1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa ≈ 100 t/m² = 10 kg/cm²
1 kg/cm² = 10 t/m² ≈ 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa
1 t = 1000 kg ≈ 10 kN

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

MASSA BATTENTE	M	= 63,50 kg	
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	= 0,75 m	
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms	= 30,00 kg	
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	= 50,50 mm	
AREA BASE PUNTA CONICA	A	= 0,0020 m²	
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	= 90 °	
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	= 1,00 m	
MASSA ASTE PER METRO	Ma	= 8,00 kg	
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	= 0,80 m	
AVANZAMENTO PUNTA	δ	= 0,20 m	
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	= N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm	
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO		
RENDIMENTO SPECIFICO x COLPO	Q	= (MH)/(Aδ) = 1,17 MPa	(prova SPT : Qspt = 0,77 MPa)
COEFF.TEORICO RENDIMENTO	βt	= Q/Qspt = 1,521	(teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$\mathbf{Rpd = M^2 H / [A\, e\, (M+P)] = M^2 H N / [A\, \delta\, (M+P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = massa battente (altezza caduta H)
P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm² = 0.098067 MPa =~ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Rapporto di prova n°: R02792

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : Provincia di Modena
- lavoro : Ist. Agricoltura e Ambiente "L. Spallanzani"
- località : Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23
- sperimentatore : Dott. Geol. Salvatore Mucci
- note :

- data prova : 12/10/2011
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : 4,00 m da quota inizio
- data emiss. : 13/10/2011
- pagina n°: 1/2

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	11	8,0	1	3,80 - 4,00	2	1,1	5
0,20 - 0,40	12	8,8	1	4,00 - 4,20	1	0,6	5
0,40 - 0,60	9	6,6	1	4,20 - 4,40	2	1,1	5
0,60 - 0,80	10	7,3	1	4,40 - 4,60	2	1,1	5
0,80 - 1,00	9	6,1	2	4,60 - 4,80	2	1,1	5
1,00 - 1,20	8	5,4	2	4,80 - 5,00	2	1,0	6
1,20 - 1,40	6	4,1	2	5,00 - 5,20	3	1,6	6
1,40 - 1,60	6	4,1	2	5,20 - 5,40	3	1,6	6
1,60 - 1,80	5	3,4	2	5,40 - 5,60	3	1,6	6
1,80 - 2,00	3	1,9	3	5,60 - 5,80	3	1,6	6
2,00 - 2,20	3	1,9	3	5,80 - 6,00	8	4,0	7
2,20 - 2,40	2	1,3	3	6,00 - 6,20	17	8,4	7
2,40 - 2,60	2	1,3	3	6,20 - 6,40	10	5,0	7
2,60 - 2,80	1	0,6	3	6,40 - 6,60	9	4,5	7
2,80 - 3,00	2	1,2	4	6,60 - 6,80	9	4,5	7
3,00 - 3,20	1	0,6	4	6,80 - 7,00	19	8,9	8
3,20 - 3,40	2	1,2	4	7,00 - 7,20	30	14,1	8
3,40 - 3,60	1	0,6	4	7,20 - 7,40	27	12,7	8
3,60 - 3,80	1	0,6	4				

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **0,0020** m² - D(diam. punta)= **50,50 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Rapporto di prova n°: R02792

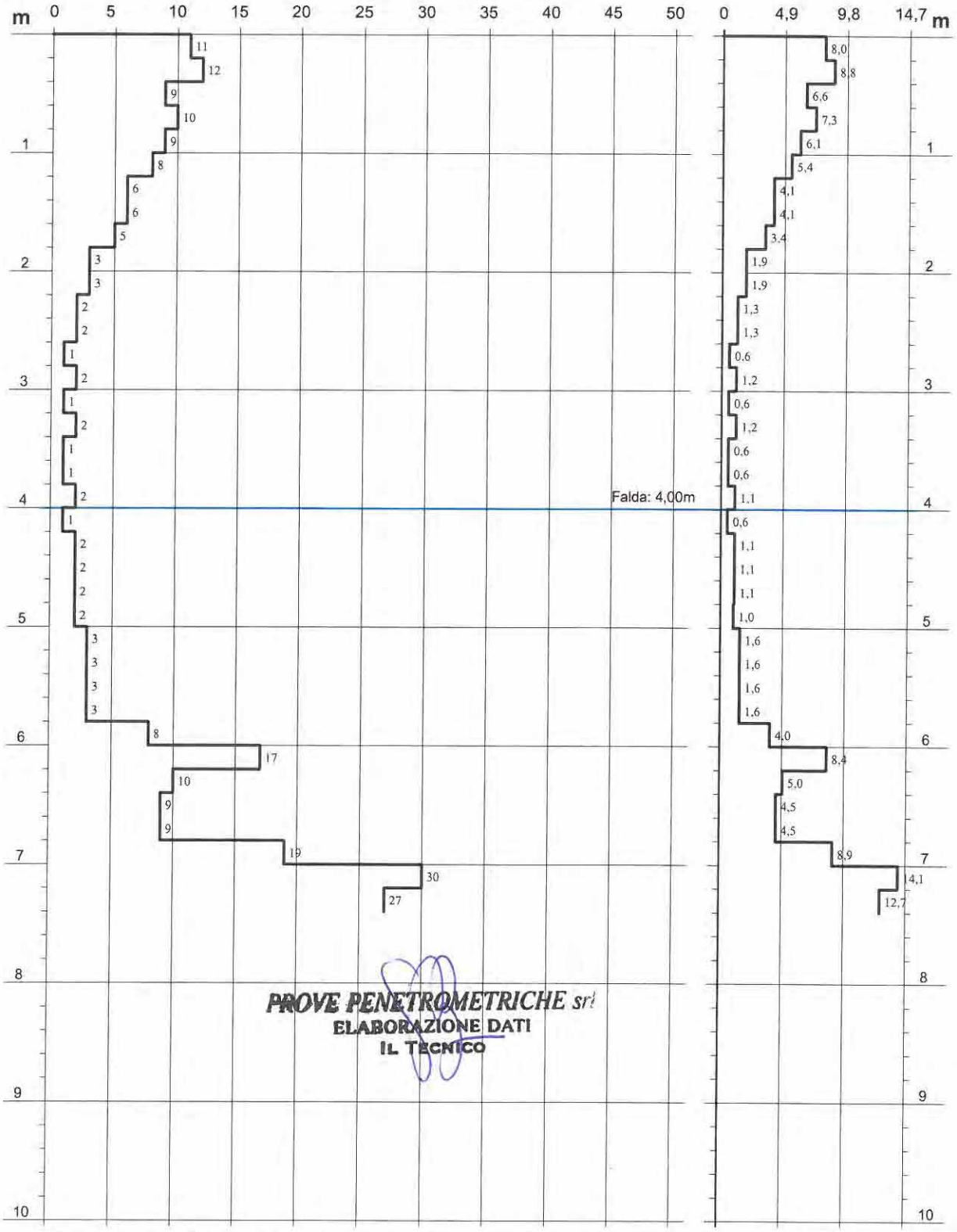
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente : Provincia di Modena
- lavoro : Ist. Agricoltura e Ambiente "L. Spallanzani"
- località : Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23
- sperimentatore : Dott. Geol. Salvatore Mucci
- note :

- data prova : 12/10/2011
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : 4,00 m da quota inizio
- data emiss. : 13/10/2011
- pagina n°: 2/2

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 0,20 m

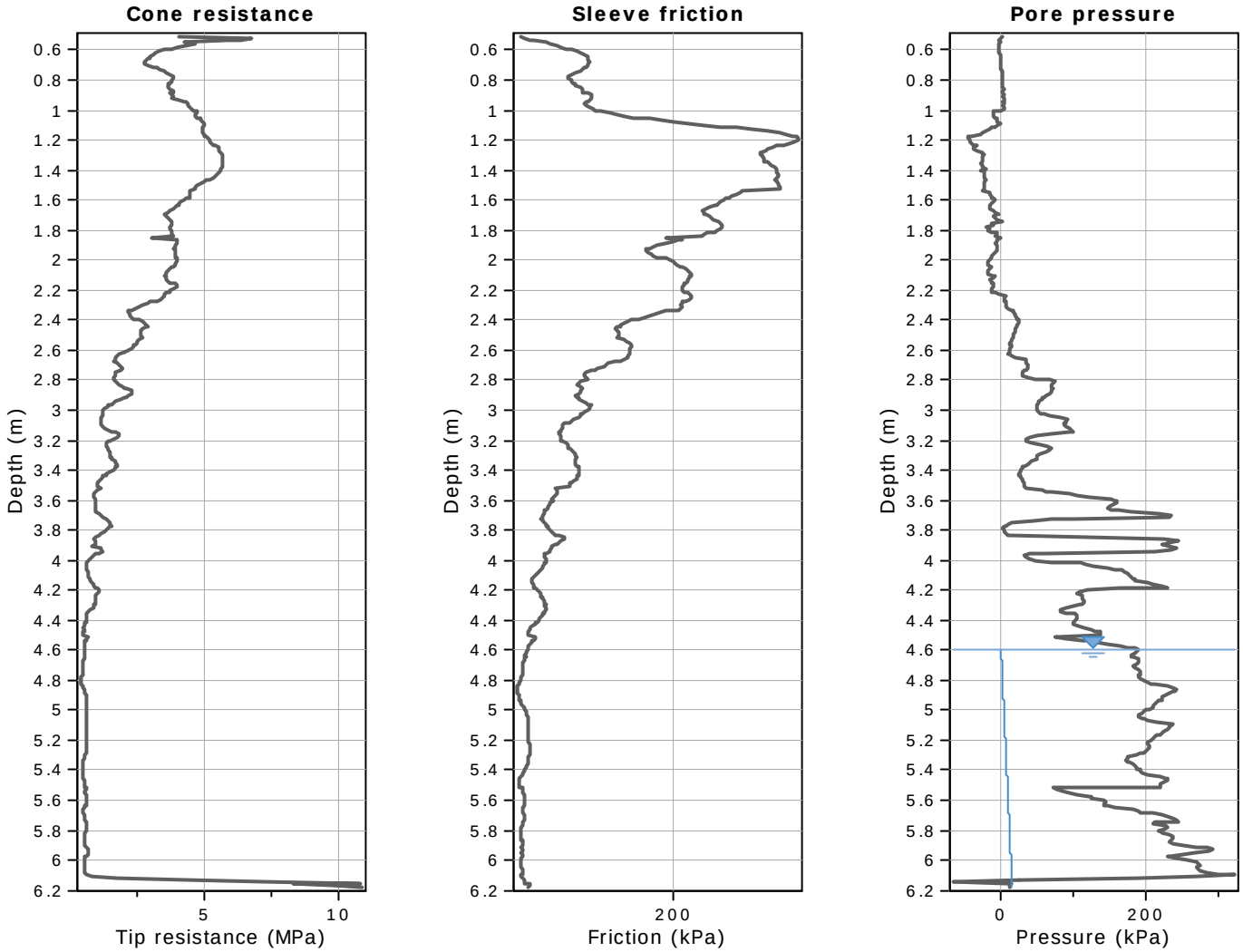


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

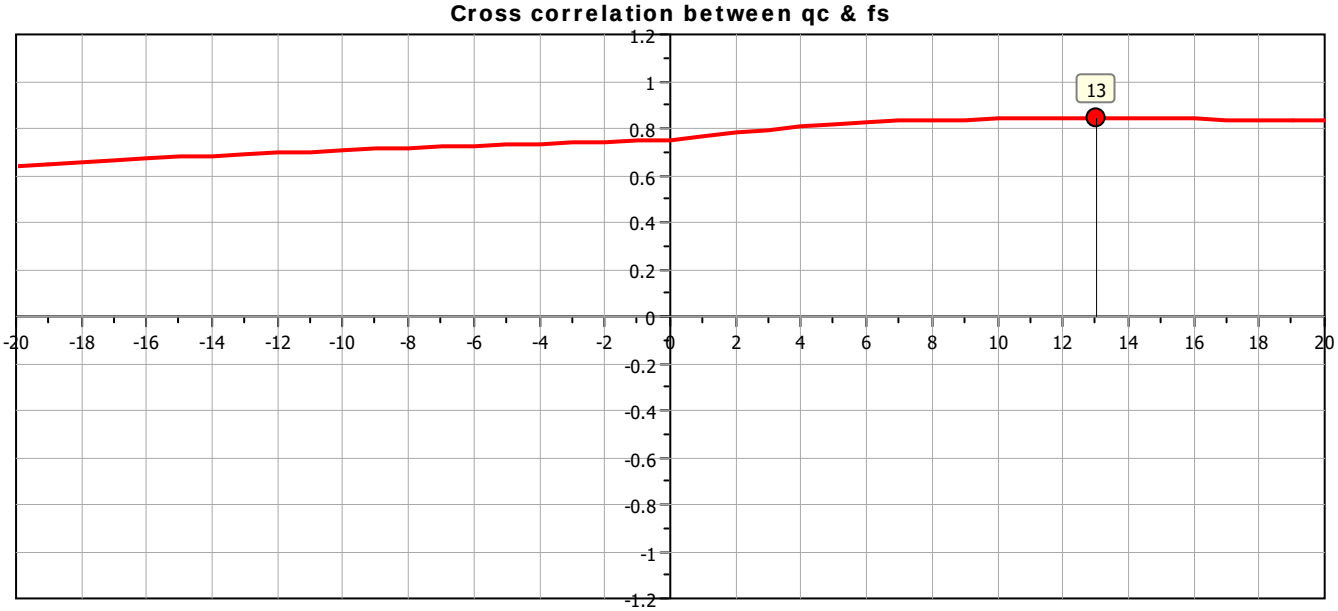
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1 - r08680
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).



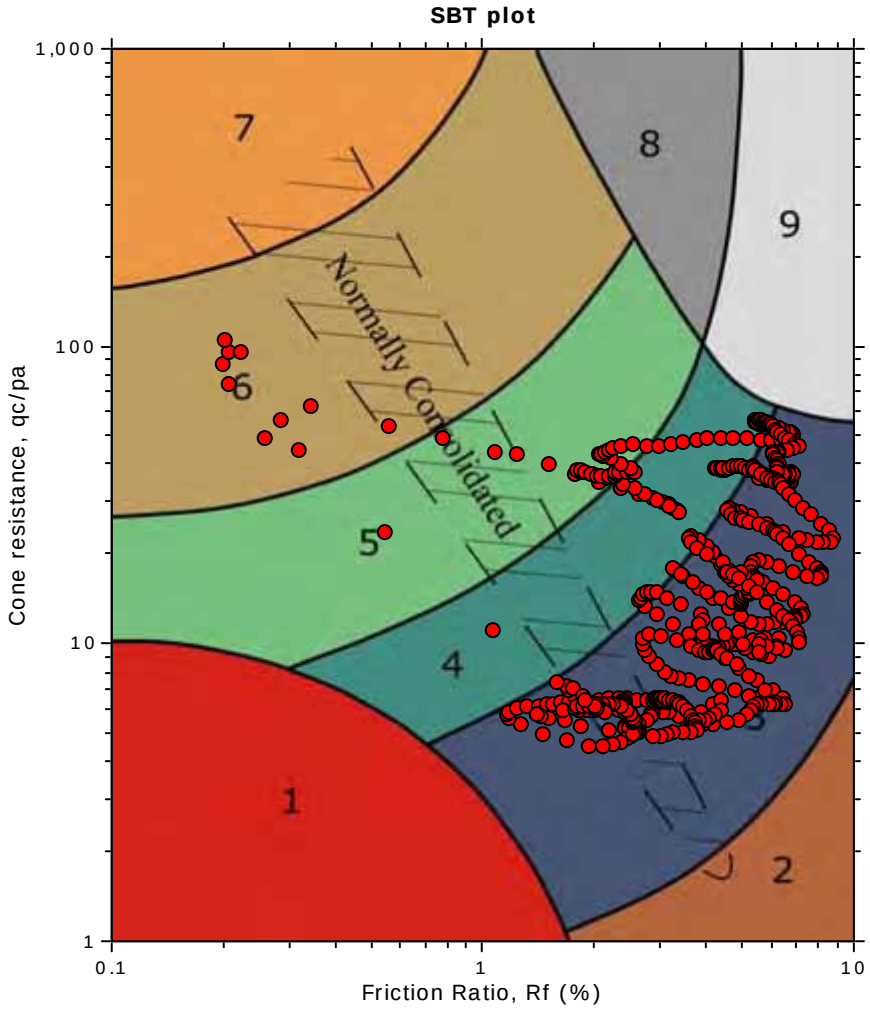
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

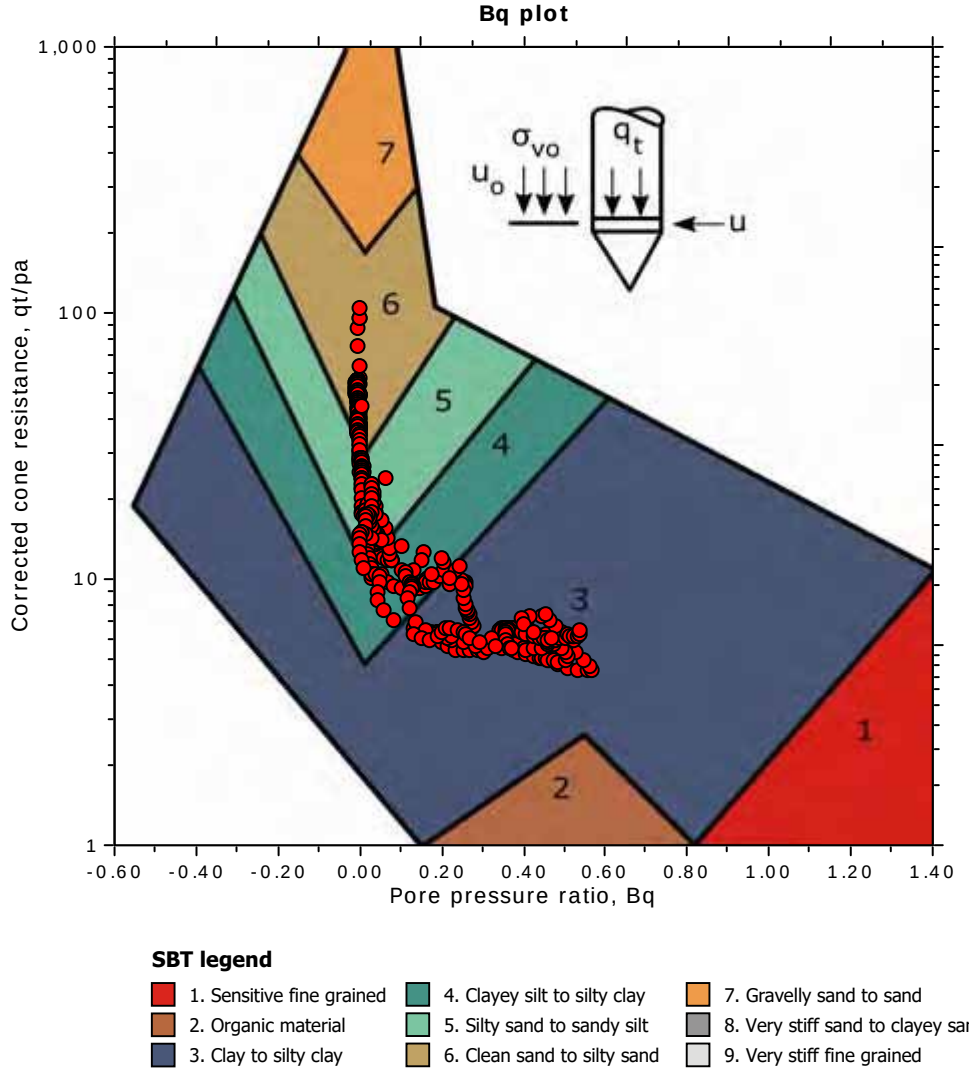
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots





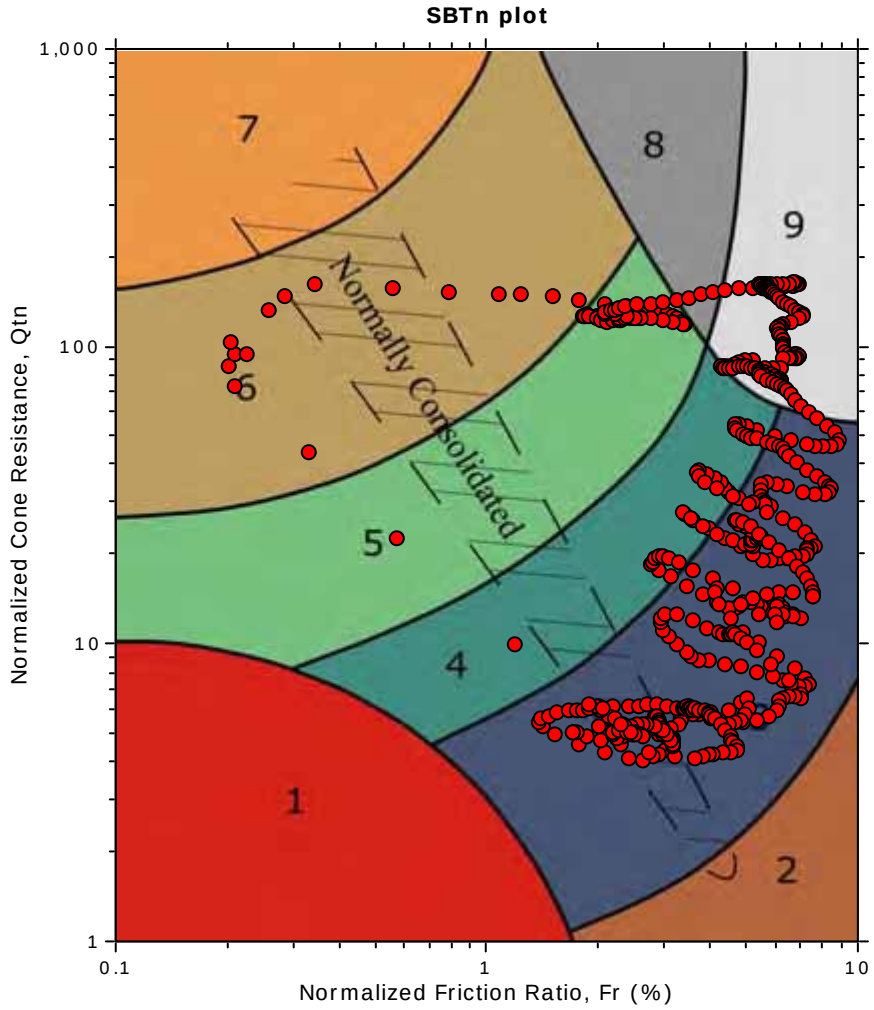
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

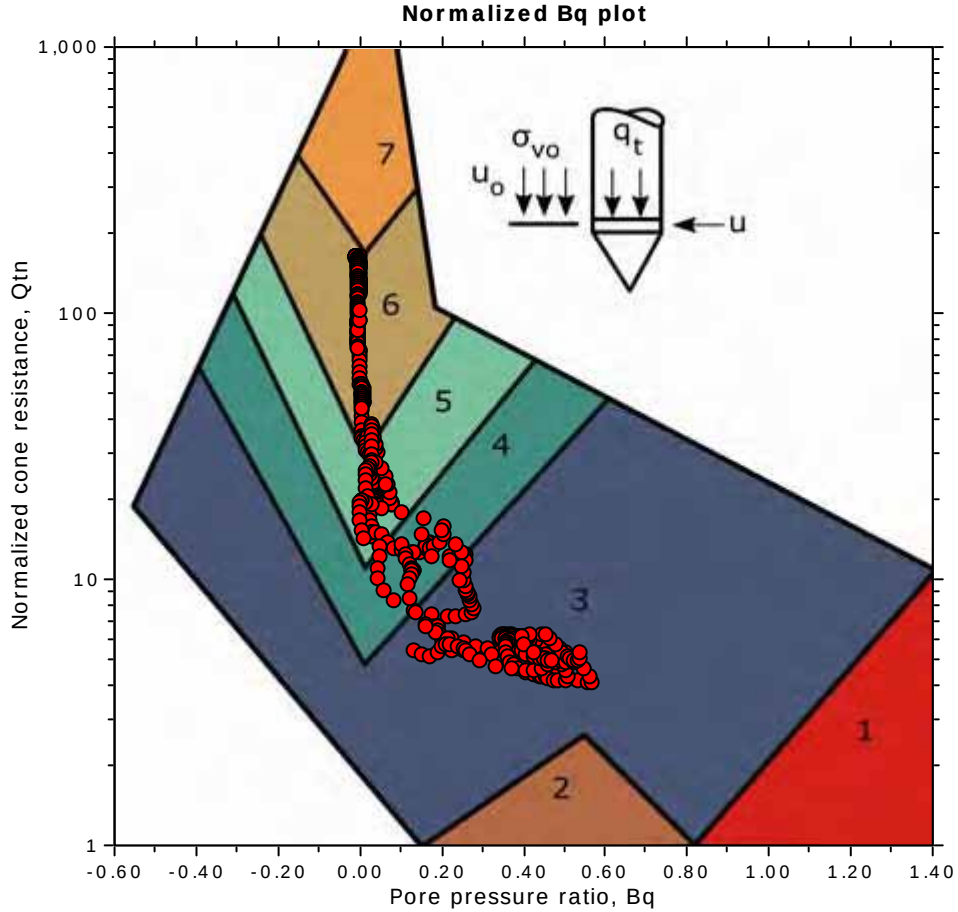
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots (normalized)





SBTn legend

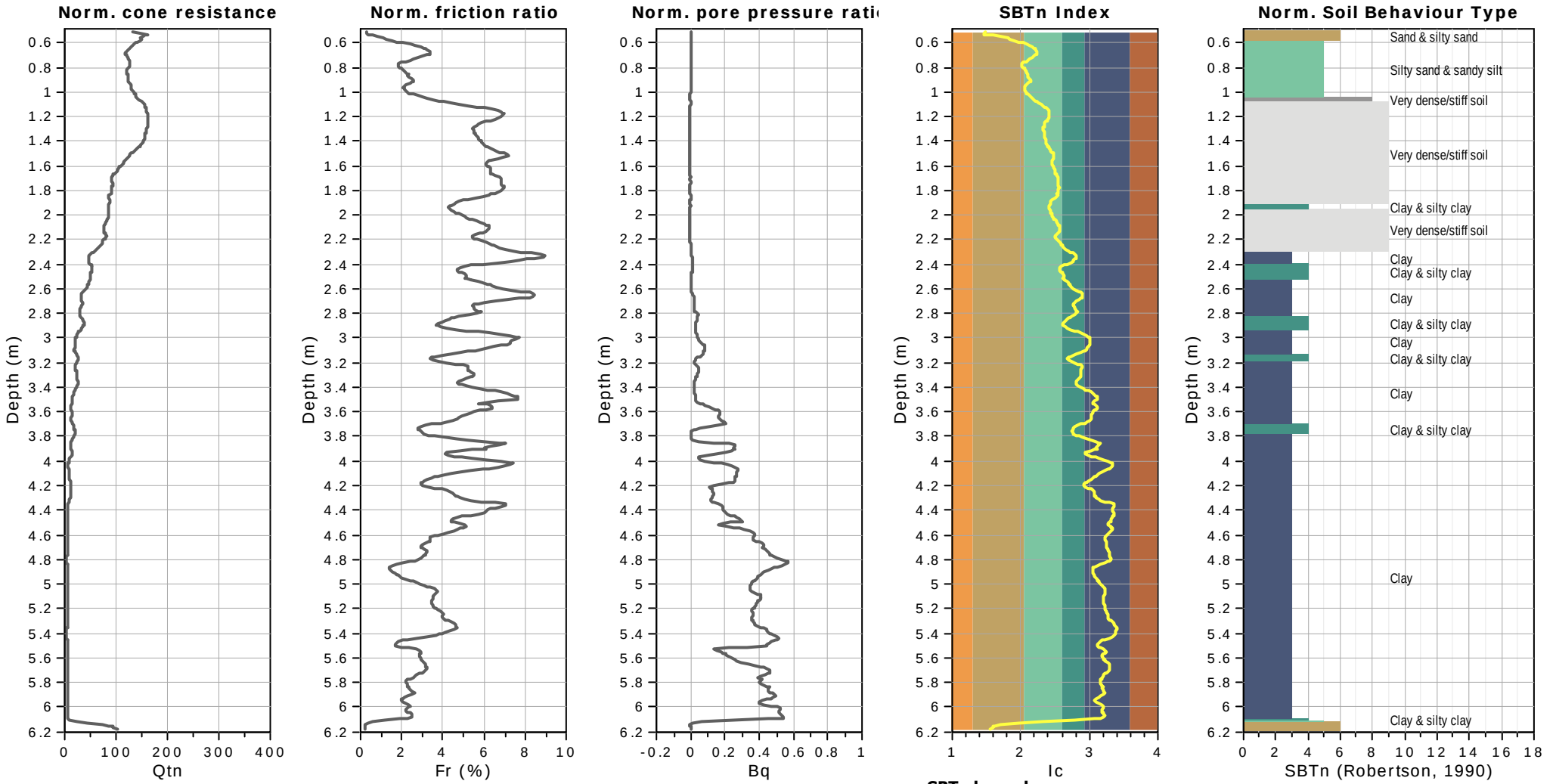
- 1. Sensitive fine grained
- 2. Organic material
- 3. Clay to silty clay
- 4. Clayey silt to silty clay
- 5. Silty sand to sandy silt
- 6. Clean sand to silty sand
- 7. Gravelly sand to sand
- 8. Very stiff sand to clayey sand
- 9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



SBTn legend

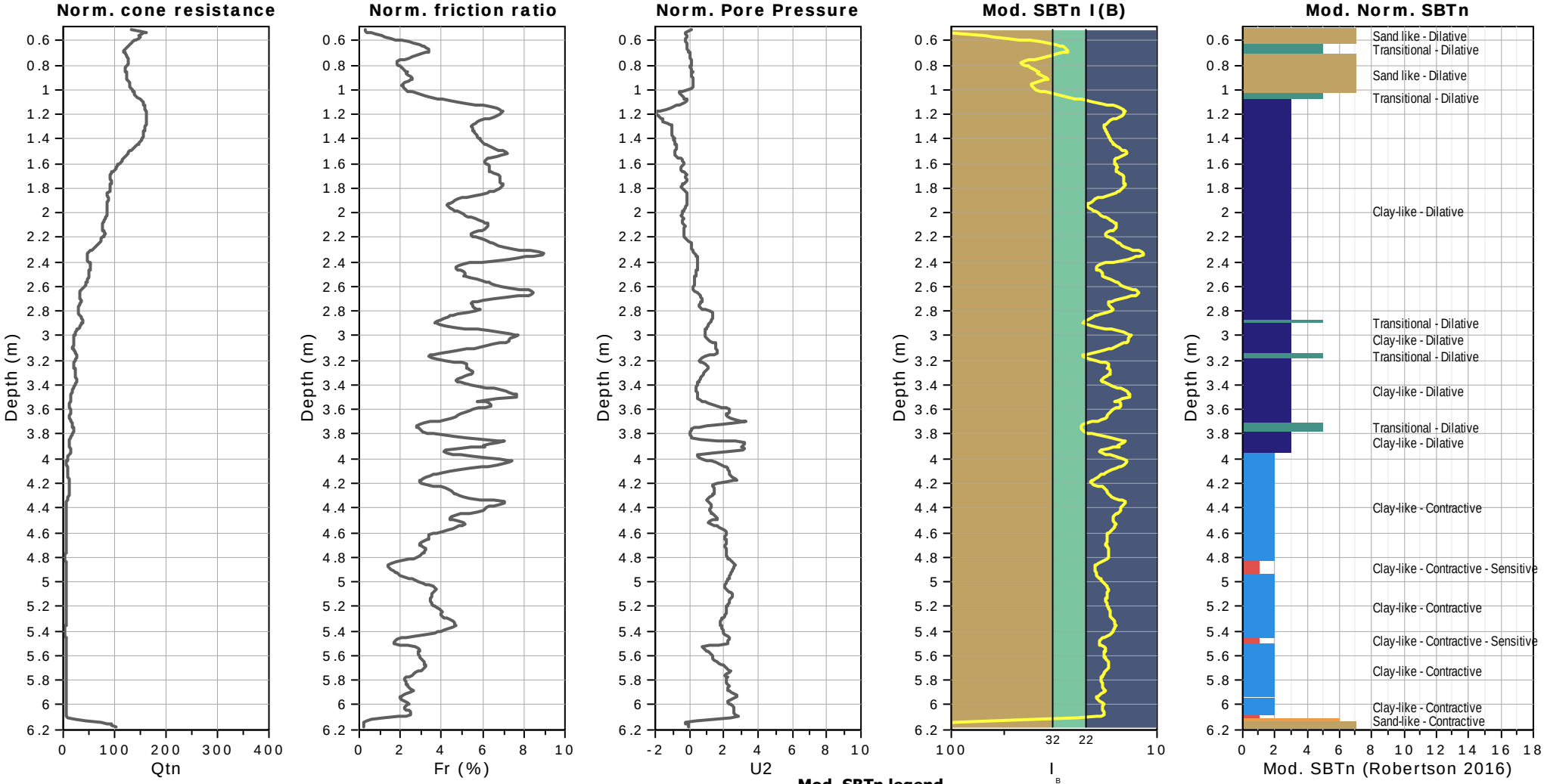
1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravely sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Mod. SBTn legend

1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
2. CC: Clay-like - Contractive
3. CD: Clay-Like: Dilative
4. TC: Transitional - Contractive
5. TD: Transitional - Dilative
6. SC: Sand-like - Contractive
7. SD: Sand-like - Dilative

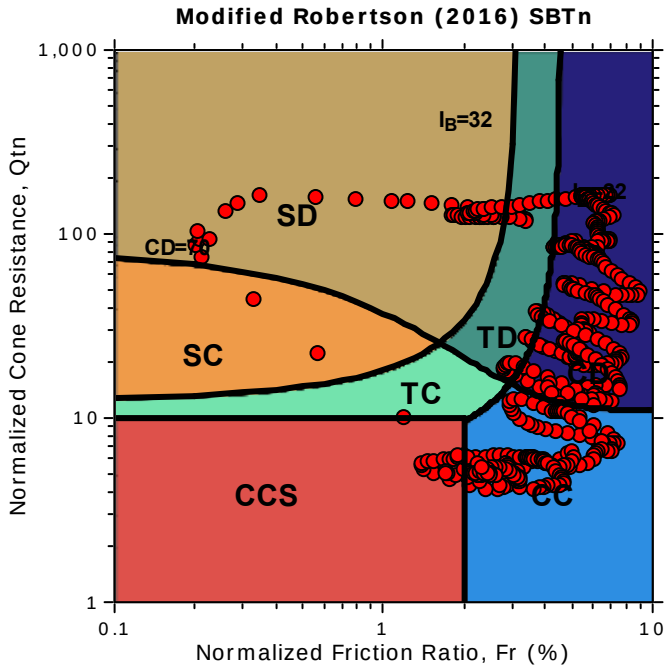
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

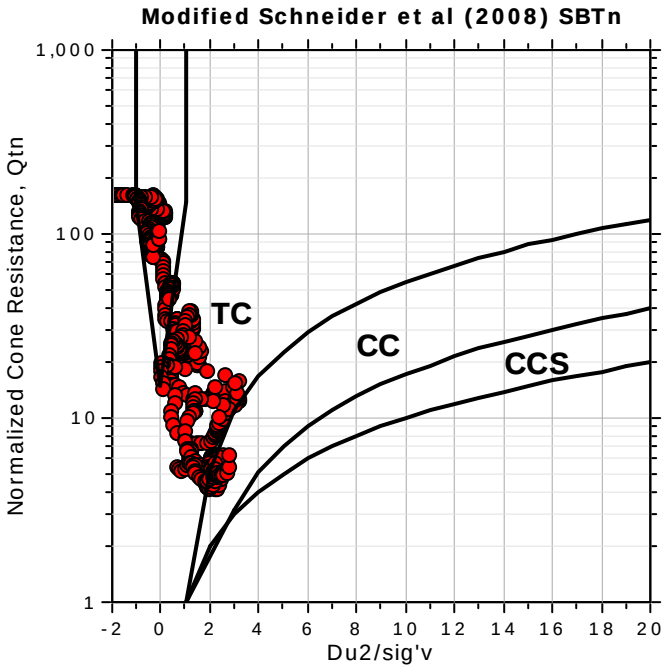
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

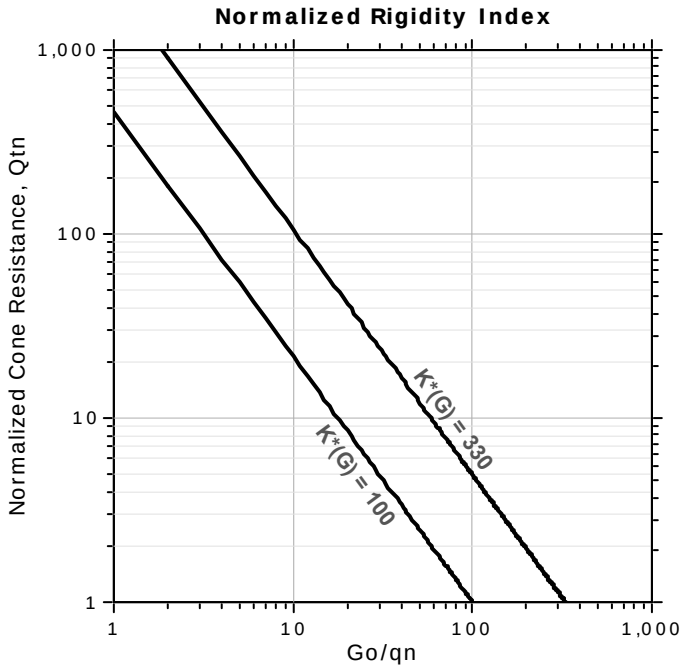
CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

Updated SBTn plots







CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

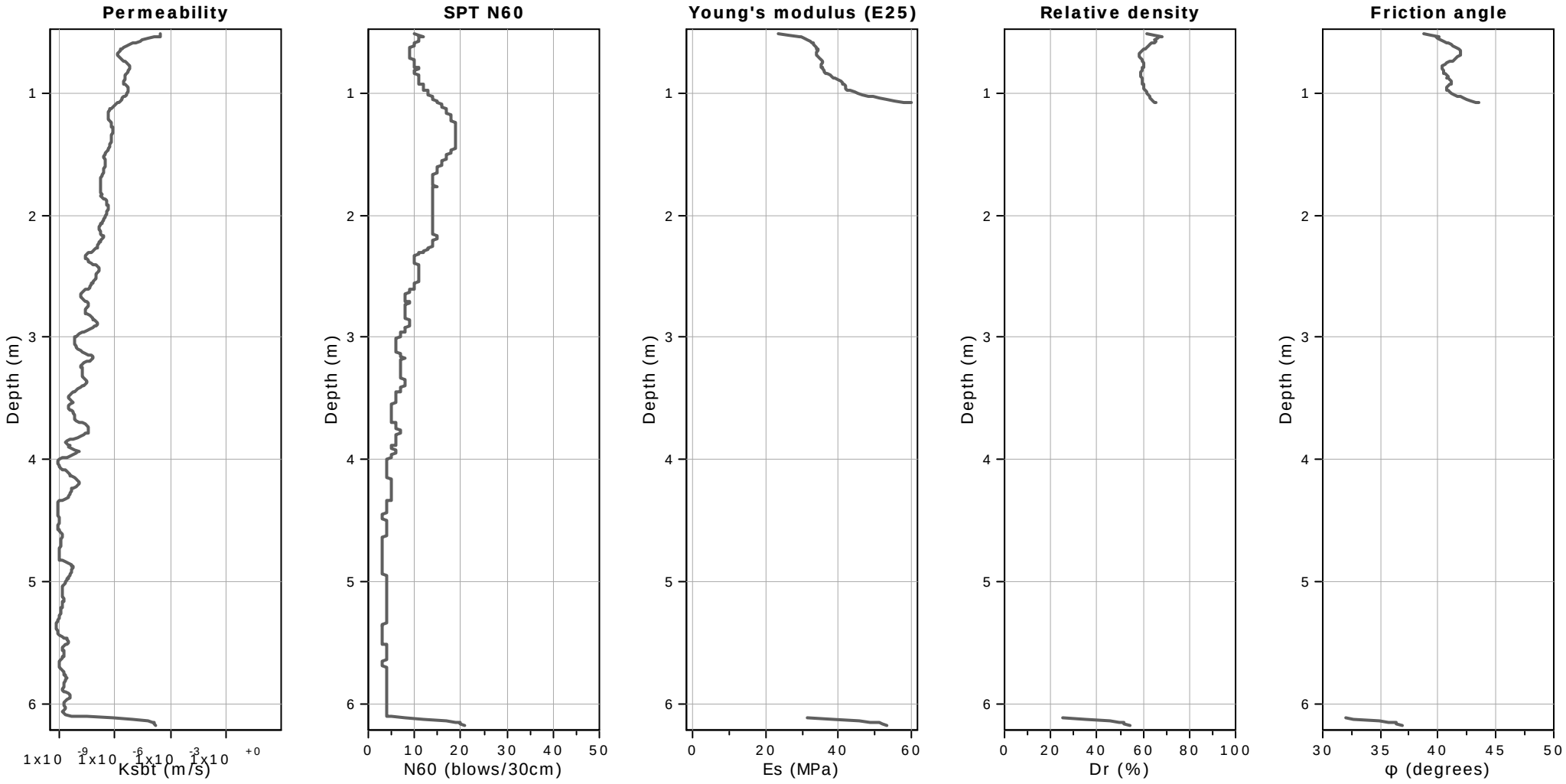
K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

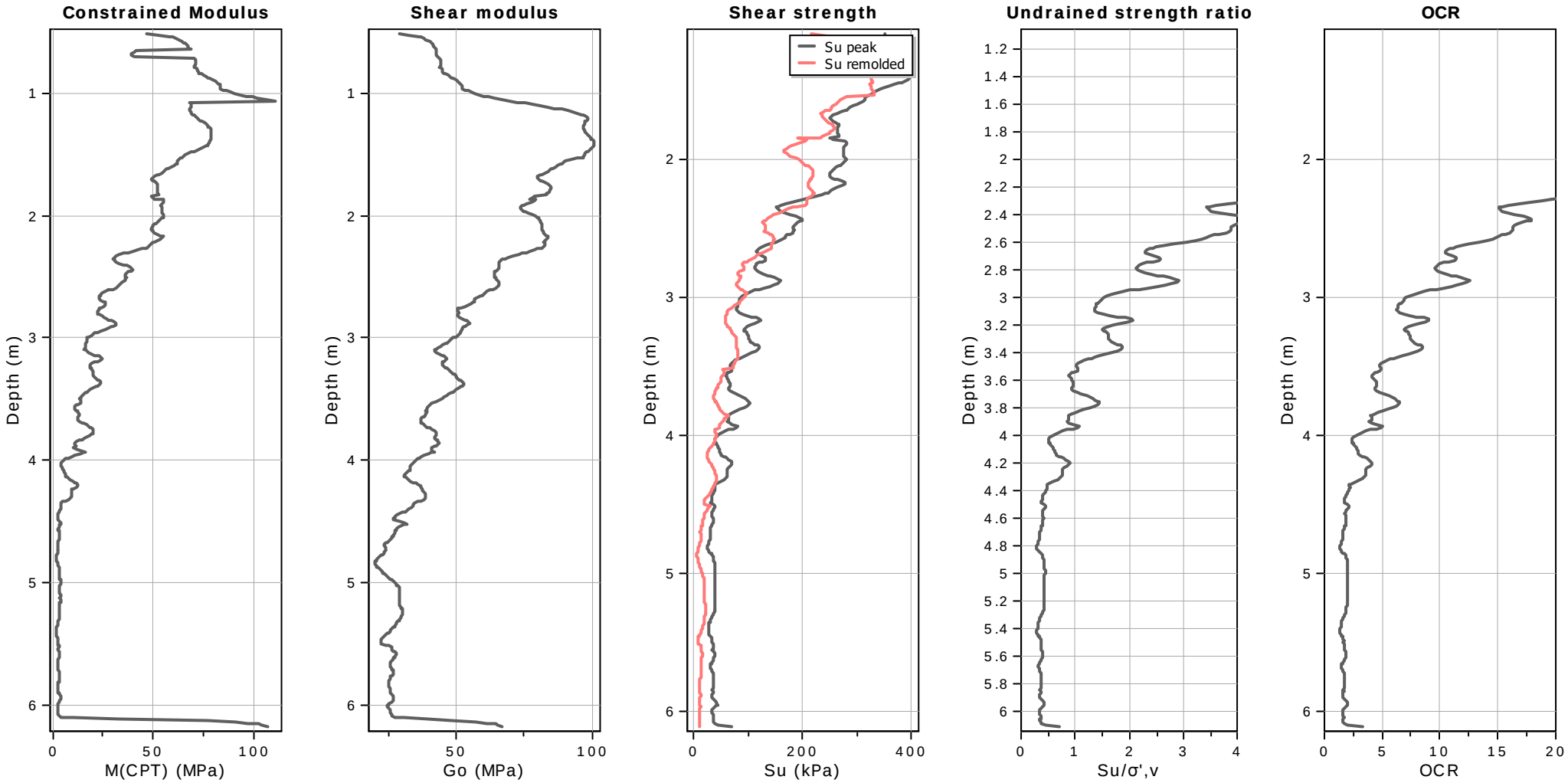
Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)
User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

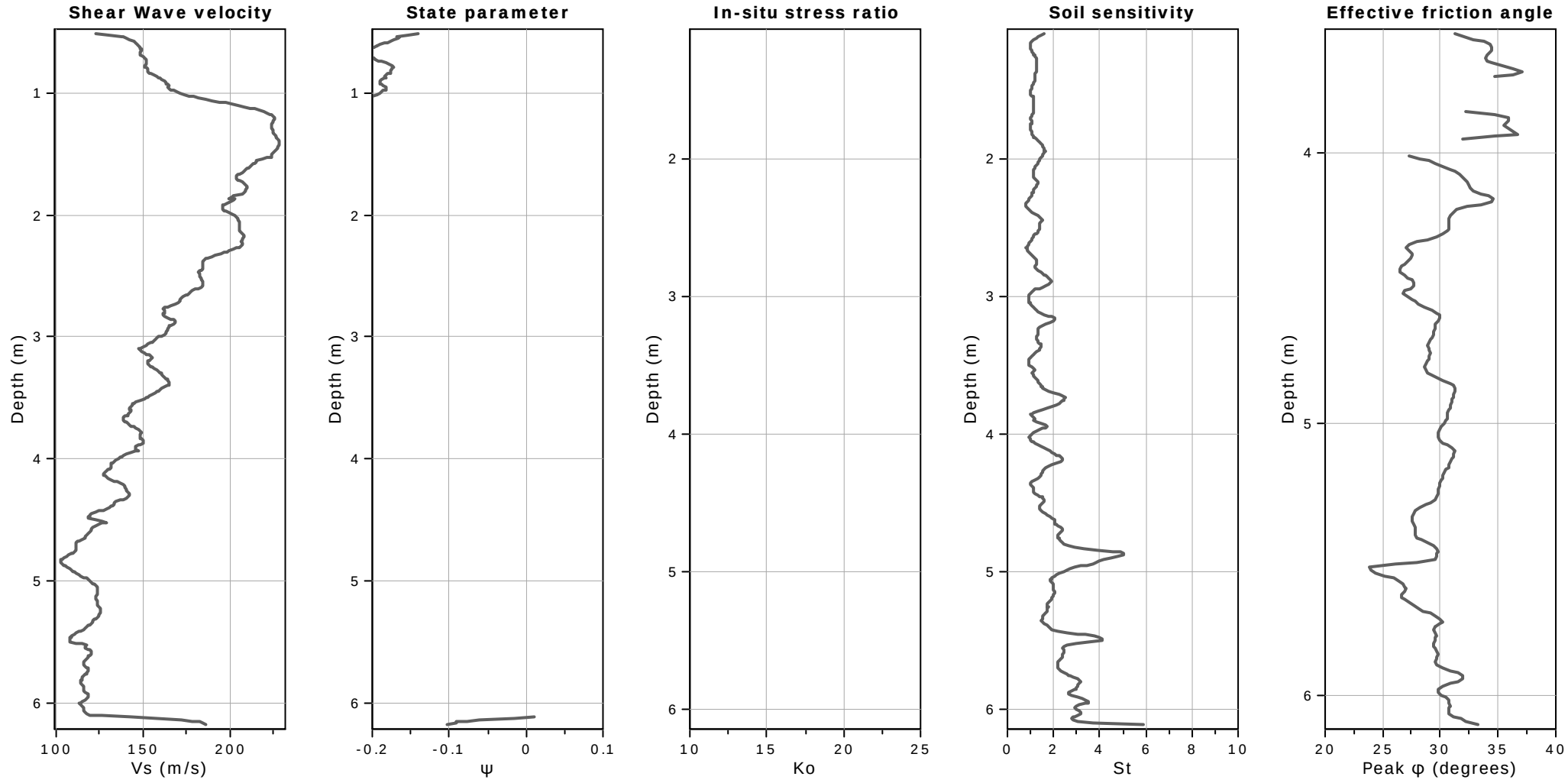
Constrained modulus: Based on variable *alpha* using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable *alpha* using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: 14
OCR factor for clays, N_{kt}: 0.33
User defined estimation data
Flat Dilatometer Test data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 7.00

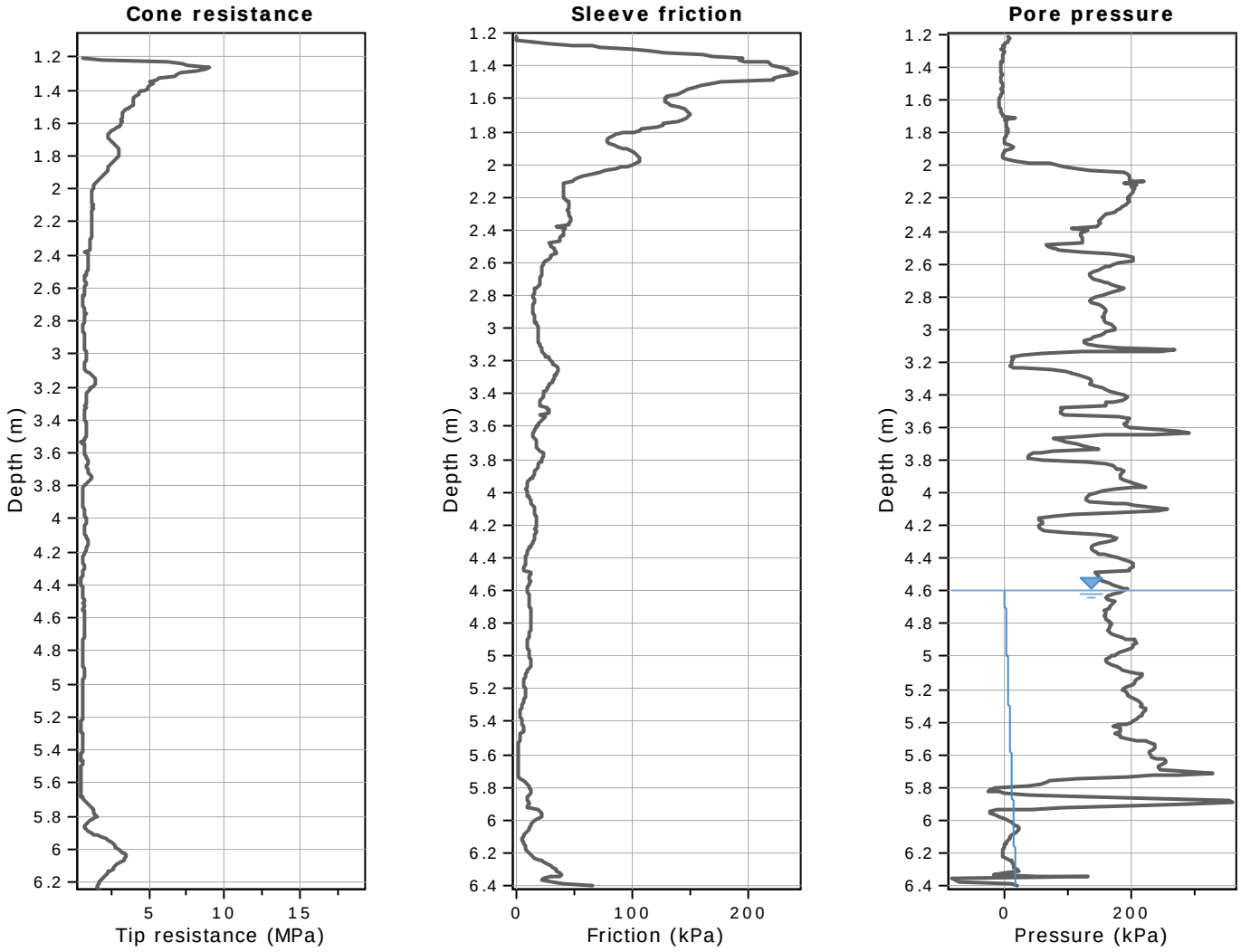
User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

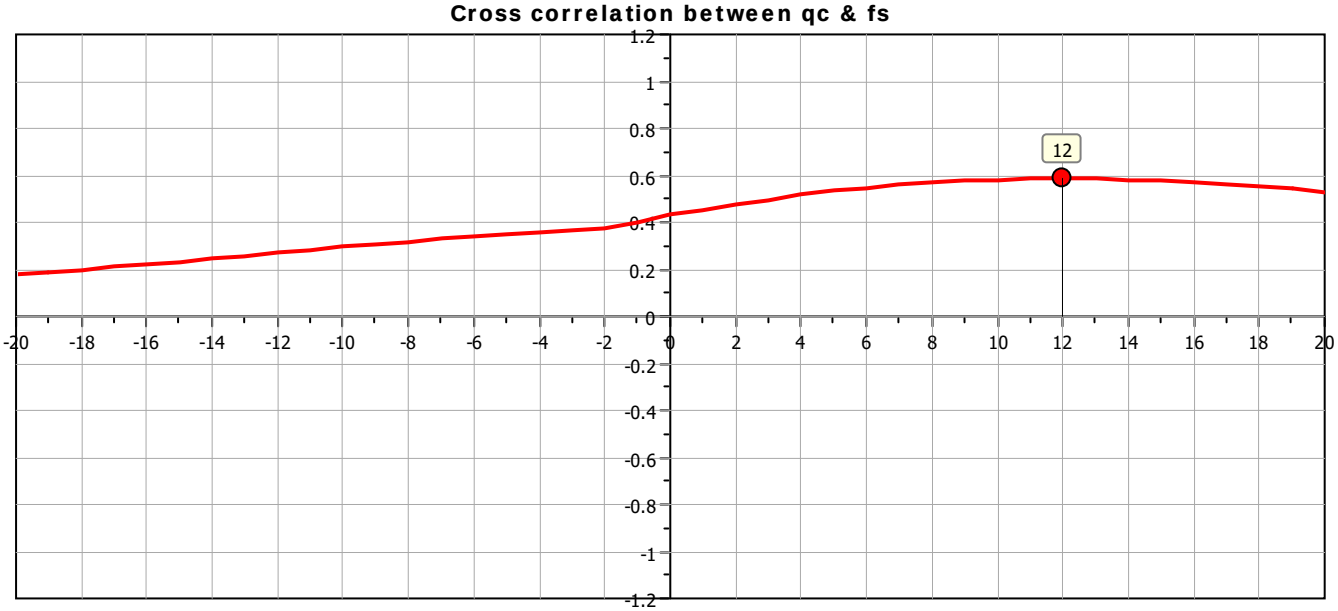
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2 r08681
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).



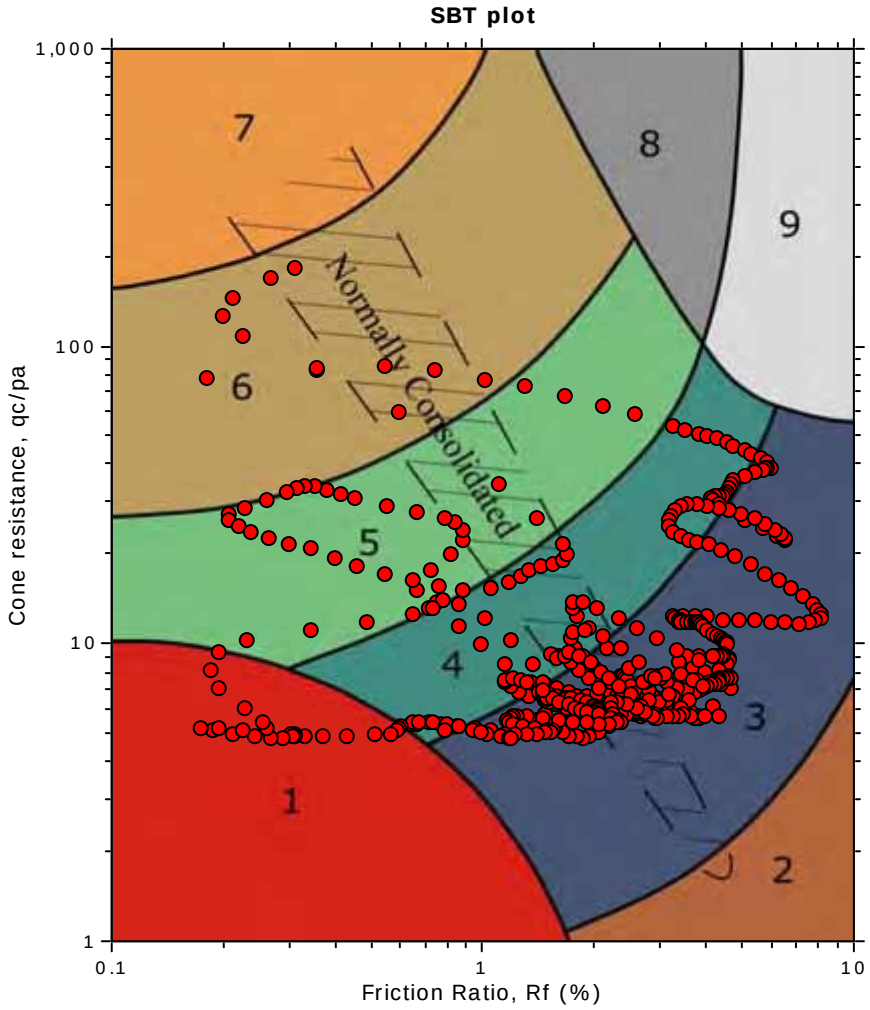
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

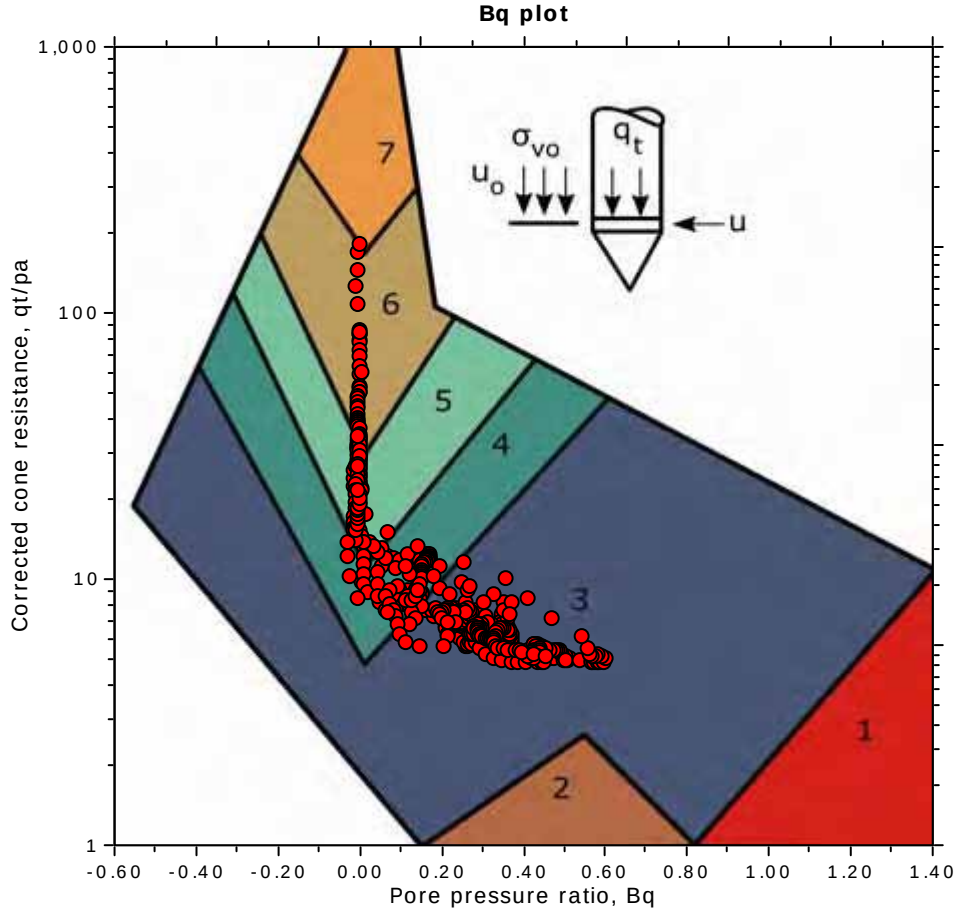
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots





SBT legend

1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravelly sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

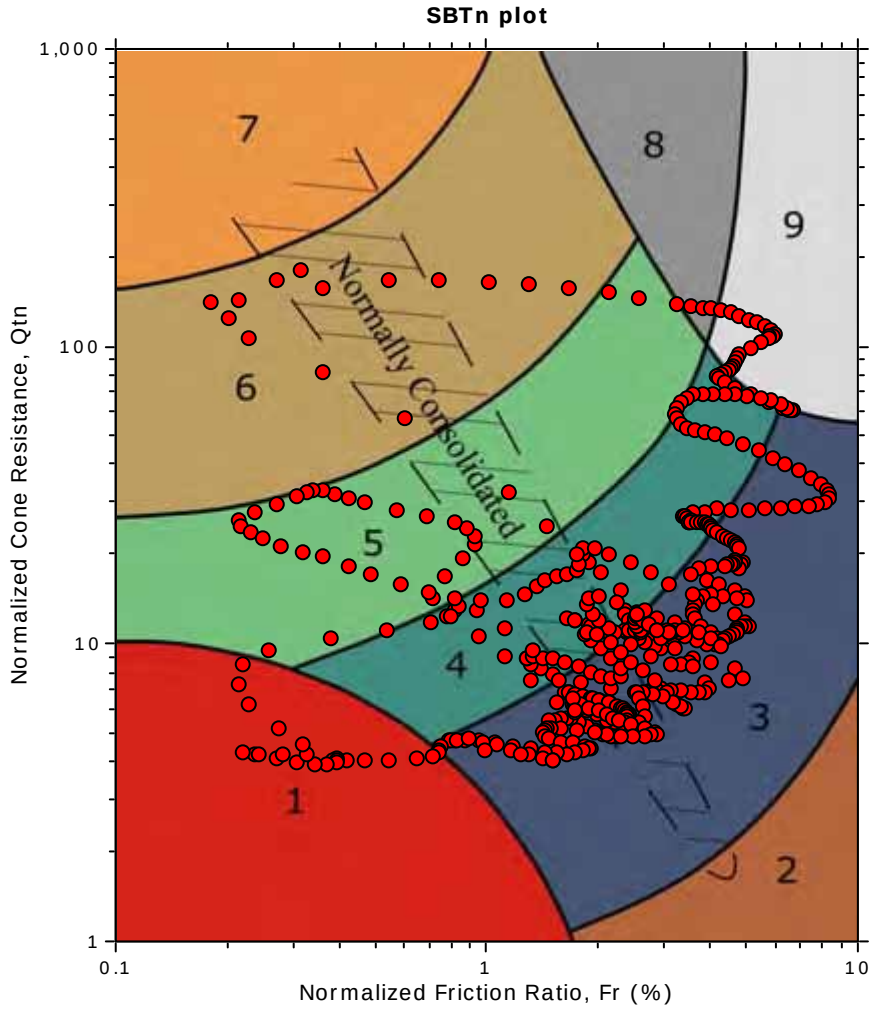
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

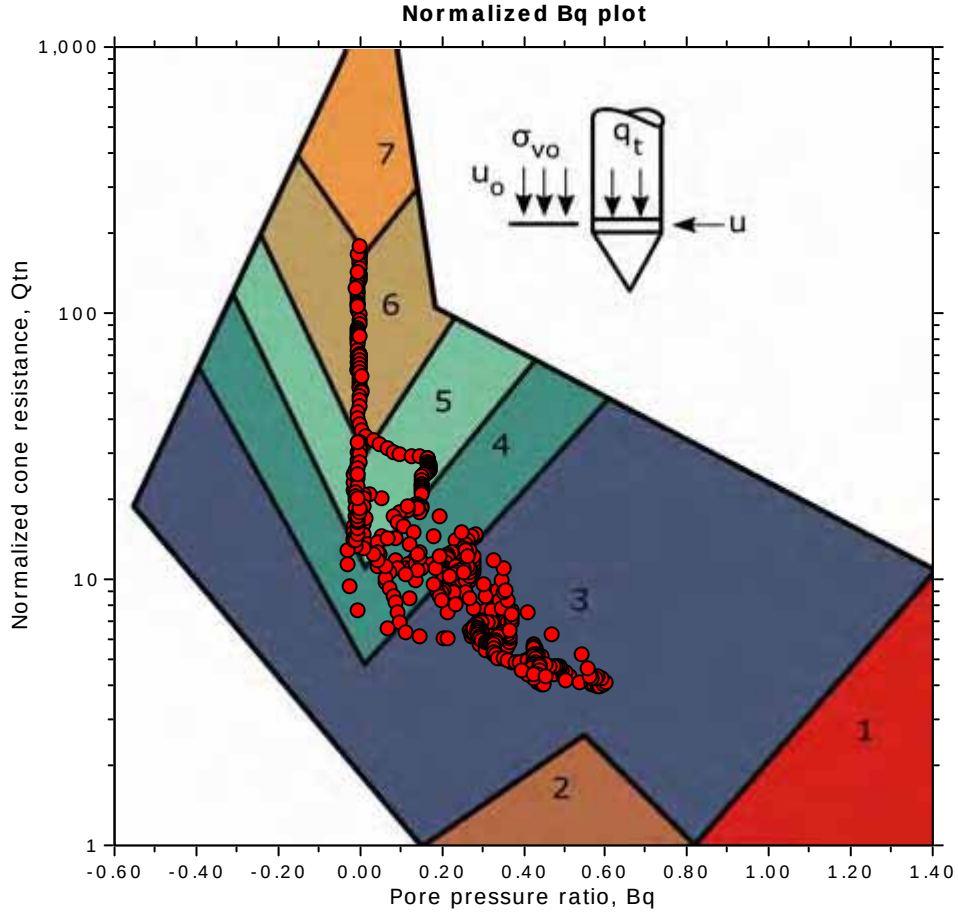
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots (normalized)





SBTn legend

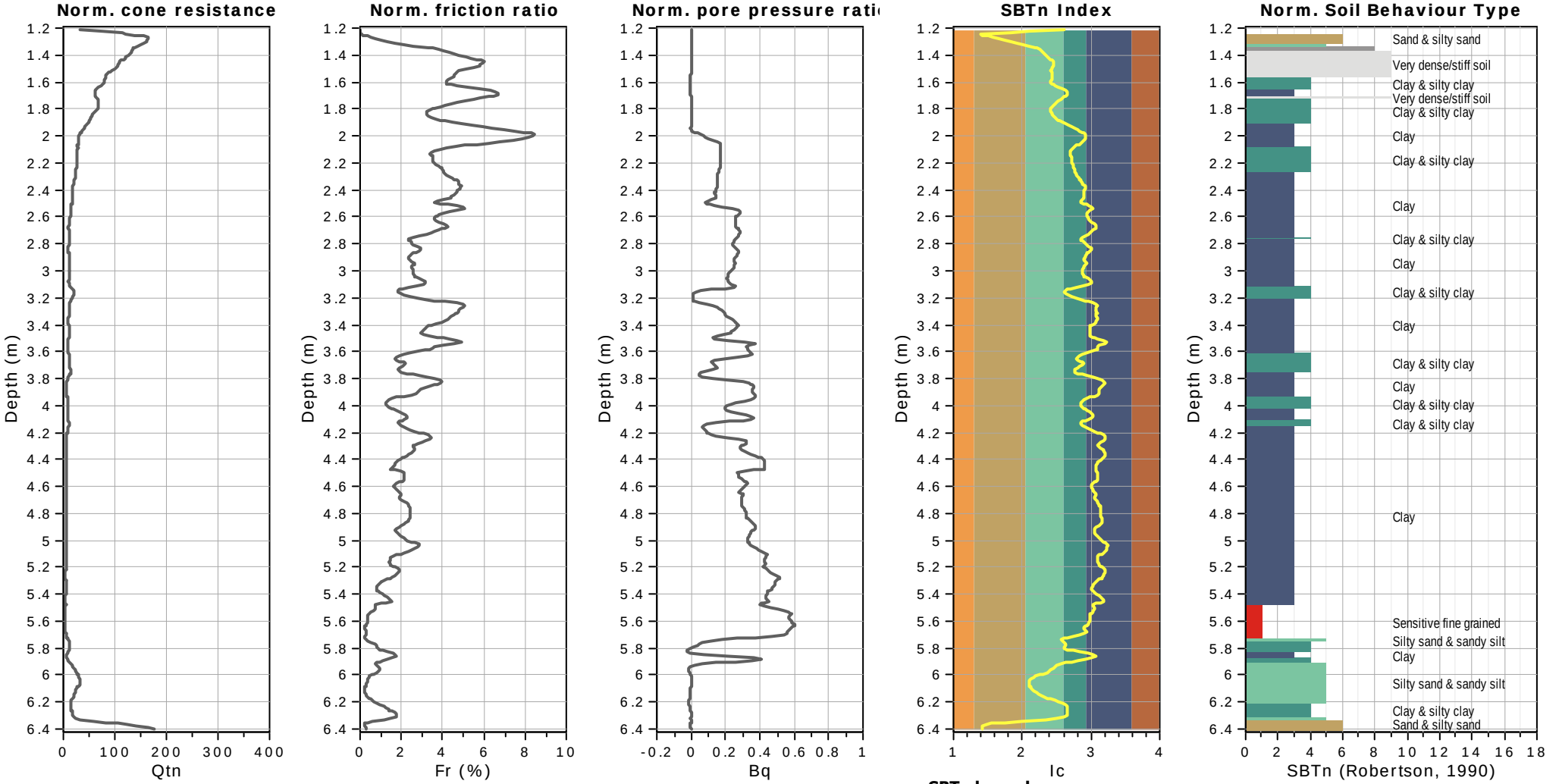
- 1. Sensitive fine grained
- 2. Organic material
- 3. Clay to silty clay
- 4. Clayey silt to silty clay
- 5. Silty sand to sandy silt
- 6. Clean sand to silty sand
- 7. Gravelly sand to sand
- 8. Very stiff sand to clayey sand
- 9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



SBTn legend

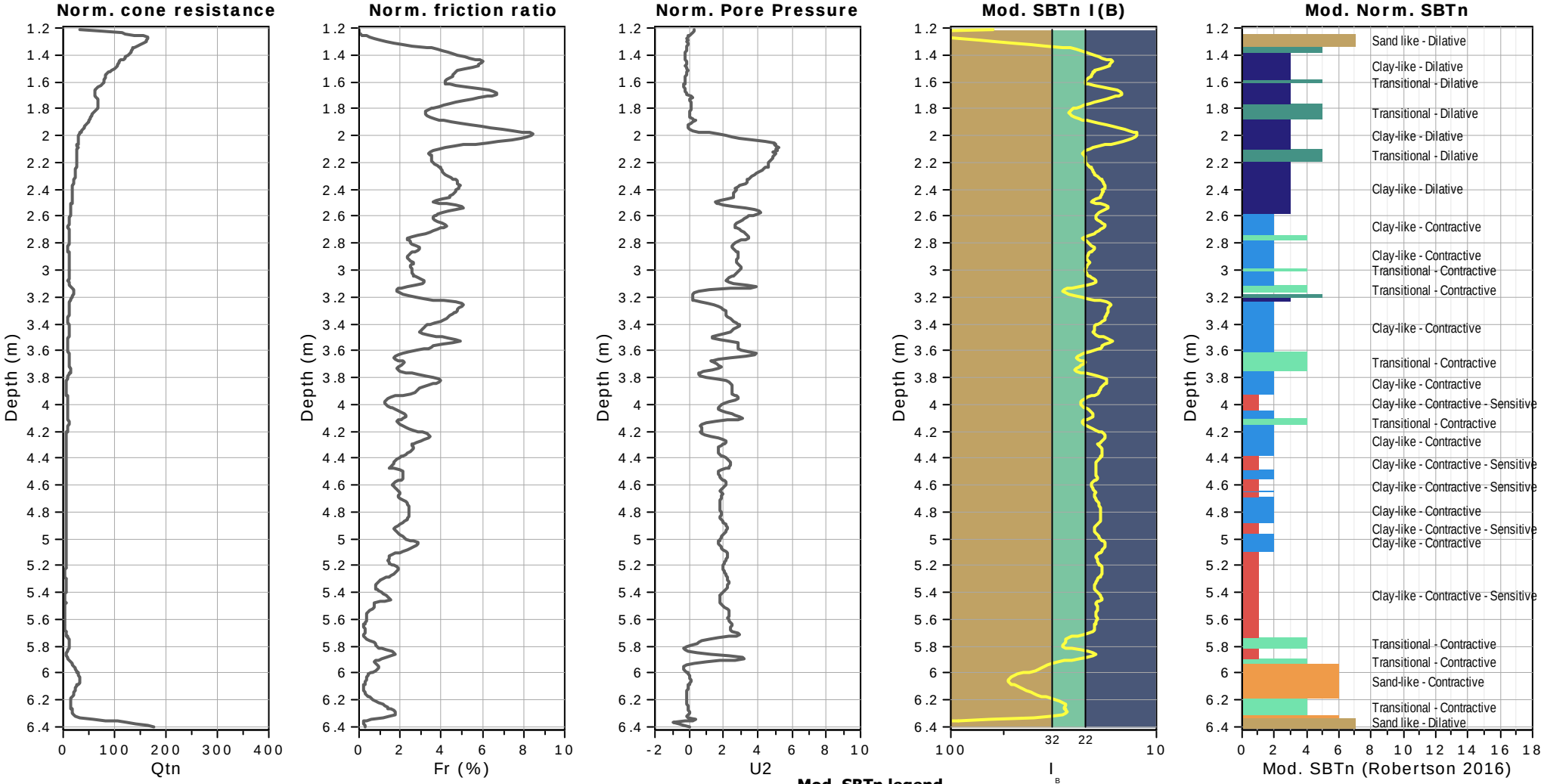
1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravely sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Mod. SBTn legend

1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
2. CC: Clay-like - Contractive
3. CD: Clay-Like: Dilative
4. TC: Transitional - Contractive
5. TD: Transitional - Dilative
6. SC: Sand-like - Contractive
7. SD: Sand-like - Dilative

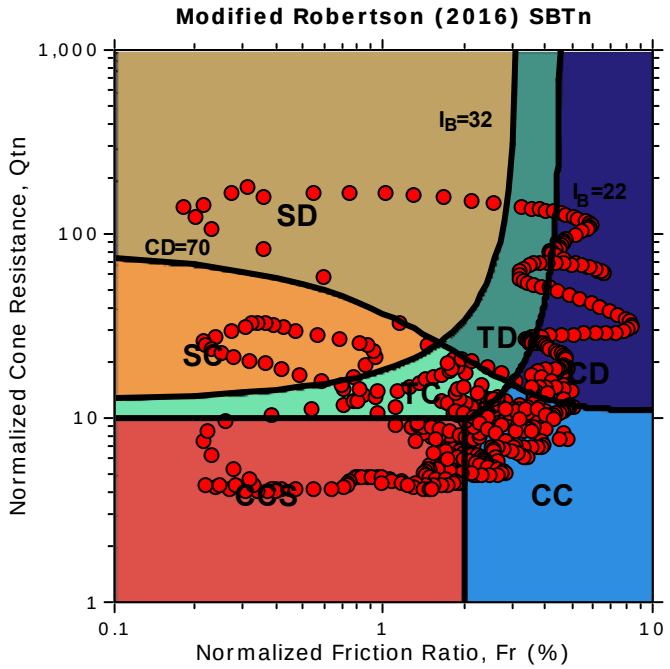
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

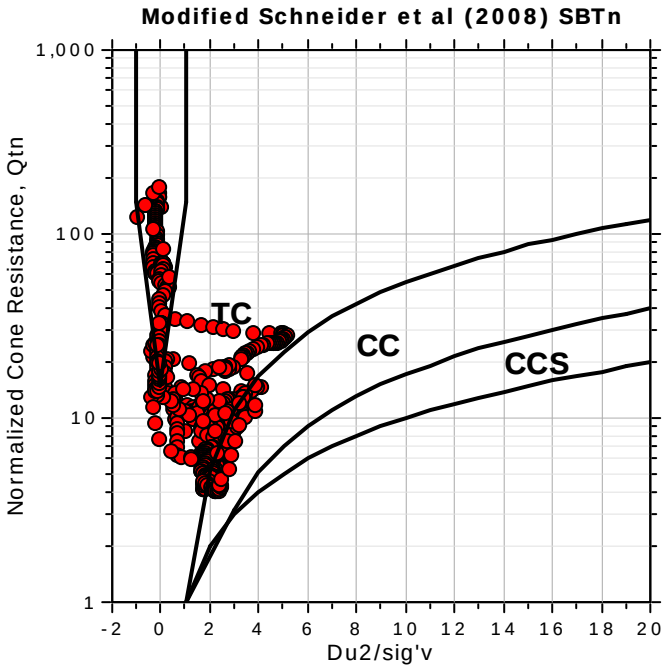
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

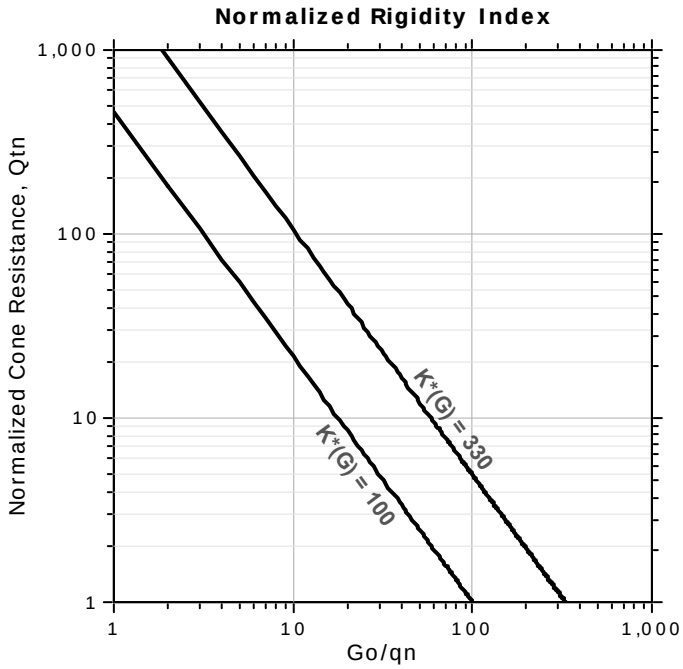
CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

Updated SBTn plots







CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

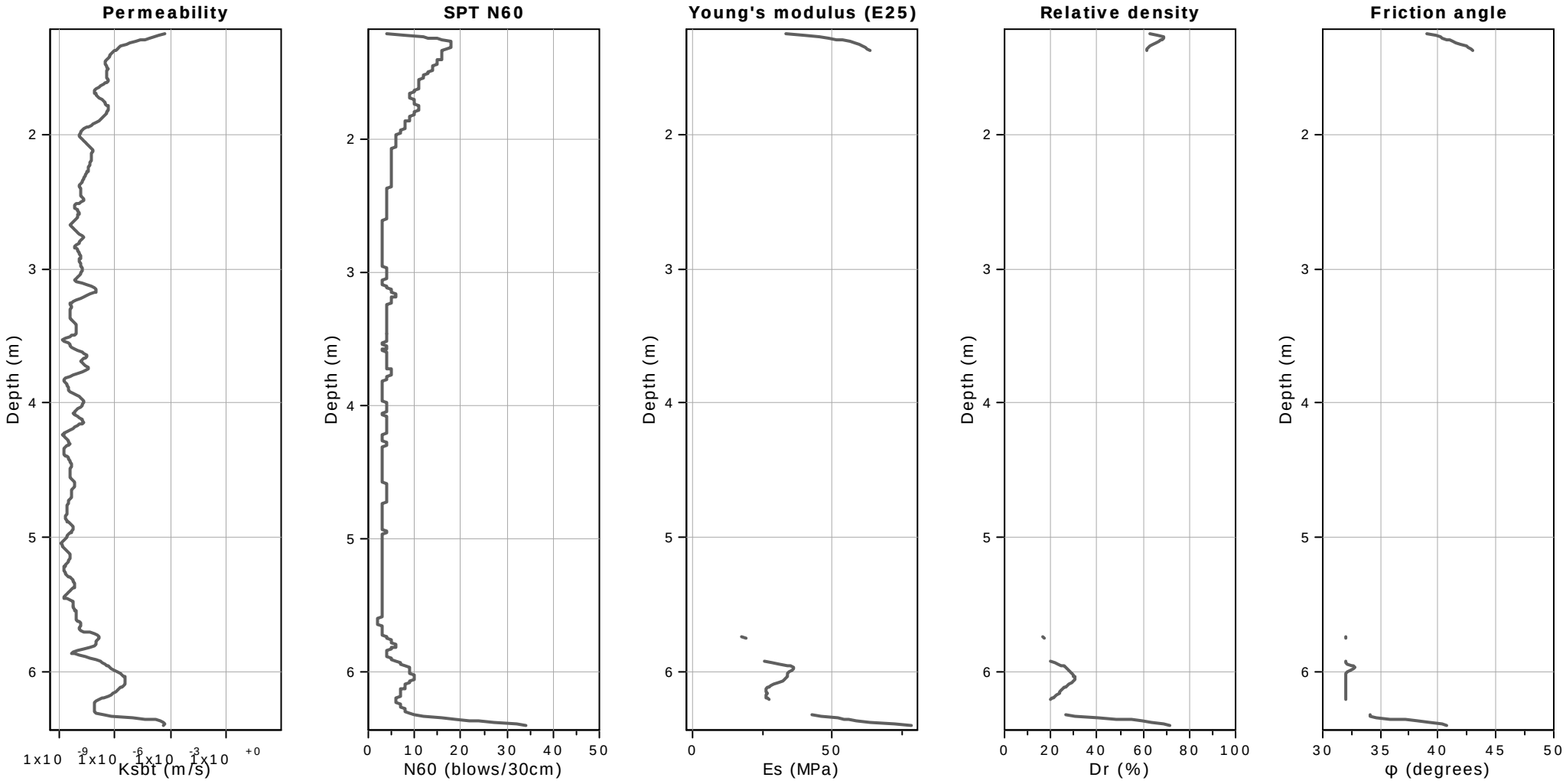
K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

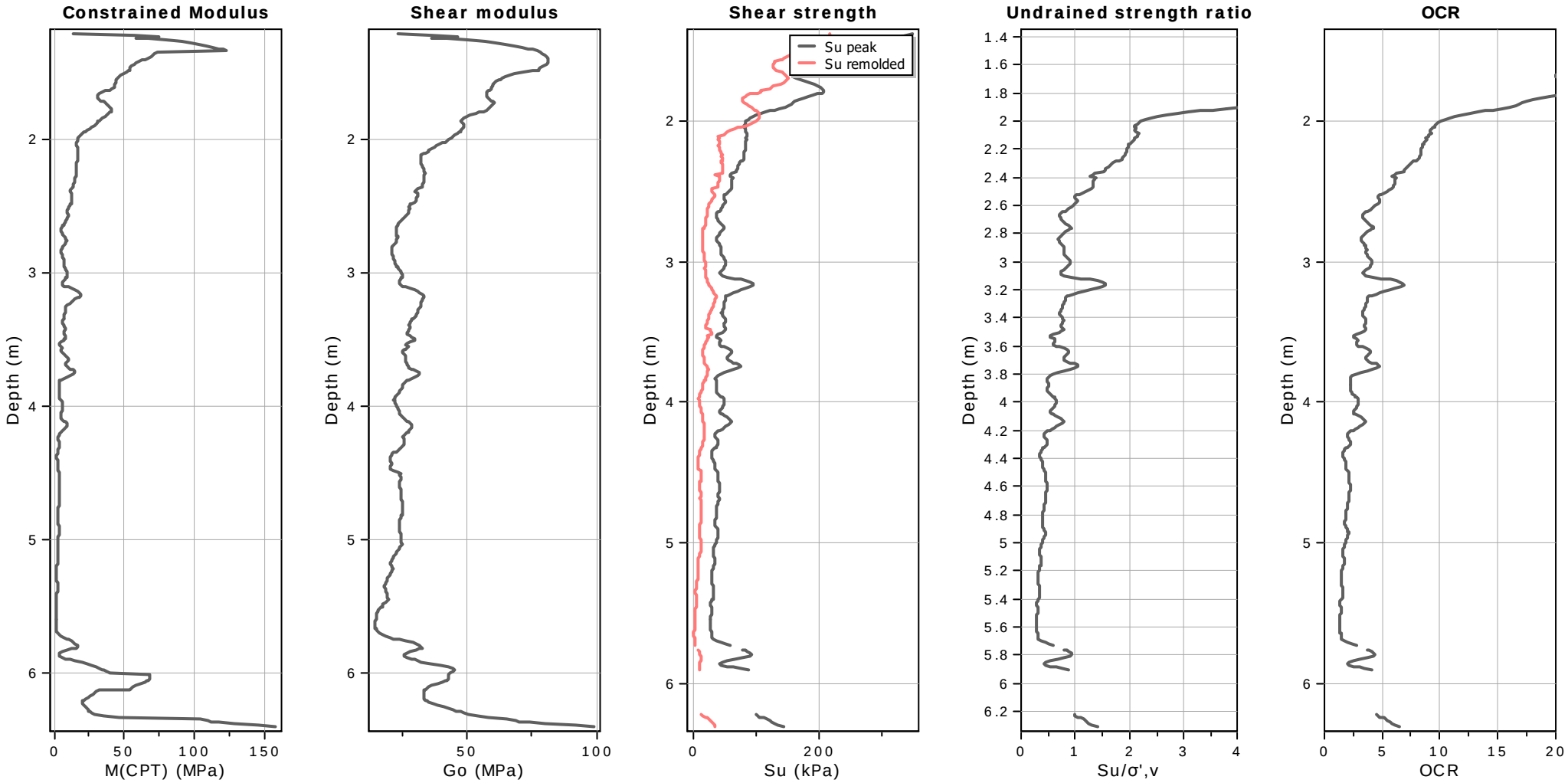
Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)
User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

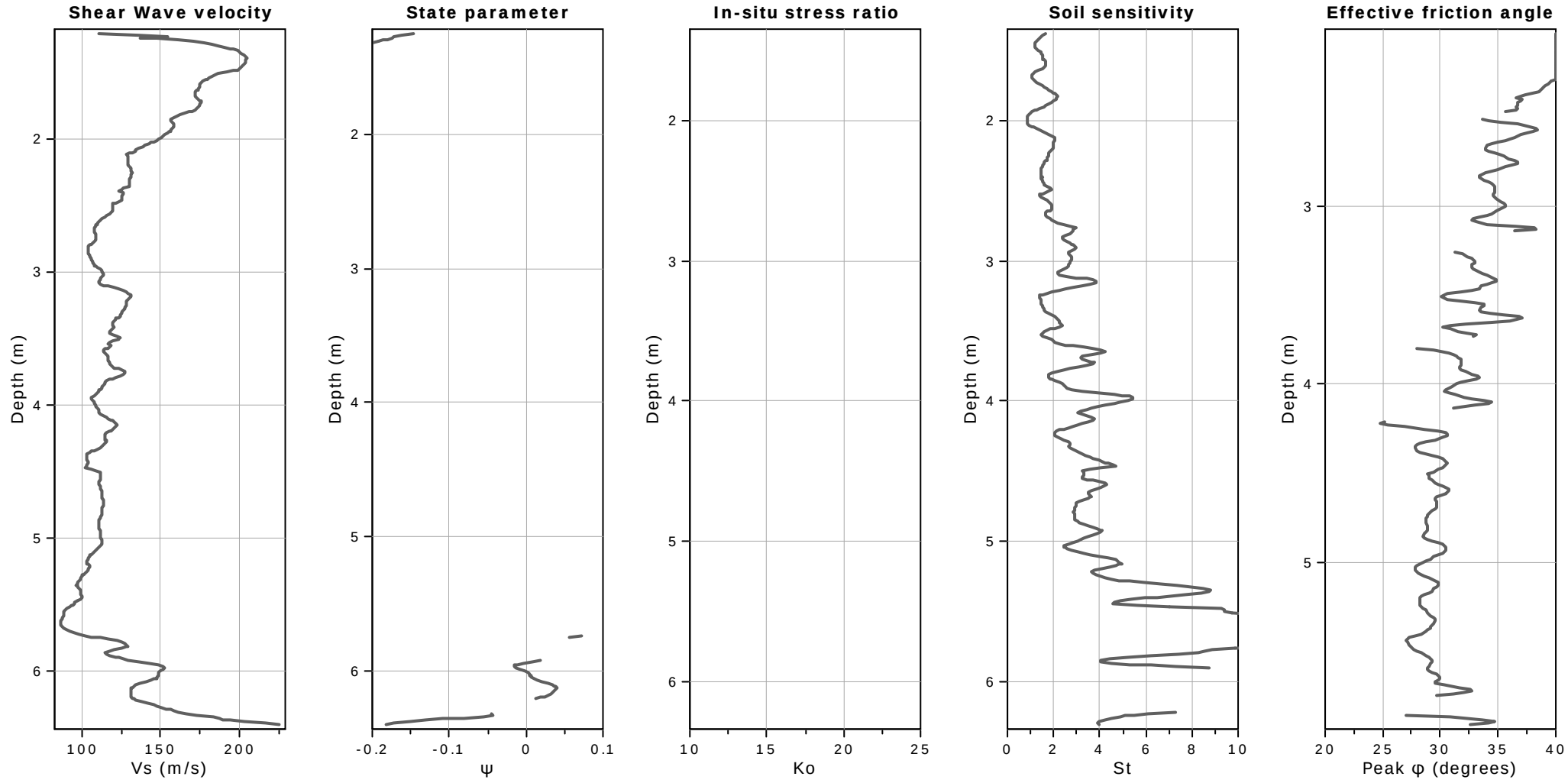
Constrained modulus: Based on variable *alpha* using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable *alpha* using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: 14
OCR factor for clays, N_{kt}: 0.33
User defined estimation data
Flat Dilatometer Test data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 7.00

User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

GeoLogismiki
Geotechnical Engineers
Merarhias 56
http://www.geologismiki.gr

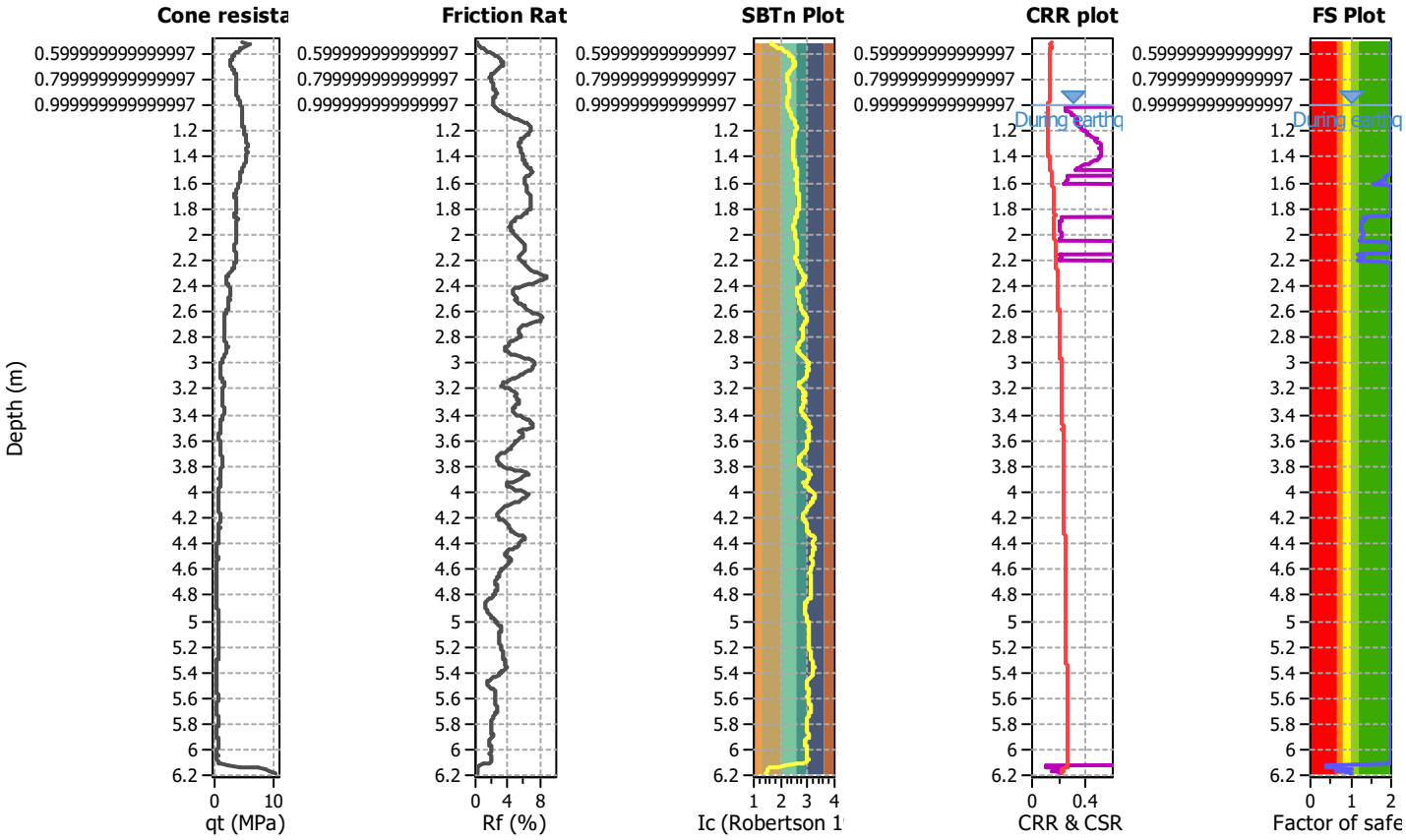
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

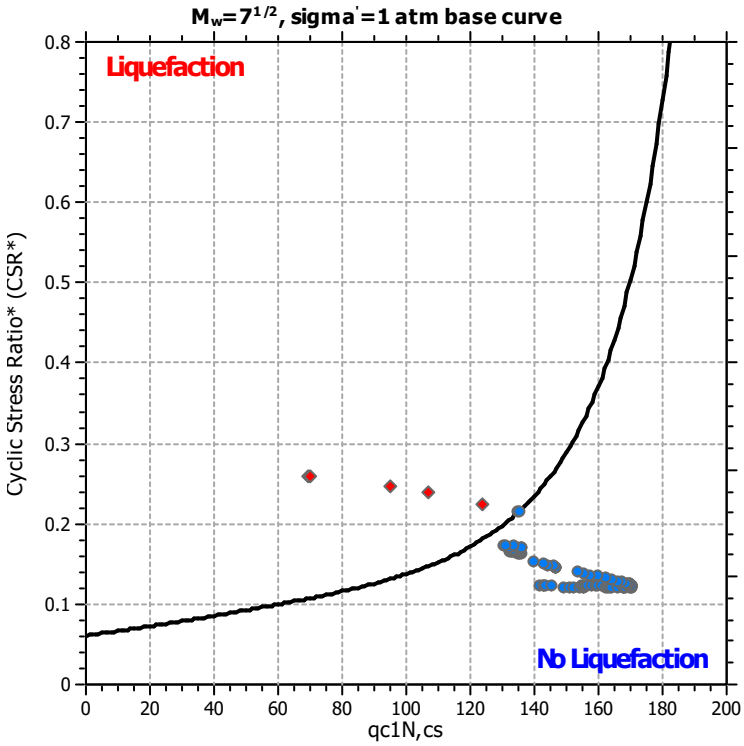
Project title : **Location :**

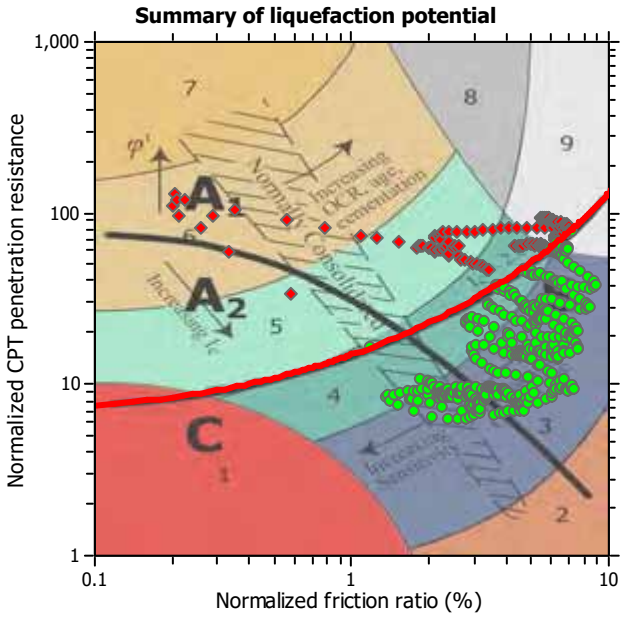
CPT file : CPTU01

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.27	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	Yes		



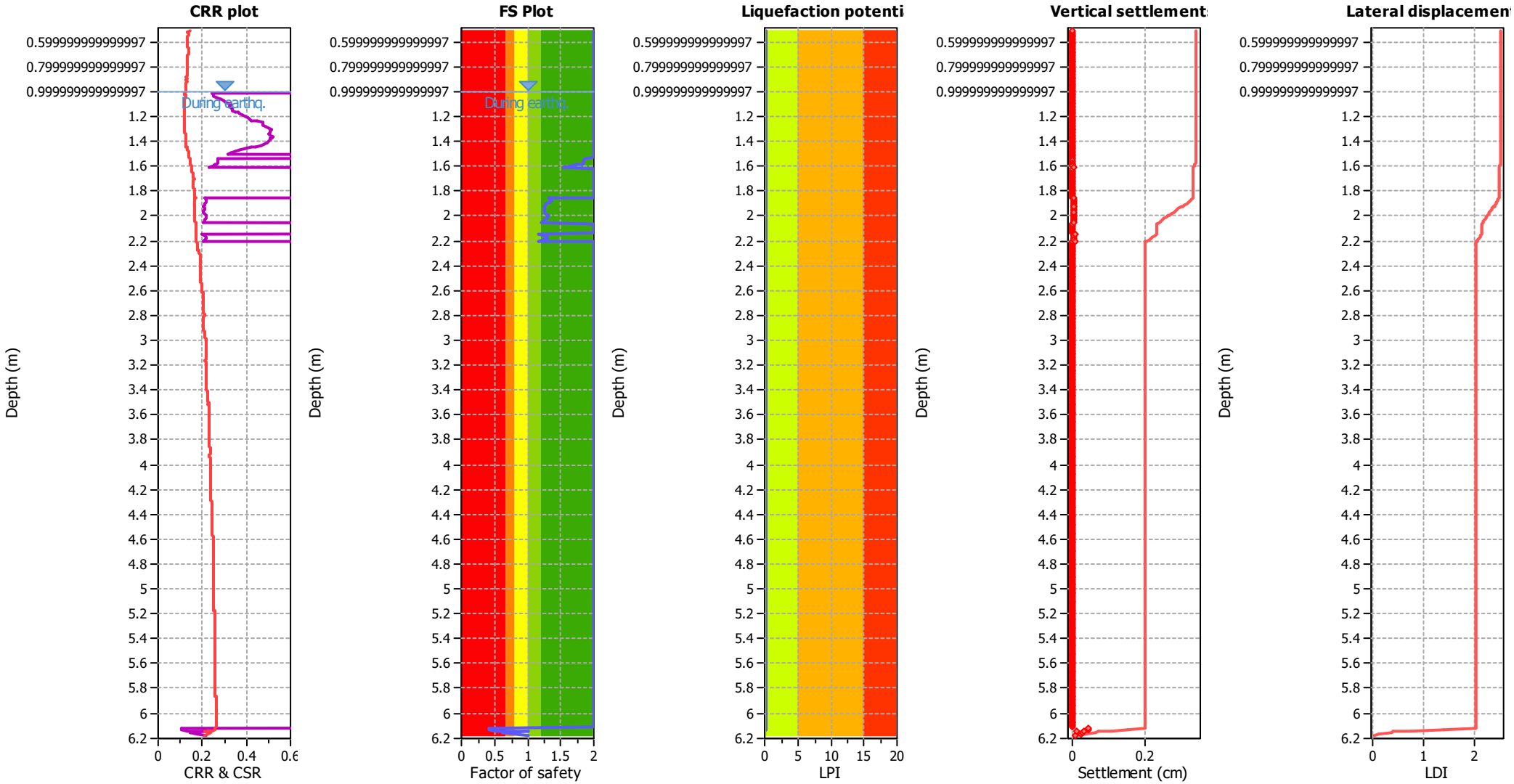




Zone A_1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A_2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.27	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
1	0.51	8.44	0.00	8.44	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
2	0.52	8.61	0.00	8.61	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
3	0.53	8.78	0.00	8.78	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
4	0.54	8.95	0.00	8.95	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
5	0.55	9.13	0.00	9.13	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
6	0.56	9.31	0.00	9.31	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
7	0.57	9.49	0.00	9.49	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
8	0.58	9.68	0.00	9.68	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
9	0.59	9.86	0.00	9.86	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
10	0.60	10.04	0.00	10.04	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
11	0.61	10.23	0.00	10.23	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
12	0.62	10.41	0.00	10.41	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
13	0.63	10.60	0.00	10.60	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
14	0.64	10.79	0.00	10.79	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
15	0.65	10.97	0.00	10.97	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
16	0.66	11.16	0.00	11.16	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
17	0.67	11.34	0.00	11.34	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
18	0.68	11.53	0.00	11.53	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
19	0.69	11.72	0.00	11.72	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
20	0.70	11.90	0.00	11.90	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
21	0.71	12.09	0.00	12.09	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
22	0.72	12.27	0.00	12.27	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
23	0.73	12.46	0.00	12.46	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
24	0.74	12.65	0.00	12.65	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
25	0.75	12.83	0.00	12.83	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
26	0.76	13.02	0.00	13.02	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
27	0.77	13.20	0.00	13.20	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
28	0.78	13.38	0.00	13.38	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
29	0.79	13.57	0.00	13.57	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
30	0.80	13.75	0.00	13.75	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
31	0.81	13.94	0.00	13.94	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
32	0.82	14.12	0.00	14.12	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
33	0.83	14.31	0.00	14.31	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
34	0.84	14.49	0.00	14.49	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
35	0.85	14.68	0.00	14.68	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
36	0.86	14.86	0.00	14.86	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
37	0.87	15.05	0.00	15.05	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
38	0.88	15.24	0.00	15.24	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
39	0.89	15.42	0.00	15.42	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
40	0.90	15.61	0.00	15.61	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
41	0.91	15.80	0.00	15.80	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
42	0.92	15.99	0.00	15.99	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
43	0.93	16.17	0.00	16.17	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
44	0.94	16.36	0.00	16.36	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
45	0.95	16.55	0.00	16.55	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
46	0.96	16.74	0.00	16.74	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
47	0.97	16.92	0.00	16.92	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
48	0.98	17.11	0.00	17.11	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
49	0.99	17.30	0.00	17.30	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
50	1.00	17.49	0.00	17.49	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
51	1.01	17.68	0.10	17.58	0.99	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	0.122	No
52	1.02	17.87	0.20	17.67	0.99	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	0.122	No
53	1.03	18.06	0.29	17.77	0.99	0.177	1.43	0.124	1.10	1.00	0.122	No
54	1.04	18.25	0.39	17.86	0.99	0.178	1.43	0.125	1.10	1.00	0.123	No
55	1.05	18.45	0.49	17.96	0.99	0.179	1.43	0.125	1.10	1.00	0.122	No
56	1.06	18.64	0.59	18.05	0.99	0.180	1.43	0.126	1.10	1.00	0.121	No
57	1.07	18.84	0.69	18.15	0.99	0.181	1.43	0.127	1.10	1.00	0.120	No
58	1.08	19.04	0.78	18.25	0.99	0.182	1.43	0.127	1.10	1.00	0.120	No
59	1.09	19.23	0.88	18.35	0.99	0.183	1.43	0.128	1.10	1.00	0.120	No
60	1.10	19.43	0.98	18.45	0.99	0.184	1.43	0.128	1.10	1.00	0.120	No
61	1.11	19.63	1.08	18.55	0.99	0.184	1.43	0.129	1.10	1.00	0.120	No
62	1.12	19.83	1.18	18.66	0.99	0.185	1.43	0.130	1.10	1.00	0.121	No
63	1.13	20.04	1.28	18.76	0.99	0.186	1.43	0.130	1.10	1.00	0.121	No
64	1.14	20.24	1.37	18.86	0.99	0.187	1.43	0.131	1.10	1.00	0.121	No
65	1.15	20.44	1.47	18.97	0.99	0.188	1.43	0.131	1.10	1.00	0.122	No
66	1.16	20.64	1.57	19.07	0.99	0.188	1.43	0.132	1.10	1.00	0.121	No
67	1.17	20.85	1.67	19.18	0.99	0.189	1.43	0.132	1.10	1.00	0.121	No
68	1.18	21.05	1.77	19.28	0.99	0.190	1.43	0.133	1.10	1.00	0.121	No
69	1.19	21.25	1.86	19.39	0.99	0.191	1.43	0.134	1.10	1.00	0.121	No
70	1.20	21.46	1.96	19.49	0.99	0.192	1.43	0.134	1.10	1.00	0.121	No
71	1.21	21.66	2.06	19.60	0.99	0.192	1.43	0.135	1.10	1.00	0.121	No
72	1.22	21.86	2.16	19.71	0.99	0.193	1.43	0.135	1.10	1.00	0.121	No
73	1.23	22.07	2.26	19.81	0.99	0.194	1.43	0.136	1.10	1.00	0.121	No
74	1.24	22.27	2.35	19.92	0.99	0.194	1.43	0.136	1.10	1.00	0.120	No
75	1.25	22.47	2.45	20.02	0.99	0.195	1.43	0.137	1.10	1.00	0.119	No
76	1.26	22.68	2.55	20.12	0.99	0.196	1.43	0.137	1.10	1.00	0.120	No
77	1.27	22.88	2.65	20.23	0.99	0.197	1.43	0.138	1.10	1.00	0.120	No
78	1.28	23.08	2.75	20.33	0.99	0.197	1.43	0.138	1.10	1.00	0.120	No
79	1.29	23.28	2.84	20.44	0.99	0.198	1.43	0.139	1.10	1.00	0.120	No
80	1.30	23.48	2.94	20.54	0.99	0.199	1.43	0.139	1.10	1.00	0.120	No
81	1.31	23.69	3.04	20.65	0.99	0.199	1.43	0.140	1.10	1.00	0.120	No
82	1.32	23.89	3.14	20.75	0.99	0.200	1.43	0.140	1.10	1.00	0.121	No
83	1.33	24.09	3.24	20.86	0.99	0.201	1.43	0.140	1.10	1.00	0.121	No
84	1.34	24.30	3.34	20.96	0.99	0.201	1.43	0.141	1.10	1.00	0.122	No
85	1.35	24.50	3.43	21.06	0.99	0.202	1.43	0.141	1.10	1.00	0.122	No
86	1.36	24.70	3.53	21.17	0.99	0.203	1.43	0.142	1.10	1.00	0.122	No
87	1.37	24.90	3.63	21.27	0.99	0.203	1.43	0.142	1.10	1.00	0.123	No
88	1.38	25.11	3.73	21.38	0.99	0.204	1.43	0.143	1.10	1.00	0.123	No
89	1.39	25.31	3.83	21.48	0.99	0.204	1.43	0.143	1.10	1.00	0.124	No
90	1.40	25.51	3.92	21.59	0.99	0.205	1.43	0.143	1.10	1.00	0.124	No
91	1.41	25.72	4.02	21.69	0.99	0.206	1.43	0.144	1.10	1.00	0.125	No
92	1.42	25.92	4.12	21.80	0.99	0.206	1.43	0.144	1.10	1.00	0.126	No
93	1.43	26.12	4.22	21.90	0.99	0.207	1.43	0.145	1.10	1.00	0.127	No
94	1.44	26.32	4.32	22.01	0.99	0.207	1.43	0.145	1.10	1.00	0.128	No
95	1.45	26.53	4.41	22.11	0.99	0.208	1.43	0.146	1.10	1.00	0.130	No
96	1.46	26.73	4.51	22.22	0.99	0.209	1.43	0.146	1.10	1.00	0.132	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
97	1.47	26.93	4.61	22.32	0.99	0.209	1.43	0.146	1.10	1.00	0.133	No
98	1.48	27.14	4.71	22.43	0.99	0.210	1.43	0.147	1.10	1.00	0.135	No
99	1.49	27.34	4.81	22.53	0.99	0.210	1.43	0.147	1.10	1.00	0.137	No
100	1.50	27.54	4.91	22.64	0.99	0.211	1.43	0.148	1.10	1.00	0.139	No
101	1.51	27.74	5.00	22.74	0.99	0.211	1.43	0.148	1.10	1.00	0.140	No
102	1.52	27.95	5.10	22.84	0.99	0.212	1.43	0.148	1.10	1.00	0.141	No
103	1.53	28.15	5.20	22.95	0.99	0.212	1.43	0.149	1.10	1.00	0.141	No
104	1.54	28.35	5.30	23.05	0.99	0.213	1.43	0.149	1.10	1.00	0.144	No
105	1.55	28.55	5.40	23.15	0.99	0.213	1.43	0.149	1.10	1.00	0.145	No
106	1.56	28.75	5.49	23.26	0.99	0.214	1.43	0.150	1.10	1.00	0.145	No
107	1.57	28.95	5.59	23.36	0.99	0.214	1.43	0.150	1.10	1.00	0.146	No
108	1.58	29.15	5.69	23.46	0.99	0.215	1.43	0.150	1.10	1.00	0.146	No
109	1.59	29.35	5.79	23.56	0.99	0.215	1.43	0.151	1.10	1.00	0.148	No
110	1.60	29.55	5.89	23.66	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.149	No
111	1.61	29.75	5.98	23.76	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.151	No
112	1.62	29.95	6.08	23.86	0.99	0.217	1.43	0.152	1.10	1.00	0.152	No
113	1.63	30.15	6.18	23.97	0.98	0.217	1.43	0.152	1.10	1.00	0.153	No
114	1.64	30.34	6.28	24.07	0.98	0.218	1.43	0.153	1.10	1.00	0.154	No
115	1.65	30.54	6.38	24.17	0.98	0.218	1.43	0.153	1.10	1.00	0.155	No
116	1.66	30.74	6.47	24.27	0.98	0.219	1.43	0.153	1.10	1.00	0.156	No
117	1.67	30.94	6.57	24.37	0.98	0.219	1.43	0.154	1.10	1.00	0.158	No
118	1.68	31.14	6.67	24.47	0.98	0.220	1.43	0.154	1.10	1.00	0.159	No
119	1.69	31.33	6.77	24.56	0.98	0.220	1.43	0.154	1.10	1.00	0.161	No
120	1.70	31.53	6.87	24.66	0.98	0.221	1.43	0.154	1.10	1.00	0.162	No
121	1.71	31.73	6.97	24.76	0.98	0.221	1.43	0.155	1.10	1.00	0.161	No
122	1.72	31.93	7.06	24.86	0.98	0.222	1.43	0.155	1.10	1.00	0.161	No
123	1.73	32.13	7.16	24.96	0.98	0.222	1.43	0.155	1.10	1.00	0.160	No
124	1.74	32.32	7.26	25.07	0.98	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.160	No
125	1.75	32.52	7.36	25.17	0.98	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.160	No
126	1.76	32.72	7.46	25.27	0.98	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.160	No
127	1.77	32.92	7.55	25.37	0.98	0.224	1.43	0.157	1.10	1.00	0.161	No
128	1.78	33.12	7.65	25.47	0.98	0.224	1.43	0.157	1.10	1.00	0.162	No
129	1.79	33.32	7.75	25.57	0.98	0.225	1.43	0.157	1.10	1.00	0.162	No
130	1.80	33.52	7.85	25.67	0.98	0.225	1.43	0.158	1.10	1.00	0.162	No
131	1.81	33.72	7.95	25.77	0.98	0.225	1.43	0.158	1.10	1.00	0.162	No
132	1.82	33.91	8.04	25.87	0.98	0.226	1.43	0.158	1.10	1.00	0.162	No
133	1.83	34.11	8.14	25.97	0.98	0.226	1.43	0.158	1.10	1.00	0.163	No
134	1.84	34.31	8.24	26.07	0.98	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.162	No
135	1.85	34.50	8.34	26.17	0.98	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.173	No
136	1.86	34.70	8.44	26.26	0.98	0.228	1.43	0.159	1.10	1.00	0.162	No
137	1.87	34.90	8.53	26.36	0.98	0.228	1.43	0.160	1.10	1.00	0.162	No
138	1.88	35.09	8.63	26.46	0.98	0.228	1.43	0.160	1.10	1.00	0.162	No
139	1.89	35.29	8.73	26.56	0.98	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.163	No
140	1.90	35.48	8.83	26.65	0.98	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.164	No
141	1.91	35.68	8.93	26.75	0.98	0.229	1.43	0.161	1.10	1.00	0.165	No
142	1.92	35.87	9.03	26.85	0.98	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.165	No
143	1.93	36.07	9.12	26.94	0.98	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.166	No
144	1.94	36.26	9.22	27.04	0.98	0.231	1.43	0.161	1.10	1.00	0.165	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
145	1.95	36.45	9.32	27.13	0.98	0.231	1.43	0.162	1.10	1.00	0.166	No
146	1.96	36.65	9.42	27.23	0.98	0.231	1.43	0.162	1.10	1.00	0.166	No
147	1.97	36.84	9.52	27.33	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.167	No
148	1.98	37.04	9.61	27.42	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.166	No
149	1.99	37.23	9.71	27.52	0.98	0.232	1.43	0.163	1.10	1.00	0.166	No
150	2.00	37.43	9.81	27.62	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.165	No
151	2.01	37.62	9.91	27.72	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.166	No
152	2.02	37.82	10.01	27.81	0.98	0.234	1.43	0.163	1.10	1.00	0.167	No
153	2.03	38.02	10.10	27.91	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.167	No
154	2.04	38.21	10.20	28.01	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.168	No
155	2.05	38.41	10.30	28.11	0.98	0.235	1.43	0.164	1.10	1.00	0.169	No
156	2.06	38.61	10.40	28.21	0.98	0.235	1.43	0.164	1.10	1.00	0.170	No
157	2.07	38.80	10.50	28.31	0.98	0.235	1.43	0.165	1.10	1.00	0.171	No
158	2.08	39.00	10.59	28.41	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.172	No
159	2.09	39.20	10.69	28.50	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.172	No
160	2.10	39.39	10.79	28.60	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.173	No
161	2.11	39.59	10.89	28.70	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.173	No
162	2.12	39.79	10.99	28.80	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.173	No
163	2.13	39.98	11.09	28.90	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.173	No
164	2.14	40.18	11.18	29.00	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.172	No
165	2.15	40.38	11.28	29.10	0.98	0.238	1.43	0.166	1.10	1.00	0.172	No
166	2.16	40.57	11.38	29.19	0.98	0.238	1.43	0.167	1.10	1.00	0.170	No
167	2.17	40.77	11.48	29.29	0.98	0.238	1.43	0.167	1.10	1.00	0.169	No
168	2.18	40.97	11.58	29.39	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.169	No
169	2.19	41.16	11.67	29.49	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.171	No
170	2.20	41.36	11.77	29.59	0.98	0.239	1.43	0.168	1.10	1.00	0.173	No
171	2.21	41.56	11.87	29.69	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.174	No
172	2.22	41.75	11.97	29.79	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.175	No
173	2.23	41.95	12.07	29.88	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.176	No
174	2.24	42.15	12.16	29.98	0.97	0.241	1.43	0.168	1.10	1.00	0.176	No
175	2.25	42.34	12.26	30.08	0.97	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.178	No
176	2.26	42.54	12.36	30.18	0.97	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.178	No
177	2.27	42.74	12.46	30.28	0.97	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.180	No
178	2.28	42.93	12.56	30.38	0.97	0.242	1.43	0.169	1.10	1.00	0.184	No
179	2.29	43.13	12.65	30.47	0.97	0.242	1.43	0.169	1.10	1.00	0.185	No
180	2.30	43.32	12.75	30.57	0.97	0.242	1.43	0.170	1.10	1.00	0.187	No
181	2.31	43.52	12.85	30.67	0.97	0.242	1.43	0.170	1.10	1.00	0.189	No
182	2.32	43.71	12.95	30.76	0.97	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.191	No
183	2.33	43.91	13.05	30.86	0.97	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.192	No
184	2.34	44.10	13.15	30.95	0.97	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.194	No
185	2.35	44.29	13.24	31.05	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
186	2.36	44.48	13.34	31.14	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
187	2.37	44.68	13.44	31.24	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
188	2.38	44.87	13.54	31.33	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.193	No
189	2.39	45.06	13.64	31.42	0.97	0.245	1.43	0.171	1.10	1.00	0.193	No
190	2.40	45.25	13.73	31.52	0.97	0.245	1.43	0.171	1.10	1.00	0.191	No
191	2.41	45.44	13.83	31.61	0.97	0.245	1.43	0.172	1.10	1.00	0.190	No
192	2.42	45.63	13.93	31.70	0.97	0.245	1.43	0.172	1.10	1.00	0.189	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
193	2.43	45.82	14.03	31.79	0.97	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.189	No
194	2.44	46.01	14.13	31.89	0.97	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.189	No
195	2.45	46.20	14.22	31.98	0.97	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.190	No
196	2.46	46.39	14.32	32.07	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.191	No
197	2.47	46.58	14.42	32.16	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.192	No
198	2.48	46.77	14.52	32.25	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
199	2.49	46.96	14.62	32.34	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
200	2.50	47.15	14.72	32.44	0.97	0.248	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
201	2.51	47.34	14.81	32.53	0.97	0.248	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
202	2.52	47.53	14.91	32.62	0.97	0.248	1.43	0.174	1.10	1.00	0.193	No
203	2.53	47.72	15.01	32.71	0.97	0.248	1.43	0.174	1.10	1.00	0.194	No
204	2.54	47.91	15.11	32.80	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.195	No
205	2.55	48.10	15.21	32.90	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.195	No
206	2.56	48.29	15.30	32.99	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.196	No
207	2.57	48.48	15.40	33.08	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.196	No
208	2.58	48.67	15.50	33.17	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.197	No
209	2.59	48.86	15.60	33.27	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.198	No
210	2.60	49.05	15.70	33.36	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.199	No
211	2.61	49.24	15.79	33.45	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.200	No
212	2.62	49.43	15.89	33.54	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.202	No
213	2.63	49.62	15.99	33.63	0.97	0.251	1.43	0.175	1.10	1.00	0.203	No
214	2.64	49.81	16.09	33.72	0.97	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.203	No
215	2.65	50.00	16.19	33.81	0.97	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.204	No
216	2.66	50.19	16.28	33.90	0.97	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.204	No
217	2.67	50.38	16.38	33.99	0.97	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.205	No
218	2.68	50.56	16.48	34.08	0.97	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.205	No
219	2.69	50.75	16.58	34.17	0.97	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.205	No
220	2.70	50.94	16.68	34.26	0.97	0.252	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
221	2.71	51.13	16.78	34.35	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
222	2.72	51.31	16.87	34.44	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
223	2.73	51.50	16.97	34.53	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
224	2.74	51.68	17.07	34.61	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.205	No
225	2.75	51.87	17.17	34.70	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.206	No
226	2.76	52.05	17.27	34.78	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
227	2.77	52.23	17.36	34.87	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
228	2.78	52.42	17.46	34.96	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
229	2.79	52.60	17.56	35.04	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.208	No
230	2.80	52.79	17.66	35.13	0.97	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.208	No
231	2.81	52.97	17.76	35.21	0.96	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.208	No
232	2.82	53.15	17.85	35.30	0.96	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
233	2.83	53.33	17.95	35.38	0.96	0.255	1.43	0.179	1.10	1.00	0.207	No
234	2.84	53.52	18.05	35.47	0.96	0.255	1.43	0.179	1.10	1.00	0.206	No
235	2.85	53.70	18.15	35.55	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.206	No
236	2.86	53.89	18.25	35.64	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.206	No
237	2.87	54.07	18.34	35.73	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.204	No
238	2.88	54.25	18.44	35.81	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.204	No
239	2.89	54.44	18.54	35.90	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.204	No
240	2.90	54.62	18.64	35.98	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.206	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
241	2.91	54.80	18.74	36.07	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.206	No
242	2.92	54.99	18.84	36.15	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.207	No
243	2.93	55.17	18.93	36.24	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.208	No
244	2.94	55.35	19.03	36.32	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.210	No
245	2.95	55.54	19.13	36.41	0.96	0.258	1.43	0.180	1.10	1.00	0.211	No
246	2.96	55.72	19.23	36.49	0.96	0.258	1.43	0.180	1.10	1.00	0.211	No
247	2.97	55.91	19.33	36.58	0.96	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.213	No
248	2.98	56.09	19.42	36.67	0.96	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.213	No
249	2.99	56.27	19.52	36.75	0.96	0.258	1.43	0.181	1.09	1.00	0.215	No
250	3.00	56.46	19.62	36.84	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
251	3.01	56.64	19.72	36.92	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
252	3.02	56.82	19.82	37.00	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
253	3.03	57.00	19.91	37.09	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
254	3.04	57.18	20.01	37.17	0.96	0.259	1.43	0.182	1.09	1.00	0.217	No
255	3.05	57.37	20.11	37.25	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.217	No
256	3.06	57.55	20.21	37.34	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.218	No
257	3.07	57.73	20.31	37.42	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.218	No
258	3.08	57.90	20.40	37.50	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.218	No
259	3.09	58.08	20.50	37.58	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.219	No
260	3.10	58.26	20.60	37.66	0.96	0.261	1.43	0.182	1.09	1.00	0.219	No
261	3.11	58.44	20.70	37.74	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.218	No
262	3.12	58.62	20.80	37.82	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.218	No
263	3.13	58.80	20.90	37.90	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.217	No
264	3.14	58.98	20.99	37.98	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.216	No
265	3.15	59.15	21.09	38.06	0.96	0.262	1.43	0.183	1.09	1.00	0.215	No
266	3.16	59.33	21.19	38.14	0.96	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.214	No
267	3.17	59.51	21.29	38.22	0.96	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.214	No
268	3.18	59.69	21.39	38.31	0.96	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.215	No
269	3.19	59.87	21.48	38.39	0.96	0.262	1.43	0.184	1.09	1.00	0.217	No
270	3.20	60.05	21.58	38.47	0.96	0.262	1.43	0.184	1.09	1.00	0.218	No
271	3.21	60.23	21.68	38.55	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.218	No
272	3.22	60.41	21.78	38.63	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
273	3.23	60.59	21.88	38.71	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
274	3.24	60.77	21.97	38.79	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.220	No
275	3.25	60.95	22.07	38.87	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
276	3.26	61.13	22.17	38.96	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
277	3.27	61.31	22.27	39.04	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
278	3.28	61.49	22.37	39.12	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
279	3.29	61.67	22.46	39.21	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
280	3.30	61.85	22.56	39.29	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.220	No
281	3.31	62.03	22.66	39.37	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
282	3.32	62.22	22.76	39.46	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
283	3.33	62.40	22.86	39.54	0.96	0.265	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
284	3.34	62.58	22.96	39.62	0.96	0.265	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
285	3.35	62.76	23.05	39.71	0.96	0.265	1.43	0.185	1.09	1.00	0.218	No
286	3.36	62.94	23.15	39.79	0.95	0.265	1.43	0.186	1.09	1.00	0.218	No
287	3.37	63.13	23.25	39.88	0.95	0.265	1.43	0.186	1.09	1.00	0.218	No
288	3.38	63.31	23.35	39.96	0.95	0.265	1.43	0.186	1.09	1.00	0.219	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
289	3.39	63.49	23.45	40.05	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.219	No
290	3.40	63.67	23.54	40.13	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.220	No
291	3.41	63.86	23.64	40.21	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.222	No
292	3.42	64.04	23.74	40.30	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.223	No
293	3.43	64.22	23.84	40.38	0.95	0.266	1.43	0.186	1.08	1.00	0.223	No
294	3.44	64.40	23.94	40.46	0.95	0.266	1.43	0.186	1.08	1.00	0.224	No
295	3.45	64.58	24.03	40.55	0.95	0.266	1.43	0.186	1.08	1.00	0.225	No
296	3.46	64.76	24.13	40.63	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.225	No
297	3.47	64.94	24.23	40.71	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.226	No
298	3.48	65.12	24.33	40.79	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
299	3.49	65.30	24.43	40.87	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
300	3.50	65.48	24.53	40.96	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
301	3.51	65.66	24.62	41.04	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.228	No
302	3.52	65.84	24.72	41.12	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
303	3.53	66.01	24.82	41.19	0.95	0.268	1.43	0.187	1.08	1.00	0.228	No
304	3.54	66.19	24.92	41.27	0.95	0.268	1.43	0.187	1.08	1.00	0.229	No
305	3.55	66.36	25.02	41.35	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.229	No
306	3.56	66.54	25.11	41.43	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
307	3.57	66.72	25.21	41.50	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
308	3.58	66.89	25.31	41.58	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
309	3.59	67.07	25.41	41.66	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
310	3.60	67.24	25.51	41.73	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
311	3.61	67.42	25.60	41.81	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
312	3.62	67.59	25.70	41.89	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
313	3.63	67.76	25.80	41.96	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
314	3.64	67.94	25.90	42.04	0.95	0.269	1.43	0.189	1.08	1.00	0.230	No
315	3.65	68.11	26.00	42.11	0.95	0.269	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
316	3.66	68.28	26.09	42.19	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
317	3.67	68.46	26.19	42.26	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
318	3.68	68.63	26.29	42.34	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
319	3.69	68.80	26.39	42.41	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
320	3.70	68.97	26.49	42.49	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.230	No
321	3.71	69.15	26.59	42.56	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.230	No
322	3.72	69.32	26.68	42.64	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.229	No
323	3.73	69.49	26.78	42.71	0.95	0.271	1.43	0.189	1.08	1.00	0.229	No
324	3.74	69.67	26.88	42.79	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.229	No
325	3.75	69.84	26.98	42.86	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.228	No
326	3.76	70.01	27.08	42.94	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.228	No
327	3.77	70.19	27.17	43.01	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.228	No
328	3.78	70.36	27.27	43.09	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.229	No
329	3.79	70.54	27.37	43.17	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.229	No
330	3.80	70.71	27.47	43.25	0.95	0.272	1.43	0.190	1.08	1.00	0.230	No
331	3.81	70.89	27.57	43.32	0.95	0.272	1.43	0.190	1.08	1.00	0.231	No
332	3.82	71.07	27.66	43.40	0.95	0.272	1.43	0.190	1.08	1.00	0.232	No
333	3.83	71.24	27.76	43.48	0.95	0.272	1.43	0.190	1.07	1.00	0.232	No
334	3.84	71.42	27.86	43.56	0.95	0.272	1.43	0.190	1.07	1.00	0.233	No
335	3.85	71.60	27.96	43.64	0.95	0.272	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
336	3.86	71.77	28.06	43.72	0.95	0.272	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
337	3.87	71.95	28.15	43.80	0.95	0.272	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
338	3.88	72.13	28.25	43.87	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
339	3.89	72.30	28.35	43.95	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
340	3.90	72.48	28.45	44.03	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.235	No
341	3.91	72.65	28.55	44.11	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.236	No
342	3.92	72.83	28.65	44.18	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.233	No
343	3.93	73.00	28.74	44.26	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.233	No
344	3.94	73.18	28.84	44.34	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.233	No
345	3.95	73.35	28.94	44.41	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.235	No
346	3.96	73.52	29.04	44.49	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.235	No
347	3.97	73.70	29.14	44.56	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.236	No
348	3.98	73.87	29.23	44.63	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.237	No
349	3.99	74.04	29.33	44.71	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.238	No
350	4.00	74.21	29.43	44.78	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.238	No
351	4.01	74.38	29.53	44.85	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.239	No
352	4.02	74.55	29.63	44.93	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.239	No
353	4.03	74.72	29.72	45.00	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.239	No
354	4.04	74.89	29.82	45.07	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.240	No
355	4.05	75.06	29.92	45.14	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.240	No
356	4.06	75.23	30.02	45.21	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.240	No
357	4.07	75.40	30.12	45.29	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
358	4.08	75.57	30.21	45.36	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
359	4.09	75.74	30.31	45.43	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
360	4.10	75.91	30.41	45.50	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
361	4.11	76.07	30.51	45.56	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
362	4.12	76.24	30.61	45.63	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
363	4.13	76.41	30.71	45.70	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
364	4.14	76.57	30.80	45.77	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
365	4.15	76.74	30.90	45.84	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
366	4.16	76.91	31.00	45.91	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.239	No
367	4.17	77.07	31.10	45.98	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.239	No
368	4.18	77.24	31.20	46.05	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.239	No
369	4.19	77.41	31.29	46.12	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
370	4.20	77.58	31.39	46.19	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
371	4.21	77.75	31.49	46.26	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
372	4.22	77.92	31.59	46.33	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
373	4.23	78.09	31.69	46.40	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
374	4.24	78.26	31.78	46.48	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
375	4.25	78.43	31.88	46.55	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
376	4.26	78.61	31.98	46.63	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
377	4.27	78.78	32.08	46.70	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
378	4.28	78.95	32.18	46.77	0.94	0.278	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
379	4.29	79.12	32.27	46.85	0.94	0.278	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
380	4.30	79.30	32.37	46.92	0.94	0.278	1.43	0.194	1.07	1.00	0.241	No
381	4.31	79.47	32.47	47.00	0.94	0.278	1.43	0.195	1.07	1.00	0.241	No
382	4.32	79.64	32.57	47.07	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.241	No
383	4.33	79.81	32.67	47.14	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.242	No
384	4.34	79.98	32.77	47.22	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.243	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
385	4.35	80.15	32.86	47.29	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
386	4.36	80.32	32.96	47.36	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
387	4.37	80.49	33.06	47.43	0.94	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
388	4.38	80.66	33.16	47.50	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
389	4.39	80.83	33.26	47.57	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
390	4.40	81.00	33.35	47.64	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
391	4.41	81.17	33.45	47.71	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.245	No
392	4.42	81.33	33.55	47.78	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.245	No
393	4.43	81.50	33.65	47.85	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.245	No
394	4.44	81.66	33.75	47.92	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.246	No
395	4.45	81.83	33.84	47.98	0.93	0.279	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
396	4.46	81.99	33.94	48.05	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
397	4.47	82.15	34.04	48.11	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
398	4.48	82.31	34.14	48.18	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
399	4.49	82.48	34.24	48.24	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
400	4.50	82.64	34.34	48.31	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
401	4.51	82.81	34.43	48.37	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.245	No
402	4.52	82.97	34.53	48.44	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
403	4.53	83.14	34.63	48.51	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
404	4.54	83.30	34.73	48.58	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.247	No
405	4.55	83.47	34.83	48.64	0.93	0.281	1.43	0.196	1.06	1.00	0.247	No
406	4.56	83.63	34.92	48.71	0.93	0.281	1.43	0.196	1.06	1.00	0.247	No
407	4.57	83.79	35.02	48.77	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
408	4.58	83.96	35.12	48.84	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
409	4.59	84.12	35.22	48.90	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
410	4.60	84.28	35.32	48.96	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
411	4.61	84.44	35.41	49.03	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
412	4.62	84.60	35.51	49.09	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
413	4.63	84.76	35.61	49.15	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
414	4.64	84.92	35.71	49.21	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
415	4.65	85.08	35.81	49.27	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
416	4.66	85.24	35.90	49.34	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
417	4.67	85.40	36.00	49.40	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.249	No
418	4.68	85.56	36.10	49.45	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.249	No
419	4.69	85.71	36.20	49.51	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.249	No
420	4.70	85.87	36.30	49.57	0.93	0.282	1.43	0.198	1.06	1.00	0.249	No
421	4.71	86.03	36.40	49.63	0.93	0.282	1.43	0.198	1.06	1.00	0.249	No
422	4.72	86.18	36.49	49.69	0.93	0.282	1.43	0.198	1.06	1.00	0.249	No
423	4.73	86.34	36.59	49.75	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
424	4.74	86.50	36.69	49.81	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
425	4.75	86.65	36.79	49.87	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
426	4.76	86.81	36.89	49.93	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
427	4.77	86.97	36.98	49.98	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
428	4.78	87.12	37.08	50.04	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
429	4.79	87.28	37.18	50.10	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.251	No
430	4.80	87.43	37.28	50.15	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.251	No
431	4.81	87.58	37.38	50.21	0.93	0.284	1.43	0.198	1.06	1.00	0.251	No
432	4.82	87.74	37.47	50.26	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
433	4.83	87.89	37.57	50.31	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
434	4.84	88.04	37.67	50.37	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
435	4.85	88.19	37.77	50.42	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
436	4.86	88.34	37.87	50.47	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
437	4.87	88.49	37.96	50.52	0.92	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
438	4.88	88.64	38.06	50.57	0.92	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
439	4.89	88.79	38.16	50.63	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
440	4.90	88.94	38.26	50.68	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
441	4.91	89.09	38.36	50.74	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
442	4.92	89.25	38.46	50.79	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
443	4.93	89.40	38.55	50.85	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.251	No
444	4.94	89.56	38.65	50.91	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
445	4.95	89.71	38.75	50.96	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
446	4.96	89.87	38.85	51.02	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
447	4.97	90.03	38.95	51.08	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
448	4.98	90.19	39.04	51.14	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
449	4.99	90.35	39.14	51.20	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
450	5.00	90.51	39.24	51.27	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
451	5.01	90.67	39.34	51.33	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
452	5.02	90.83	39.44	51.39	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
453	5.03	90.99	39.53	51.46	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.252	No
454	5.04	91.15	39.63	51.52	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.252	No
455	5.05	91.32	39.73	51.59	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
456	5.06	91.48	39.83	51.65	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
457	5.07	91.64	39.93	51.71	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
458	5.08	91.80	40.02	51.78	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
459	5.09	91.97	40.12	51.84	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
460	5.10	92.13	40.22	51.91	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
461	5.11	92.29	40.32	51.97	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
462	5.12	92.45	40.42	52.04	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
463	5.13	92.62	40.52	52.10	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
464	5.14	92.78	40.61	52.17	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
465	5.15	92.94	40.71	52.23	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
466	5.16	93.10	40.81	52.29	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
467	5.17	93.27	40.91	52.36	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
468	5.18	93.43	41.01	52.42	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
469	5.19	93.59	41.10	52.49	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
470	5.20	93.75	41.20	52.55	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
471	5.21	93.92	41.30	52.62	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
472	5.22	94.08	41.40	52.68	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
473	5.23	94.25	41.50	52.75	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
474	5.24	94.41	41.59	52.81	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.255	No
475	5.25	94.57	41.69	52.88	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.255	No
476	5.26	94.74	41.79	52.95	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
477	5.27	94.90	41.89	53.01	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
478	5.28	95.06	41.99	53.08	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
479	5.29	95.23	42.08	53.14	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
480	5.30	95.39	42.18	53.21	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
481	5.31	95.55	42.28	53.27	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
482	5.32	95.71	42.38	53.34	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
483	5.33	95.88	42.48	53.40	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
484	5.34	96.04	42.58	53.46	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
485	5.35	96.20	42.67	53.53	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
486	5.36	96.36	42.77	53.59	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
487	5.37	96.52	42.87	53.65	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
488	5.38	96.68	42.97	53.72	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
489	5.39	96.84	43.07	53.78	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
490	5.40	97.00	43.16	53.84	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
491	5.41	97.16	43.26	53.90	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
492	5.42	97.32	43.36	53.96	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
493	5.43	97.47	43.46	54.02	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
494	5.44	97.63	43.56	54.07	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
495	5.45	97.78	43.65	54.13	0.91	0.289	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
496	5.46	97.94	43.75	54.18	0.91	0.289	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
497	5.47	98.09	43.85	54.24	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
498	5.48	98.24	43.95	54.29	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
499	5.49	98.39	44.05	54.35	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
500	5.50	98.55	44.15	54.40	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
501	5.51	98.70	44.24	54.46	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
502	5.52	98.86	44.34	54.52	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
503	5.53	99.01	44.44	54.58	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
504	5.54	99.17	44.54	54.64	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
505	5.55	99.33	44.64	54.70	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
506	5.56	99.49	44.73	54.76	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
507	5.57	99.65	44.83	54.82	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
508	5.58	99.81	44.93	54.88	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
509	5.59	99.97	45.03	54.94	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
510	5.60	100.13	45.13	55.00	0.91	0.291	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
511	5.61	100.29	45.22	55.07	0.91	0.291	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
512	5.62	100.45	45.32	55.13	0.91	0.291	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
513	5.63	100.61	45.42	55.19	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.258	No
514	5.64	100.77	45.52	55.25	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
515	5.65	100.92	45.62	55.31	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
516	5.66	101.08	45.71	55.37	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
517	5.67	101.24	45.81	55.43	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
518	5.68	101.40	45.91	55.49	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
519	5.69	101.56	46.01	55.55	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
520	5.70	101.72	46.11	55.61	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
521	5.71	101.87	46.21	55.67	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
522	5.72	102.03	46.30	55.73	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
523	5.73	102.19	46.40	55.79	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
524	5.74	102.35	46.50	55.85	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
525	5.75	102.51	46.60	55.91	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
526	5.76	102.67	46.70	55.97	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
527	5.77	102.82	46.79	56.03	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
528	5.78	102.98	46.89	56.09	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
529	5.79	103.14	46.99	56.15	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
530	5.80	103.29	47.09	56.21	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
531	5.81	103.45	47.19	56.26	0.90	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
532	5.82	103.61	47.28	56.32	0.90	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
533	5.83	103.76	47.38	56.38	0.90	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
534	5.84	103.92	47.48	56.44	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
535	5.85	104.07	47.58	56.50	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
536	5.86	104.23	47.68	56.55	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
537	5.87	104.39	47.77	56.61	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
538	5.88	104.55	47.87	56.67	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
539	5.89	104.70	47.97	56.73	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
540	5.90	104.86	48.07	56.79	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
541	5.91	105.02	48.17	56.85	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
542	5.92	105.17	48.27	56.91	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
543	5.93	105.33	48.36	56.97	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
544	5.94	105.49	48.46	57.03	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
545	5.95	105.64	48.56	57.09	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
546	5.96	105.80	48.66	57.14	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
547	5.97	105.96	48.76	57.20	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
548	5.98	106.12	48.85	57.26	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
549	5.99	106.27	48.95	57.32	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
550	6.00	106.43	49.05	57.38	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
551	6.01	106.58	49.15	57.44	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
552	6.02	106.74	49.25	57.49	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
553	6.03	106.90	49.34	57.55	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
554	6.04	107.05	49.44	57.61	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
555	6.05	107.21	49.54	57.67	0.90	0.294	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
556	6.06	107.37	49.64	57.73	0.90	0.294	1.43	0.205	1.04	1.00	0.262	No
557	6.07	107.52	49.74	57.79	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
558	6.08	107.68	49.83	57.85	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
559	6.09	107.84	49.93	57.90	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
560	6.10	107.99	50.03	57.96	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
561	6.11	108.15	50.13	58.02	0.90	0.294	1.43	0.206	1.05	1.00	0.262	No
562	6.12	108.32	50.23	58.09	0.90	0.294	1.43	0.206	1.05	1.00	0.260	No
563	6.13	108.48	50.33	58.16	0.90	0.294	1.43	0.206	1.05	1.00	0.260	No
564	6.14	108.65	50.42	58.23	0.90	0.294	1.43	0.206	1.06	1.00	0.247	No
565	6.15	108.82	50.52	58.30	0.90	0.294	1.43	0.206	1.08	1.00	0.214	No
566	6.16	109.00	50.62	58.38	0.90	0.294	1.43	0.206	1.06	1.00	0.239	No
567	6.17	109.17	50.72	58.45	0.90	0.294	1.43	0.206	1.07	1.00	0.224	No
568	6.18	109.34	50.82	58.53	0.90	0.294	1.43	0.206	1.08	1.00	0.214	No

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
σ_v: Total overburden pressure at test point (kPa)
u_0: Water pressure at test point (kPa)
σ_v': Effective overburden pressure based on GWT during earthquake (kPa)
r_d: Nonlinear shear mass factor
CSR: Cyclic Stress Ratio
MSF: Magnitude Scaling Factor
CSR_{eq}: CSR adjusted for M=7.5
K_σ: Effective overburden stress factor
CSR^*: CSR fully adjusted

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
1	0.51	4.97	0.00	1.67	0.58	1.70	68.29	0.00	68.29	4.000	No	No	2.00
2	0.52	5.71	0.00	1.64	0.47	1.70	113.42	0.00	113.42	4.000	No	No	2.00
3	0.53	6.30	0.00	1.63	0.49	1.70	105.87	0.00	105.87	4.000	No	No	2.00
4	0.54	5.46	6.47	1.79	0.50	1.70	97.65	0.97	98.62	4.000	No	No	2.00
5	0.55	4.92	16.16	1.91	0.51	1.70	71.47	23.79	95.27	4.000	No	No	2.00
6	0.56	4.43	25.70	2.03	0.45	1.70	78.52	45.05	123.57	4.000	No	No	2.00
7	0.57	4.34	29.22	2.08	0.45	1.70	72.98	49.09	122.07	4.000	No	No	2.00
8	0.58	4.04	35.54	2.16	0.45	1.70	67.11	54.59	121.70	4.000	No	No	2.00
9	0.59	3.77	41.17	2.23	0.45	1.70	63.25	57.98	121.23	4.000	No	No	2.00
10	0.60	3.54	46.34	2.29	0.46	1.70	59.23	59.97	119.19	4.000	No	No	2.00
11	0.61	3.34	51.04	2.35	0.46	1.70	55.53	61.15	116.69	4.000	No	No	2.00
12	0.62	3.19	54.86	2.40	0.47	1.70	53.19	61.98	115.16	4.000	No	No	2.00
13	0.63	3.08	57.77	2.43	0.47	1.70	51.68	62.53	114.21	4.000	No	No	2.00
14	0.64	3.01	59.67	2.46	0.47	1.70	50.33	62.73	113.06	4.000	No	No	2.00
15	0.65	2.94	61.17	2.48	0.47	1.70	49.49	62.92	112.41	4.000	No	No	2.00
16	0.66	2.88	62.22	2.49	0.47	1.70	48.32	62.87	111.19	4.000	No	No	2.00
17	0.67	2.81	63.56	2.51	0.48	1.70	47.31	62.93	110.25	4.000	No	No	2.00
18	0.68	2.78	64.22	2.52	0.48	1.70	45.97	62.71	108.68	4.000	No	No	2.00
19	0.69	2.80	63.89	2.51	0.48	1.70	46.64	62.82	109.47	4.000	No	No	2.00
20	0.70	2.91	61.50	2.48	0.48	1.70	48.15	62.63	110.79	4.000	No	No	2.00
21	0.71	3.06	58.49	2.44	0.47	1.70	51.84	62.80	114.64	4.000	No	No	2.00
22	0.72	3.21	55.53	2.41	0.46	1.70	54.19	62.49	116.68	4.000	No	No	2.00
23	0.73	3.35	52.91	2.37	0.46	1.70	55.70	61.94	117.64	4.000	No	No	2.00
24	0.74	3.47	50.09	2.34	0.46	1.70	58.55	61.56	120.11	4.000	No	No	2.00
25	0.75	3.61	46.88	2.30	0.45	1.70	60.40	60.54	120.94	4.000	No	No	2.00
26	0.76	3.72	43.93	2.26	0.45	1.70	62.75	59.55	122.30	4.000	No	No	2.00
27	0.77	3.81	41.82	2.24	0.45	1.70	64.09	58.60	122.70	4.000	No	No	2.00
28	0.78	3.84	40.97	2.22	0.45	1.70	64.93	58.25	123.18	4.000	No	No	2.00
29	0.79	3.84	41.42	2.23	0.45	1.70	64.43	58.43	122.86	4.000	No	No	2.00
30	0.80	3.81	42.28	2.24	0.45	1.70	63.92	58.85	122.78	4.000	No	No	2.00
31	0.81	3.75	43.64	2.26	0.45	1.70	63.59	59.59	123.18	4.000	No	No	2.00
32	0.82	3.71	44.62	2.27	0.45	1.70	61.41	59.60	121.01	4.000	No	No	2.00
33	0.83	3.67	45.76	2.28	0.45	1.70	61.74	60.31	122.05	4.000	No	No	2.00
34	0.84	3.66	46.83	2.30	0.45	1.70	61.41	60.77	122.18	4.000	No	No	2.00
35	0.85	3.68	47.47	2.31	0.45	1.70	61.24	61.05	122.29	4.000	No	No	2.00
36	0.86	3.74	47.45	2.31	0.45	1.70	62.58	61.39	123.97	4.000	No	No	2.00
37	0.87	3.81	46.61	2.30	0.45	1.70	64.26	61.40	125.66	4.000	No	No	2.00
38	0.88	3.81	47.38	2.30	0.44	1.70	64.93	61.96	126.89	4.000	No	No	2.00
39	0.89	3.79	48.62	2.32	0.45	1.70	62.41	61.91	124.32	4.000	No	No	2.00
40	0.90	3.79	49.65	2.33	0.45	1.70	63.42	62.65	126.07	4.000	No	No	2.00
41	0.91	3.81	49.73	2.33	0.44	1.70	64.93	63.08	128.01	4.000	No	No	2.00
42	0.92	3.91	48.40	2.32	0.45	1.70	63.59	62.11	125.70	4.000	No	No	2.00
43	0.93	4.04	46.27	2.29	0.44	1.70	68.12	62.22	130.33	4.000	No	No	2.00
44	0.94	4.20	43.62	2.26	0.43	1.70	71.47	61.56	133.04	4.000	No	No	2.00
45	0.95	4.30	41.72	2.23	0.43	1.70	71.98	60.48	132.46	4.000	No	No	2.00
46	0.96	4.34	41.16	2.23	0.43	1.70	73.15	60.39	133.55	4.000	No	No	2.00
47	0.97	4.40	40.97	2.22	0.43	1.70	73.32	60.30	133.62	4.000	No	No	2.00
48	0.98	4.46	41.38	2.23	0.43	1.70	75.00	61.00	135.99	4.000	No	No	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
49	0.99	4.52	41.61	2.23	0.42	1.70	76.00	61.40	137.40	4.000	No	No	2.00
50	1.00	4.61	41.74	2.23	0.42	1.70	76.67	61.65	138.33	4.000	No	No	2.00
51	1.01	4.67	42.62	2.25	0.42	1.70	79.19	62.86	142.05	0.244	No	No	2.00
52	1.02	4.69	44.25	2.27	0.42	1.70	79.02	63.85	142.87	0.248	No	No	2.00
53	1.03	4.67	46.52	2.29	0.42	1.70	78.02	64.90	142.92	0.248	No	No	2.00
54	1.04	4.66	48.43	2.32	0.41	1.70	78.02	65.90	143.92	0.253	No	No	2.00
55	1.05	4.72	50.17	2.34	0.41	1.70	78.69	66.93	145.61	0.262	No	No	2.00
56	1.06	4.80	51.78	2.36	0.40	1.70	81.20	68.34	149.54	0.286	No	No	2.00
57	1.07	4.88	53.50	2.38	0.40	1.70	81.88	69.26	151.13	0.297	No	No	2.00
58	1.08	4.92	55.16	2.40	0.40	1.70	82.38	70.07	152.45	0.306	No	No	2.00
59	1.09	4.95	57.05	2.43	0.40	1.70	83.22	71.02	154.23	0.320	No	No	2.00
60	1.10	4.96	59.25	2.45	0.39	1.70	83.55	71.89	155.44	0.329	No	No	2.00
61	1.11	4.93	61.73	2.48	0.39	1.70	82.88	72.51	155.39	0.329	No	No	2.00
62	1.12	4.90	64.04	2.51	0.40	1.70	82.04	72.96	155.00	0.326	No	No	2.00
63	1.13	4.89	65.96	2.54	0.39	1.70	82.04	73.50	155.54	0.330	No	No	2.00
64	1.14	4.90	67.51	2.56	0.39	1.70	82.38	74.00	156.38	0.337	No	No	2.00
65	1.15	4.92	68.50	2.57	0.39	1.70	82.38	74.25	156.63	0.340	No	No	2.00
66	1.16	4.96	69.08	2.58	0.39	1.70	83.22	74.64	157.85	0.351	No	No	2.00
67	1.17	5.01	69.15	2.58	0.39	1.70	84.22	74.95	159.17	0.363	No	No	2.00
68	1.18	5.06	69.04	2.58	0.39	1.70	84.90	75.11	160.01	0.372	No	No	2.00
69	1.19	5.11	68.68	2.57	0.39	1.70	85.90	75.32	161.22	0.385	No	No	2.00
70	1.20	5.16	68.15	2.56	0.38	1.70	86.91	75.47	162.38	0.398	No	No	2.00
71	1.21	5.21	67.45	2.56	0.38	1.70	87.58	75.49	163.07	0.406	No	No	2.00
72	1.22	5.26	66.51	2.54	0.38	1.70	88.25	75.43	163.68	0.413	No	No	2.00
73	1.23	5.32	65.29	2.53	0.38	1.70	89.26	75.38	164.64	0.425	No	No	2.00
74	1.24	5.41	63.92	2.51	0.38	1.70	90.77	75.41	166.18	0.446	No	No	2.00
75	1.25	5.48	62.73	2.50	0.37	1.70	92.61	75.58	168.19	0.475	No	No	2.00
76	1.26	5.53	61.93	2.49	0.37	1.70	92.95	75.42	168.36	0.478	No	No	2.00
77	1.27	5.55	61.29	2.48	0.37	1.70	92.95	75.21	168.16	0.474	No	No	2.00
78	1.28	5.58	60.73	2.47	0.37	1.70	93.62	75.21	168.83	0.485	No	No	2.00
79	1.29	5.63	60.21	2.47	0.37	1.70	94.63	75.32	169.94	0.503	No	No	2.00
80	1.30	5.66	60.04	2.46	0.37	1.70	95.30	75.45	170.75	0.517	No	No	2.00
81	1.31	5.66	60.06	2.46	0.37	1.70	95.13	75.41	170.54	0.513	No	No	2.00
82	1.32	5.65	60.23	2.47	0.37	1.70	94.96	75.42	170.38	0.510	No	No	2.00
83	1.33	5.64	60.42	2.47	0.37	1.70	94.79	75.44	170.23	0.508	No	No	2.00
84	1.34	5.64	60.62	2.47	0.37	1.70	94.46	75.41	169.87	0.502	No	No	2.00
85	1.35	5.64	60.79	2.47	0.37	1.70	94.79	75.56	170.36	0.510	No	No	2.00
86	1.36	5.65	60.98	2.47	0.37	1.70	95.13	75.72	170.85	0.519	No	No	2.00
87	1.37	5.65	61.23	2.48	0.37	1.70	94.79	75.71	170.50	0.513	No	No	2.00
88	1.38	5.63	61.59	2.48	0.37	1.70	94.63	75.78	170.41	0.511	No	No	2.00
89	1.39	5.62	61.93	2.49	0.37	1.70	94.29	75.79	170.08	0.505	No	No	2.00
90	1.40	5.60	62.18	2.49	0.37	1.70	93.96	75.78	169.74	0.500	No	No	2.00
91	1.41	5.57	62.43	2.49	0.37	1.70	93.62	75.77	169.39	0.494	No	No	2.00
92	1.42	5.53	62.81	2.50	0.37	1.70	92.95	75.69	168.64	0.482	No	No	2.00
93	1.43	5.47	63.43	2.51	0.38	1.70	92.11	75.65	167.76	0.468	No	No	2.00
94	1.44	5.40	64.11	2.51	0.38	1.70	90.60	75.42	166.02	0.443	No	No	2.00
95	1.45	5.30	64.88	2.52	0.38	1.70	89.09	75.22	164.30	0.421	No	No	2.00
96	1.46	5.19	65.80	2.54	0.38	1.70	87.24	74.95	162.19	0.395	No	No	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
97	1.47	5.08	66.95	2.55	0.39	1.70	85.23	74.68	159.91	0.371	No	No	2.00
98	1.48	4.96	68.14	2.56	0.39	1.70	83.22	74.40	157.62	0.348	No	No	2.00
99	1.49	4.85	69.31	2.58	0.39	1.70	81.54	74.21	155.74	0.332	No	No	2.00
100	1.50	4.75	70.51	2.59	0.40	1.70	79.69	73.95	153.65	0.315	No	No	2.00
101	1.51	4.67	71.38	2.60	0.40	1.70	77.85	0.00	77.85	4.000	No	Yes	2.00
102	1.52	4.64	71.83	2.61	0.40	1.70	77.85	0.00	77.85	4.000	No	Yes	2.00
103	1.53	4.57	71.16	2.60	0.40	1.70	77.85	0.00	77.85	4.000	No	Yes	2.00
104	1.54	4.51	70.37	2.59	0.41	1.70	74.66	72.45	147.11	0.271	No	No	1.88
105	1.55	4.44	69.35	2.58	0.41	1.70	74.49	72.17	146.66	0.268	No	No	1.85
106	1.56	4.44	68.92	2.57	0.41	1.70	74.66	72.11	146.77	0.269	No	No	1.85
107	1.57	4.44	68.52	2.57	0.41	1.70	74.66	72.02	146.68	0.268	No	No	1.84
108	1.58	4.40	68.49	2.57	0.41	1.70	74.33	71.91	146.24	0.266	No	No	1.82
109	1.59	4.34	68.87	2.57	0.41	1.70	72.82	71.57	144.38	0.256	No	No	1.73
110	1.60	4.23	69.72	2.58	0.42	1.70	71.47	71.38	142.85	0.248	No	No	1.66
111	1.61	4.14	70.46	2.59	0.42	1.70	68.96	70.81	139.76	0.234	No	No	1.54
112	1.62	4.06	71.14	2.60	0.42	1.70	68.29	0.00	68.29	4.000	No	Yes	2.00
113	1.63	4.03	71.42	2.61	0.42	1.70	67.45	0.00	67.45	4.000	No	Yes	2.00
114	1.64	3.97	71.67	2.61	0.42	1.70	67.11	0.00	67.11	4.000	No	Yes	2.00
115	1.65	3.92	71.92	2.61	0.43	1.70	65.60	0.00	65.60	4.000	No	Yes	2.00
116	1.66	3.83	72.44	2.62	0.43	1.70	64.59	0.00	64.59	4.000	No	Yes	2.00
117	1.67	3.74	73.25	2.63	0.43	1.70	62.58	0.00	62.58	4.000	No	Yes	2.00
118	1.68	3.64	74.58	2.64	0.44	1.70	61.41	0.00	61.41	4.000	No	Yes	2.00
119	1.69	3.57	75.77	2.66	0.44	1.70	59.23	0.00	59.23	4.000	No	Yes	2.00
120	1.70	3.54	76.35	2.67	0.44	1.70	58.89	0.00	58.89	4.000	No	Yes	2.00
121	1.71	3.58	76.18	2.66	0.44	1.70	60.23	0.00	60.23	4.000	No	Yes	2.00
122	1.72	3.64	75.66	2.66	0.44	1.70	60.90	0.00	60.90	4.000	No	Yes	2.00
123	1.73	3.69	75.34	2.65	0.43	1.70	62.08	0.00	62.08	4.000	No	Yes	2.00
124	1.74	3.75	75.02	2.65	0.43	1.70	62.92	0.00	62.92	4.000	No	Yes	2.00
125	1.75	3.77	74.98	2.65	0.43	1.70	63.59	0.00	63.59	4.000	No	Yes	2.00
126	1.76	3.77	75.17	2.65	0.43	1.70	63.42	0.00	63.42	4.000	No	Yes	2.00
127	1.77	3.74	75.64	2.66	0.43	1.70	62.92	0.00	62.92	4.000	No	Yes	2.00
128	1.78	3.72	75.85	2.66	0.43	1.70	62.25	0.00	62.25	4.000	No	Yes	2.00
129	1.79	3.73	75.52	2.66	0.43	1.70	62.41	0.00	62.41	4.000	No	Yes	2.00
130	1.80	3.75	74.98	2.65	0.43	1.70	63.25	0.00	63.25	4.000	No	Yes	2.00
131	1.81	3.76	74.30	2.64	0.43	1.70	63.08	0.00	63.08	4.000	No	Yes	2.00
132	1.82	3.77	73.71	2.63	0.43	1.70	63.08	0.00	63.08	4.000	No	Yes	2.00
133	1.83	3.79	72.80	2.62	0.43	1.70	63.42	0.00	63.42	4.000	No	Yes	2.00
134	1.84	3.55	74.01	2.64	0.43	1.70	64.26	0.00	64.26	4.000	No	Yes	2.00
135	1.85	3.58	72.42	2.62	0.46	1.70	51.00	0.00	51.00	4.000	No	Yes	2.00
136	1.86	3.62	70.63	2.60	0.43	1.70	65.10	69.72	134.82	0.214	No	No	1.32
137	1.87	3.95	66.75	2.55	0.43	1.70	66.27	69.16	135.43	0.216	No	No	1.33
138	1.88	3.98	65.43	2.53	0.43	1.70	67.28	69.12	136.40	0.220	No	No	1.36
139	1.89	3.97	64.49	2.52	0.43	1.70	66.94	68.77	135.72	0.217	No	No	1.33
140	1.90	3.93	63.90	2.51	0.43	1.70	65.43	68.18	133.62	0.209	No	No	1.28
141	1.91	3.89	63.47	2.51	0.43	1.70	65.27	68.02	133.28	0.208	No	No	1.26
142	1.92	3.88	62.83	2.50	0.43	1.70	64.93	67.75	132.68	0.206	No	No	1.25
143	1.93	3.89	62.25	2.49	0.43	1.70	65.27	67.68	132.95	0.207	No	No	1.25
144	1.94	3.91	61.88	2.49	0.43	1.70	65.77	67.72	133.48	0.209	No	No	1.26

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
145	1.95	3.91	62.16	2.49	0.43	1.70	65.77	67.80	133.56	0.209	No	No	1.26
146	1.96	3.89	62.77	2.50	0.43	1.70	65.27	67.83	133.09	0.208	No	No	1.25
147	1.97	3.89	63.34	2.50	0.43	1.70	65.10	67.94	133.04	0.207	No	No	1.25
148	1.98	3.92	63.94	2.51	0.43	1.70	65.77	68.29	134.06	0.211	No	No	1.27
149	1.99	3.95	64.41	2.52	0.43	1.70	66.44	68.61	135.05	0.215	No	No	1.29
150	2.00	3.97	65.12	2.53	0.43	1.70	66.94	68.94	135.88	0.218	No	No	1.32
151	2.01	3.96	65.80	2.53	0.43	1.70	66.61	69.02	135.63	0.217	No	No	1.31
152	2.02	3.92	66.68	2.55	0.43	1.70	65.94	69.05	134.98	0.214	No	No	1.29
153	2.03	3.88	67.55	2.56	0.43	1.70	65.10	69.02	134.11	0.211	No	No	1.26
154	2.04	3.83	68.61	2.57	0.43	1.70	64.59	69.12	133.71	0.210	No	No	1.25
155	2.05	3.78	69.80	2.58	0.43	1.70	63.42	69.05	132.47	0.206	No	No	1.22
156	2.06	3.71	71.11	2.60	0.44	1.70	62.25	0.00	62.25	4.000	No	Yes	2.00
157	2.07	3.65	72.24	2.62	0.44	1.70	61.24	0.00	61.24	4.000	No	Yes	2.00
158	2.08	3.61	73.03	2.63	0.44	1.70	60.40	0.00	60.40	4.000	No	Yes	2.00
159	2.09	3.57	73.68	2.63	0.44	1.70	60.23	0.00	60.23	4.000	No	Yes	2.00
160	2.10	3.56	73.94	2.64	0.44	1.70	59.39	0.00	59.39	4.000	No	Yes	2.00
161	2.11	3.55	74.01	2.64	0.44	1.70	59.56	0.00	59.56	4.000	No	Yes	2.00
162	2.12	3.57	73.59	2.63	0.44	1.70	59.73	0.00	59.73	4.000	No	Yes	2.00
163	2.13	3.60	72.94	2.62	0.44	1.70	60.40	0.00	60.40	4.000	No	Yes	2.00
164	2.14	3.65	72.18	2.61	0.44	1.70	61.41	0.00	61.41	4.000	No	Yes	2.00
165	2.15	3.75	70.67	2.60	0.44	1.70	62.08	68.85	130.92	0.201	No	No	1.16
166	2.16	3.86	69.09	2.58	0.43	1.70	65.43	69.47	134.91	0.214	No	No	1.26
167	2.17	3.96	67.68	2.56	0.43	1.70	66.85	69.55	136.40	0.220	No	No	1.30
168	2.18	3.94	67.75	2.56	0.43	1.70	66.77	69.55	136.32	0.219	No	No	1.30
169	2.19	3.85	68.83	2.57	0.43	1.70	64.76	69.22	133.98	0.211	No	No	1.23
170	2.20	3.75	70.21	2.59	0.44	1.70	62.41	68.85	131.26	0.202	No	No	1.16
171	2.21	3.65	71.80	2.61	0.44	1.70	61.91	0.00	61.91	4.000	No	Yes	2.00
172	2.22	3.60	72.95	2.62	0.44	1.70	59.73	0.00	59.73	4.000	No	Yes	2.00
173	2.23	3.54	74.09	2.64	0.44	1.70	59.39	0.00	59.39	4.000	No	Yes	2.00
174	2.24	3.49	74.92	2.65	0.44	1.70	58.89	0.00	58.89	4.000	No	Yes	2.00
175	2.25	3.44	75.66	2.66	0.45	1.70	57.55	0.00	57.55	4.000	No	Yes	2.00
176	2.26	3.36	76.68	2.67	0.45	1.70	56.71	0.00	56.71	4.000	No	Yes	2.00
177	2.27	3.21	78.49	2.69	0.45	1.70	54.70	0.00	54.70	4.000	No	Yes	2.00
178	2.28	3.05	80.64	2.72	0.46	1.70	50.00	0.00	50.00	4.000	No	Yes	2.00
179	2.29	2.86	83.41	2.76	0.47	1.70	48.66	0.00	48.66	4.000	No	Yes	2.00
180	2.30	2.72	85.84	2.79	0.47	1.70	45.47	0.00	45.47	4.000	No	Yes	2.00
181	2.31	2.56	88.97	2.82	0.48	1.70	42.95	0.00	42.95	4.000	No	Yes	2.00
182	2.32	2.41	91.79	2.86	0.49	1.70	40.27	0.00	40.27	4.000	No	Yes	2.00
183	2.33	2.28	93.75	2.88	0.49	1.70	38.09	0.00	38.09	4.000	No	Yes	2.00
184	2.34	2.21	94.14	2.89	0.50	1.70	36.24	0.00	36.24	4.000	No	Yes	2.00
185	2.35	2.19	93.15	2.88	0.50	1.70	36.74	0.00	36.74	4.000	No	Yes	2.00
186	2.36	2.21	91.83	2.86	0.49	1.70	37.25	0.00	37.25	4.000	No	Yes	2.00
187	2.37	2.24	90.17	2.84	0.49	1.70	37.08	0.00	37.08	4.000	No	Yes	2.00
188	2.38	2.28	88.30	2.82	0.49	1.70	38.25	0.00	38.25	4.000	No	Yes	2.00
189	2.39	2.39	84.65	2.77	0.49	1.70	39.26	0.00	39.26	4.000	No	Yes	2.00
190	2.40	2.53	80.74	2.72	0.48	1.70	42.78	0.00	42.78	4.000	No	Yes	2.00
191	2.41	2.68	76.70	2.67	0.48	1.70	45.13	0.00	45.13	4.000	No	Yes	2.00
192	2.42	2.78	74.13	2.64	0.47	1.70	46.98	0.00	46.98	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
193	2.43	2.84	72.49	2.62	0.47	1.70	47.82	0.00	47.82	4.000	No	Yes	2.00
194	2.44	2.86	71.66	2.61	0.47	1.70	48.15	0.00	48.15	4.000	No	Yes	2.00
195	2.45	2.82	71.94	2.61	0.47	1.70	47.82	0.00	47.82	4.000	No	Yes	2.00
196	2.46	2.75	72.93	2.62	0.48	1.70	45.64	0.00	45.64	4.000	No	Yes	2.00
197	2.47	2.67	74.49	2.64	0.48	1.70	44.63	0.00	44.63	4.000	No	Yes	2.00
198	2.48	2.64	75.49	2.66	0.48	1.70	44.13	0.00	44.13	4.000	No	Yes	2.00
199	2.49	2.63	75.97	2.66	0.48	1.70	43.96	0.00	43.96	4.000	No	Yes	2.00
200	2.50	2.62	76.09	2.66	0.48	1.70	43.96	0.00	43.96	4.000	No	Yes	2.00
201	2.51	2.64	75.54	2.66	0.48	1.70	43.96	0.00	43.96	4.000	No	Yes	2.00
202	2.52	2.63	76.13	2.66	0.48	1.70	44.96	0.00	44.96	4.000	No	Yes	2.00
203	2.53	2.60	77.27	2.68	0.48	1.70	43.29	0.00	43.29	4.000	No	Yes	2.00
204	2.54	2.53	79.57	2.71	0.48	1.70	42.45	0.00	42.45	4.000	No	Yes	2.00
205	2.55	2.47	81.30	2.73	0.49	1.70	41.44	0.00	41.44	4.000	No	Yes	2.00
206	2.56	2.43	82.62	2.75	0.49	1.70	40.43	0.00	40.43	4.000	No	Yes	2.00
207	2.57	2.40	83.44	2.76	0.49	1.70	40.10	0.00	40.10	4.000	No	Yes	2.00
208	2.58	2.35	84.33	2.77	0.49	1.70	39.93	0.00	39.93	4.000	No	Yes	2.00
209	2.59	2.28	85.79	2.78	0.49	1.70	38.09	0.00	38.09	4.000	No	Yes	2.00
210	2.60	2.16	88.16	2.81	0.50	1.70	36.41	0.00	36.41	4.000	No	Yes	2.00
211	2.61	2.02	91.43	2.86	0.50	1.70	34.23	0.00	34.23	4.000	No	Yes	2.00
212	2.62	1.90	94.55	2.89	0.51	1.70	31.04	0.00	31.04	4.000	No	Yes	2.00
213	2.63	1.81	97.05	2.93	0.51	1.70	30.20	0.00	30.20	4.000	No	Yes	2.00
214	2.64	1.76	98.25	2.94	0.52	1.70	29.53	0.00	29.53	4.000	No	Yes	2.00
215	2.65	1.73	98.86	2.95	0.52	1.70	28.86	0.00	28.86	4.000	No	Yes	2.00
216	2.66	1.70	99.15	2.95	0.52	1.70	28.52	0.00	28.52	4.000	No	Yes	2.00
217	2.67	1.67	98.94	2.95	0.52	1.70	27.85	0.00	27.85	4.000	No	Yes	2.00
218	2.68	1.69	97.14	2.93	0.52	1.70	27.52	0.00	27.52	4.000	No	Yes	2.00
219	2.69	1.75	94.34	2.89	0.52	1.70	29.36	0.00	29.36	4.000	No	Yes	2.00
220	2.70	1.83	90.86	2.85	0.51	1.70	30.70	0.00	30.70	4.000	No	Yes	2.00
221	2.71	1.90	88.22	2.82	0.51	1.70	31.88	0.00	31.88	4.000	No	Yes	2.00
222	2.72	1.92	86.59	2.79	0.51	1.70	32.55	0.00	32.55	4.000	No	Yes	2.00
223	2.73	1.91	85.73	2.78	0.51	1.70	31.88	0.00	31.88	4.000	No	Yes	2.00
224	2.74	1.83	86.63	2.80	0.51	1.70	31.21	0.00	31.21	4.000	No	Yes	2.00
225	2.75	1.76	87.75	2.81	0.52	1.70	28.86	0.00	28.86	4.000	No	Yes	2.00
226	2.76	1.69	89.03	2.83	0.52	1.70	28.02	0.00	28.02	4.000	No	Yes	2.00
227	2.77	1.66	89.76	2.83	0.52	1.70	27.85	0.00	27.85	4.000	No	Yes	2.00
228	2.78	1.65	90.56	2.84	0.52	1.70	27.52	0.00	27.52	4.000	No	Yes	2.00
229	2.79	1.63	91.34	2.85	0.52	1.70	27.18	0.00	27.18	4.000	No	Yes	2.00
230	2.80	1.66	89.98	2.84	0.53	1.70	27.01	0.00	27.01	4.000	No	Yes	2.00
231	2.81	1.71	87.51	2.81	0.52	1.70	28.69	0.00	28.69	4.000	No	Yes	2.00
232	2.82	1.79	84.04	2.76	0.52	1.70	29.53	0.00	29.53	4.000	No	Yes	2.00
233	2.83	1.88	81.47	2.73	0.52	1.70	31.04	0.00	31.04	4.000	No	Yes	2.00
234	2.84	1.97	79.44	2.71	0.51	1.70	33.22	0.00	33.22	4.000	No	Yes	2.00
235	2.85	2.04	78.06	2.69	0.51	1.70	34.06	0.00	34.06	4.000	No	Yes	2.00
236	2.86	2.14	75.87	2.66	0.51	1.70	34.84	0.00	34.84	4.000	No	Yes	2.00
237	2.87	2.23	73.67	2.63	0.50	1.68	37.66	0.00	37.66	4.000	No	Yes	2.00
238	2.88	2.30	71.60	2.61	0.50	1.68	38.09	0.00	38.09	4.000	No	Yes	2.00
239	2.89	2.27	71.61	2.61	0.50	1.68	38.05	0.00	38.05	4.000	No	Yes	2.00
240	2.90	2.21	72.69	2.62	0.50	1.68	36.22	0.00	36.22	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
241	2.91	2.11	74.93	2.65	0.51	1.69	34.97	0.00	34.97	4.000	No	Yes	2.00
242	2.92	2.02	77.61	2.68	0.51	1.69	33.55	0.00	33.55	4.000	No	Yes	2.00
243	2.93	1.89	81.72	2.73	0.51	1.69	31.92	0.00	31.92	4.000	No	Yes	2.00
244	2.94	1.76	86.09	2.79	0.52	1.70	28.69	0.00	28.69	4.000	No	Yes	2.00
245	2.95	1.64	90.54	2.84	0.52	1.70	27.35	0.00	27.35	4.000	No	Yes	2.00
246	2.96	1.55	94.29	2.89	0.53	1.70	26.17	0.00	26.17	4.000	No	Yes	2.00
247	2.97	1.48	97.39	2.93	0.53	1.70	24.16	0.00	24.16	4.000	No	Yes	2.00
248	2.98	1.39	100.00	2.97	0.53	1.70	23.49	0.00	23.49	4.000	No	Yes	2.00
249	2.99	1.32	100.00	3.00	0.54	1.70	21.98	0.00	21.98	4.000	No	Yes	2.00
250	3.00	1.27	100.00	3.02	0.54	1.70	20.64	0.00	20.64	4.000	No	Yes	2.00
251	3.01	1.25	100.00	3.02	0.54	1.70	20.80	0.00	20.80	4.000	No	Yes	2.00
252	3.02	1.25	100.00	3.01	0.54	1.70	20.97	0.00	20.97	4.000	No	Yes	2.00
253	3.03	1.23	100.00	3.01	0.54	1.70	20.47	0.00	20.47	4.000	No	Yes	2.00
254	3.04	1.21	100.00	3.02	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
255	3.05	1.19	100.00	3.02	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
256	3.06	1.19	100.00	3.00	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
257	3.07	1.19	100.00	2.99	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
258	3.08	1.18	100.00	2.98	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
259	3.09	1.17	100.00	2.96	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
260	3.10	1.18	98.63	2.95	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
261	3.11	1.24	96.05	2.91	0.55	1.70	20.13	0.00	20.13	4.000	No	Yes	2.00
262	3.12	1.32	92.44	2.87	0.54	1.70	21.81	0.00	21.81	4.000	No	Yes	2.00
263	3.13	1.44	87.94	2.81	0.54	1.69	23.59	0.00	23.59	4.000	No	Yes	2.00
264	3.14	1.56	83.46	2.76	0.53	1.68	25.60	0.00	25.60	4.000	No	Yes	2.00
265	3.15	1.69	79.03	2.70	0.53	1.68	27.44	0.00	27.44	4.000	No	Yes	2.00
266	3.16	1.77	76.58	2.67	0.52	1.66	29.71	0.00	29.71	4.000	No	Yes	2.00
267	3.17	1.80	75.88	2.66	0.52	1.66	29.54	0.00	29.54	4.000	No	Yes	2.00
268	3.18	1.73	78.13	2.69	0.52	1.66	28.88	0.00	28.88	4.000	No	Yes	2.00
269	3.19	1.62	81.44	2.73	0.53	1.67	26.40	0.00	26.40	4.000	No	Yes	2.00
270	3.20	1.51	85.55	2.78	0.53	1.68	24.66	0.00	24.66	4.000	No	Yes	2.00
271	3.21	1.43	89.24	2.83	0.54	1.68	23.53	0.00	23.53	4.000	No	Yes	2.00
272	3.22	1.39	91.84	2.86	0.54	1.68	22.57	0.00	22.57	4.000	No	Yes	2.00
273	3.23	1.36	93.41	2.88	0.54	1.68	22.38	0.00	22.38	4.000	No	Yes	2.00
274	3.24	1.38	93.10	2.88	0.54	1.68	22.36	0.00	22.36	4.000	No	Yes	2.00
275	3.25	1.41	92.43	2.87	0.54	1.67	23.26	0.00	23.26	4.000	No	Yes	2.00
276	3.26	1.44	91.75	2.86	0.54	1.67	23.55	0.00	23.55	4.000	No	Yes	2.00
277	3.27	1.46	91.86	2.86	0.54	1.67	23.68	0.00	23.68	4.000	No	Yes	2.00
278	3.28	1.47	92.02	2.86	0.53	1.66	23.96	0.00	23.96	4.000	No	Yes	2.00
279	3.29	1.48	92.38	2.87	0.53	1.66	24.24	0.00	24.24	4.000	No	Yes	2.00
280	3.30	1.49	92.27	2.87	0.53	1.66	23.91	0.00	23.91	4.000	No	Yes	2.00
281	3.31	1.51	91.87	2.86	0.53	1.65	24.49	0.00	24.49	4.000	No	Yes	2.00
282	3.32	1.54	90.83	2.85	0.53	1.65	24.93	0.00	24.93	4.000	No	Yes	2.00
283	3.33	1.59	89.00	2.83	0.53	1.65	25.36	0.00	25.36	4.000	No	Yes	2.00
284	3.34	1.65	87.16	2.80	0.53	1.64	26.85	0.00	26.85	4.000	No	Yes	2.00
285	3.35	1.71	85.40	2.78	0.52	1.64	27.43	0.00	27.43	4.000	No	Yes	2.00
286	3.36	1.74	84.46	2.77	0.52	1.63	28.01	0.00	28.01	4.000	No	Yes	2.00
287	3.37	1.75	84.66	2.77	0.52	1.63	28.42	0.00	28.42	4.000	No	Yes	2.00
288	3.38	1.72	85.83	2.79	0.52	1.63	27.64	0.00	27.64	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
289	3.39	1.67	87.72	2.81	0.53	1.63	26.71	0.00	26.71	4.000	No	Yes	2.00
290	3.40	1.58	90.44	2.84	0.53	1.63	25.92	0.00	25.92	4.000	No	Yes	2.00
291	3.41	1.49	93.51	2.88	0.54	1.64	23.62	0.00	23.62	4.000	No	Yes	2.00
292	3.42	1.39	96.89	2.92	0.54	1.64	22.37	0.00	22.37	4.000	No	Yes	2.00
293	3.43	1.31	99.85	2.96	0.54	1.64	21.43	0.00	21.43	4.000	No	Yes	2.00
294	3.44	1.25	100.00	2.99	0.55	1.65	19.88	0.00	19.88	4.000	No	Yes	2.00
295	3.45	1.20	100.00	3.02	0.55	1.65	19.39	0.00	19.39	4.000	No	Yes	2.00
296	3.46	1.15	100.00	3.04	0.55	1.65	19.07	0.00	19.07	4.000	No	Yes	2.00
297	3.47	1.10	100.00	3.06	0.55	1.66	17.51	0.00	17.51	4.000	No	Yes	2.00
298	3.48	1.04	100.00	3.08	0.56	1.66	16.87	0.00	16.87	4.000	No	Yes	2.00
299	3.49	1.02	100.00	3.09	0.56	1.66	16.54	0.00	16.54	4.000	No	Yes	2.00
300	3.50	1.02	100.00	3.09	0.56	1.66	16.52	0.00	16.52	4.000	No	Yes	2.00
301	3.51	1.06	100.00	3.04	0.56	1.66	16.50	0.00	16.50	4.000	No	Yes	2.00
302	3.52	1.05	100.00	3.02	0.55	1.64	18.34	0.00	18.34	4.000	No	Yes	2.00
303	3.53	1.04	100.00	3.00	0.56	1.65	16.32	0.00	16.32	4.000	No	Yes	2.00
304	3.54	0.98	100.00	3.04	0.56	1.65	15.68	0.00	15.68	4.000	No	Yes	2.00
305	3.55	0.95	100.00	3.06	0.56	1.65	15.35	0.00	15.35	4.000	No	Yes	2.00
306	3.56	0.92	100.00	3.07	0.56	1.66	14.71	0.00	14.71	4.000	No	Yes	2.00
307	3.57	0.91	100.00	3.08	0.57	1.66	14.39	0.00	14.39	4.000	No	Yes	2.00
308	3.58	0.92	100.00	3.06	0.57	1.65	14.37	0.00	14.37	4.000	No	Yes	2.00
309	3.59	0.95	100.00	3.04	0.56	1.65	15.14	0.00	15.14	4.000	No	Yes	2.00
310	3.60	0.98	100.00	3.01	0.56	1.65	15.43	0.00	15.43	4.000	No	Yes	2.00
311	3.61	1.00	100.00	3.00	0.56	1.64	15.57	0.00	15.57	4.000	No	Yes	2.00
312	3.62	1.01	100.00	2.98	0.56	1.64	15.86	0.00	15.86	4.000	No	Yes	2.00
313	3.63	1.01	100.00	2.97	0.56	1.64	15.85	0.00	15.85	4.000	No	Yes	2.00
314	3.64	1.00	100.00	2.97	0.56	1.64	15.83	0.00	15.83	4.000	No	Yes	2.00
315	3.65	0.99	100.00	2.97	0.56	1.64	15.36	0.00	15.36	4.000	No	Yes	2.00
316	3.66	0.98	100.00	2.97	0.56	1.64	15.19	0.00	15.19	4.000	No	Yes	2.00
317	3.67	0.98	99.35	2.95	0.56	1.64	15.33	0.00	15.33	4.000	No	Yes	2.00
318	3.68	1.03	96.53	2.92	0.56	1.63	15.48	0.00	15.48	4.000	No	Yes	2.00
319	3.69	1.09	92.99	2.87	0.56	1.63	17.00	0.00	17.00	4.000	No	Yes	2.00
320	3.70	1.17	88.57	2.82	0.56	1.62	17.92	0.00	17.92	4.000	No	Yes	2.00
321	3.71	1.26	84.17	2.76	0.55	1.62	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
322	3.72	1.34	80.93	2.72	0.55	1.60	21.53	0.00	21.53	4.000	No	Yes	2.00
323	3.73	1.40	78.72	2.70	0.55	1.60	21.82	0.00	21.82	4.000	No	Yes	2.00
324	3.74	1.44	78.21	2.69	0.54	1.60	22.54	0.00	22.54	4.000	No	Yes	2.00
325	3.75	1.47	77.79	2.68	0.54	1.59	23.26	0.00	23.26	4.000	No	Yes	2.00
326	3.76	1.51	77.58	2.68	0.54	1.59	23.54	0.00	23.54	4.000	No	Yes	2.00
327	3.77	1.51	78.04	2.69	0.54	1.59	23.95	0.00	23.95	4.000	No	Yes	2.00
328	3.78	1.49	79.21	2.70	0.54	1.59	23.49	0.00	23.49	4.000	No	Yes	2.00
329	3.79	1.44	81.83	2.74	0.54	1.59	22.71	0.00	22.71	4.000	No	Yes	2.00
330	3.80	1.36	85.33	2.78	0.54	1.59	21.35	0.00	21.35	4.000	No	Yes	2.00
331	3.81	1.26	90.15	2.84	0.55	1.59	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
332	3.82	1.18	94.92	2.90	0.55	1.60	18.29	0.00	18.29	4.000	No	Yes	2.00
333	3.83	1.11	99.48	2.96	0.55	1.60	17.36	0.00	17.36	4.000	No	Yes	2.00
334	3.84	1.04	100.00	3.02	0.56	1.60	16.59	0.00	16.59	4.000	No	Yes	2.00
335	3.85	0.99	100.00	3.07	0.56	1.61	14.76	0.00	14.76	4.000	No	Yes	2.00
336	3.86	0.96	100.00	3.09	0.57	1.61	14.45	0.00	14.45	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
337	3.87	0.97	100.00	3.07	0.56	1.61	14.73	0.00	14.73	4.000	No	Yes	2.00
338	3.88	0.99	100.00	3.05	0.56	1.60	14.87	0.00	14.87	4.000	No	Yes	2.00
339	3.89	1.00	100.00	3.03	0.56	1.60	15.01	0.00	15.01	4.000	No	Yes	2.00
340	3.90	0.95	100.00	3.05	0.56	1.60	15.15	0.00	15.15	4.000	No	Yes	2.00
341	3.91	1.00	100.00	3.00	0.57	1.61	12.55	0.00	12.55	4.000	No	Yes	2.00
342	3.92	1.08	98.48	2.94	0.55	1.58	17.52	0.00	17.52	4.000	No	Yes	2.00
343	3.93	1.21	91.82	2.86	0.55	1.58	18.41	0.00	18.41	4.000	No	Yes	2.00
344	3.94	1.18	92.30	2.87	0.55	1.58	18.69	0.00	18.69	4.000	No	Yes	2.00
345	3.95	1.09	95.14	2.90	0.56	1.59	16.44	0.00	16.44	4.000	No	Yes	2.00
346	3.96	0.98	99.78	2.96	0.56	1.59	15.06	0.00	15.06	4.000	No	Yes	2.00
347	3.97	0.90	100.00	3.01	0.57	1.59	14.15	0.00	14.15	4.000	No	Yes	2.00
348	3.98	0.83	100.00	3.07	0.57	1.60	12.77	0.00	12.77	4.000	No	Yes	2.00
349	3.99	0.76	100.00	3.13	0.57	1.60	12.00	0.00	12.00	4.000	No	Yes	2.00
350	4.00	0.70	100.00	3.19	0.58	1.60	10.92	0.00	10.92	4.000	No	Yes	2.00
351	4.01	0.66	100.00	3.24	0.58	1.61	9.99	0.00	9.99	4.000	No	Yes	2.00
352	4.02	0.63	100.00	3.26	0.58	1.61	9.68	0.00	9.68	4.000	No	Yes	2.00
353	4.03	0.63	100.00	3.25	0.58	1.61	9.51	0.00	9.51	4.000	No	Yes	2.00
354	4.04	0.63	100.00	3.24	0.58	1.61	9.51	0.00	9.51	4.000	No	Yes	2.00
355	4.05	0.64	100.00	3.22	0.58	1.60	9.65	0.00	9.65	4.000	No	Yes	2.00
356	4.06	0.66	100.00	3.20	0.58	1.60	9.79	0.00	9.79	4.000	No	Yes	2.00
357	4.07	0.67	100.00	3.17	0.58	1.60	10.09	0.00	10.09	4.000	No	Yes	2.00
358	4.08	0.70	100.00	3.13	0.58	1.59	10.39	0.00	10.39	4.000	No	Yes	2.00
359	4.09	0.72	100.00	3.09	0.58	1.59	10.84	0.00	10.84	4.000	No	Yes	2.00
360	4.10	0.74	100.00	3.06	0.58	1.59	11.13	0.00	11.13	4.000	No	Yes	2.00
361	4.11	0.76	100.00	3.02	0.58	1.59	11.12	0.00	11.12	4.000	No	Yes	2.00
362	4.12	0.77	100.00	3.00	0.58	1.58	11.56	0.00	11.56	4.000	No	Yes	2.00
363	4.13	0.78	100.00	2.98	0.58	1.58	11.55	0.00	11.55	4.000	No	Yes	2.00
364	4.14	0.81	99.77	2.96	0.58	1.58	11.85	0.00	11.85	4.000	No	Yes	2.00
365	4.15	0.86	96.72	2.92	0.57	1.58	12.59	0.00	12.59	4.000	No	Yes	2.00
366	4.16	0.91	93.87	2.89	0.57	1.57	13.64	0.00	13.64	4.000	No	Yes	2.00
367	4.17	0.96	91.68	2.86	0.57	1.57	14.08	0.00	14.08	4.000	No	Yes	2.00
368	4.18	1.00	89.89	2.84	0.57	1.56	14.66	0.00	14.66	4.000	No	Yes	2.00
369	4.19	1.05	88.63	2.82	0.56	1.56	15.84	0.00	15.84	4.000	No	Yes	2.00
370	4.20	1.08	88.40	2.82	0.56	1.55	16.27	0.00	16.27	4.000	No	Yes	2.00
371	4.21	1.07	90.19	2.84	0.56	1.55	16.39	0.00	16.39	4.000	No	Yes	2.00
372	4.22	1.03	93.43	2.88	0.56	1.55	15.63	0.00	15.63	4.000	No	Yes	2.00
373	4.23	0.99	96.69	2.92	0.57	1.56	14.44	0.00	14.44	4.000	No	Yes	2.00
374	4.24	0.96	98.97	2.95	0.57	1.55	14.27	0.00	14.27	4.000	No	Yes	2.00
375	4.25	0.95	99.93	2.96	0.57	1.55	14.26	0.00	14.26	4.000	No	Yes	2.00
376	4.26	0.95	100.00	2.97	0.57	1.55	14.10	0.00	14.10	4.000	No	Yes	2.00
377	4.27	0.95	100.00	2.97	0.57	1.55	14.23	0.00	14.23	4.000	No	Yes	2.00
378	4.28	0.96	100.00	2.97	0.57	1.55	14.37	0.00	14.37	4.000	No	Yes	2.00
379	4.29	0.95	100.00	2.98	0.57	1.55	14.35	0.00	14.35	4.000	No	Yes	2.00
380	4.30	0.93	100.00	3.00	0.57	1.55	13.90	0.00	13.90	4.000	No	Yes	2.00
381	4.31	0.90	100.00	3.02	0.57	1.55	13.45	0.00	13.45	4.000	No	Yes	2.00
382	4.32	0.85	100.00	3.06	0.57	1.55	12.99	0.00	12.99	4.000	No	Yes	2.00
383	4.33	0.78	100.00	3.12	0.57	1.55	11.95	0.00	11.95	4.000	No	Yes	2.00
384	4.34	0.70	100.00	3.19	0.58	1.56	10.01	0.00	10.01	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
385	4.35	0.64	100.00	3.24	0.58	1.56	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
386	4.36	0.63	100.00	3.25	0.59	1.56	9.24	0.00	9.24	4.000	No	Yes	2.00
387	4.37	0.63	100.00	3.24	0.58	1.56	9.38	0.00	9.38	4.000	No	Yes	2.00
388	4.38	0.63	100.00	3.22	0.58	1.56	9.52	0.00	9.52	4.000	No	Yes	2.00
389	4.39	0.63	100.00	3.22	0.58	1.56	9.37	0.00	9.37	4.000	No	Yes	2.00
390	4.40	0.62	100.00	3.22	0.59	1.56	9.21	0.00	9.21	4.000	No	Yes	2.00
391	4.41	0.60	100.00	3.23	0.59	1.56	8.90	0.00	8.90	4.000	No	Yes	2.00
392	4.42	0.58	100.00	3.24	0.59	1.56	8.60	0.00	8.60	4.000	No	Yes	2.00
393	4.43	0.56	100.00	3.24	0.59	1.56	8.29	0.00	8.29	4.000	No	Yes	2.00
394	4.44	0.54	100.00	3.23	0.59	1.56	7.98	0.00	7.98	4.000	No	Yes	2.00
395	4.45	0.54	100.00	3.21	0.59	1.56	7.83	0.00	7.83	4.000	No	Yes	2.00
396	4.46	0.54	100.00	3.20	0.59	1.55	7.97	0.00	7.97	4.000	No	Yes	2.00
397	4.47	0.54	100.00	3.19	0.59	1.55	7.97	0.00	7.97	4.000	No	Yes	2.00
398	4.48	0.54	100.00	3.19	0.59	1.55	7.81	0.00	7.81	4.000	No	Yes	2.00
399	4.49	0.54	100.00	3.19	0.59	1.55	7.80	0.00	7.80	4.000	No	Yes	2.00
400	4.50	0.60	100.00	3.15	0.59	1.55	7.80	0.00	7.80	4.000	No	Yes	2.00
401	4.51	0.63	100.00	3.15	0.58	1.54	10.61	0.00	10.61	4.000	No	Yes	2.00
402	4.52	0.65	100.00	3.15	0.59	1.54	9.27	0.00	9.27	4.000	No	Yes	2.00
403	4.53	0.60	100.00	3.18	0.59	1.54	8.82	0.00	8.82	4.000	No	Yes	2.00
404	4.54	0.58	100.00	3.19	0.59	1.54	8.37	0.00	8.37	4.000	No	Yes	2.00
405	4.55	0.56	100.00	3.19	0.59	1.54	8.21	0.00	8.21	4.000	No	Yes	2.00
406	4.56	0.56	100.00	3.19	0.59	1.54	7.91	0.00	7.91	4.000	No	Yes	2.00
407	4.57	0.55	100.00	3.18	0.59	1.54	7.90	0.00	7.90	4.000	No	Yes	2.00
408	4.58	0.57	100.00	3.16	0.59	1.54	7.90	0.00	7.90	4.000	No	Yes	2.00
409	4.59	0.58	100.00	3.14	0.59	1.54	8.34	0.00	8.34	4.000	No	Yes	2.00
410	4.60	0.59	100.00	3.11	0.59	1.53	8.33	0.00	8.33	4.000	No	Yes	2.00
411	4.61	0.59	100.00	3.10	0.59	1.53	8.47	0.00	8.47	4.000	No	Yes	2.00
412	4.62	0.59	100.00	3.09	0.59	1.53	8.32	0.00	8.32	4.000	No	Yes	2.00
413	4.63	0.59	100.00	3.08	0.59	1.53	8.31	0.00	8.31	4.000	No	Yes	2.00
414	4.64	0.58	100.00	3.09	0.59	1.53	8.31	0.00	8.31	4.000	No	Yes	2.00
415	4.65	0.57	100.00	3.10	0.59	1.53	8.00	0.00	8.00	4.000	No	Yes	2.00
416	4.66	0.55	100.00	3.11	0.59	1.53	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
417	4.67	0.54	100.00	3.10	0.59	1.53	7.55	0.00	7.55	4.000	No	Yes	2.00
418	4.68	0.53	100.00	3.10	0.59	1.53	7.40	0.00	7.40	4.000	No	Yes	2.00
419	4.69	0.53	100.00	3.10	0.59	1.53	7.39	0.00	7.39	4.000	No	Yes	2.00
420	4.70	0.53	100.00	3.10	0.59	1.53	7.39	0.00	7.39	4.000	No	Yes	2.00
421	4.71	0.52	100.00	3.11	0.59	1.53	7.38	0.00	7.38	4.000	No	Yes	2.00
422	4.72	0.52	100.00	3.12	0.59	1.53	7.23	0.00	7.23	4.000	No	Yes	2.00
423	4.73	0.51	100.00	3.13	0.59	1.53	7.08	0.00	7.08	4.000	No	Yes	2.00
424	4.74	0.51	100.00	3.14	0.59	1.52	7.07	0.00	7.07	4.000	No	Yes	2.00
425	4.75	0.51	100.00	3.13	0.59	1.52	7.07	0.00	7.07	4.000	No	Yes	2.00
426	4.76	0.51	100.00	3.13	0.59	1.52	7.06	0.00	7.06	4.000	No	Yes	2.00
427	4.77	0.49	100.00	3.14	0.59	1.52	6.91	0.00	6.91	4.000	No	Yes	2.00
428	4.78	0.48	100.00	3.15	0.60	1.52	6.61	0.00	6.61	4.000	No	Yes	2.00
429	4.79	0.47	100.00	3.15	0.60	1.52	6.46	0.00	6.46	4.000	No	Yes	2.00
430	4.80	0.46	100.00	3.15	0.60	1.52	6.31	0.00	6.31	4.000	No	Yes	2.00
431	4.81	0.45	100.00	3.14	0.60	1.52	6.16	0.00	6.16	4.000	No	Yes	2.00
432	4.82	0.46	100.00	3.12	0.60	1.52	6.15	0.00	6.15	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
433	4.83	0.47	100.00	3.07	0.60	1.52	6.30	0.00	6.30	4.000	No	Yes	2.00
434	4.84	0.50	100.00	3.01	0.59	1.52	6.88	0.00	6.88	4.000	No	Yes	2.00
435	4.85	0.54	98.84	2.95	0.59	1.51	7.32	0.00	7.32	4.000	No	Yes	2.00
436	4.86	0.57	95.74	2.91	0.59	1.51	7.75	0.00	7.75	4.000	No	Yes	2.00
437	4.87	0.58	94.33	2.89	0.59	1.51	8.04	0.00	8.04	4.000	No	Yes	2.00
438	4.88	0.59	93.68	2.88	0.59	1.51	8.04	0.00	8.04	4.000	No	Yes	2.00
439	4.89	0.61	93.76	2.88	0.59	1.51	8.33	0.00	8.33	4.000	No	Yes	2.00
440	4.90	0.62	94.01	2.89	0.59	1.50	8.61	0.00	8.61	4.000	No	Yes	2.00
441	4.91	0.63	94.91	2.90	0.59	1.50	8.60	0.00	8.60	4.000	No	Yes	2.00
442	4.92	0.63	95.70	2.91	0.59	1.50	8.60	0.00	8.60	4.000	No	Yes	2.00
443	4.93	0.63	96.02	2.91	0.59	1.50	8.74	0.00	8.74	4.000	No	Yes	2.00
444	4.94	0.64	96.36	2.92	0.59	1.50	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
445	4.95	0.64	97.25	2.93	0.59	1.50	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
446	4.96	0.65	98.80	2.95	0.59	1.50	8.86	0.00	8.86	4.000	No	Yes	2.00
447	4.97	0.65	100.00	2.97	0.59	1.49	8.99	0.00	8.99	4.000	No	Yes	2.00
448	4.98	0.66	100.00	2.98	0.59	1.49	8.99	0.00	8.99	4.000	No	Yes	2.00
449	4.99	0.66	100.00	2.99	0.59	1.49	9.13	0.00	9.13	4.000	No	Yes	2.00
450	5.00	0.66	100.00	3.00	0.59	1.49	9.12	0.00	9.12	4.000	No	Yes	2.00
451	5.01	0.65	100.00	3.02	0.59	1.49	8.97	0.00	8.97	4.000	No	Yes	2.00
452	5.02	0.65	100.00	3.04	0.59	1.49	8.96	0.00	8.96	4.000	No	Yes	2.00
453	5.03	0.65	100.00	3.05	0.59	1.49	8.81	0.00	8.81	4.000	No	Yes	2.00
454	5.04	0.64	100.00	3.07	0.59	1.49	8.95	0.00	8.95	4.000	No	Yes	2.00
455	5.05	0.64	100.00	3.07	0.59	1.49	8.80	0.00	8.80	4.000	No	Yes	2.00
456	5.06	0.64	100.00	3.08	0.59	1.49	8.79	0.00	8.79	4.000	No	Yes	2.00
457	5.07	0.64	100.00	3.08	0.59	1.48	8.79	0.00	8.79	4.000	No	Yes	2.00
458	5.08	0.65	100.00	3.07	0.59	1.48	8.78	0.00	8.78	4.000	No	Yes	2.00
459	5.09	0.65	100.00	3.06	0.59	1.48	8.92	0.00	8.92	4.000	No	Yes	2.00
460	5.10	0.66	100.00	3.06	0.59	1.48	8.91	0.00	8.91	4.000	No	Yes	2.00
461	5.11	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.91	0.00	8.91	4.000	No	Yes	2.00
462	5.12	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.90	0.00	8.90	4.000	No	Yes	2.00
463	5.13	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
464	5.14	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
465	5.15	0.66	100.00	3.05	0.59	1.47	9.02	0.00	9.02	4.000	No	Yes	2.00
466	5.16	0.66	100.00	3.05	0.59	1.47	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
467	5.17	0.66	100.00	3.05	0.59	1.47	9.01	0.00	9.01	4.000	No	Yes	2.00
468	5.18	0.66	100.00	3.06	0.59	1.47	8.86	0.00	8.86	4.000	No	Yes	2.00
469	5.19	0.65	100.00	3.06	0.59	1.47	8.86	0.00	8.86	4.000	No	Yes	2.00
470	5.20	0.66	100.00	3.06	0.59	1.47	8.85	0.00	8.85	4.000	No	Yes	2.00
471	5.21	0.65	100.00	3.07	0.59	1.47	8.98	0.00	8.98	4.000	No	Yes	2.00
472	5.22	0.65	100.00	3.08	0.59	1.47	8.84	0.00	8.84	4.000	No	Yes	2.00
473	5.23	0.64	100.00	3.09	0.59	1.47	8.69	0.00	8.69	4.000	No	Yes	2.00
474	5.24	0.64	100.00	3.10	0.59	1.47	8.68	0.00	8.68	4.000	No	Yes	2.00
475	5.25	0.64	100.00	3.10	0.59	1.47	8.68	0.00	8.68	4.000	No	Yes	2.00
476	5.26	0.64	100.00	3.10	0.59	1.46	8.67	0.00	8.67	4.000	No	Yes	2.00
477	5.27	0.64	100.00	3.10	0.59	1.46	8.66	0.00	8.66	4.000	No	Yes	2.00
478	5.28	0.63	100.00	3.11	0.59	1.46	8.66	0.00	8.66	4.000	No	Yes	2.00
479	5.29	0.62	100.00	3.12	0.59	1.46	8.37	0.00	8.37	4.000	No	Yes	2.00
480	5.30	0.60	100.00	3.14	0.59	1.46	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
481	5.31	0.58	100.00	3.17	0.59	1.46	7.65	0.00	7.65	4.000	No	Yes	2.00
482	5.32	0.56	100.00	3.19	0.59	1.46	7.50	0.00	7.50	4.000	No	Yes	2.00
483	5.33	0.54	100.00	3.20	0.59	1.46	7.36	0.00	7.36	4.000	No	Yes	2.00
484	5.34	0.54	100.00	3.21	0.59	1.46	7.21	0.00	7.21	4.000	No	Yes	2.00
485	5.35	0.52	100.00	3.23	0.59	1.46	7.06	0.00	7.06	4.000	No	Yes	2.00
486	5.36	0.51	100.00	3.24	0.60	1.46	6.78	0.00	6.78	4.000	No	Yes	2.00
487	5.37	0.51	100.00	3.23	0.60	1.46	6.77	0.00	6.77	4.000	No	Yes	2.00
488	5.38	0.51	100.00	3.22	0.60	1.46	6.77	0.00	6.77	4.000	No	Yes	2.00
489	5.39	0.50	100.00	3.21	0.60	1.46	6.76	0.00	6.76	4.000	No	Yes	2.00
490	5.40	0.50	100.00	3.20	0.60	1.46	6.62	0.00	6.62	4.000	No	Yes	2.00
491	5.41	0.50	100.00	3.20	0.60	1.46	6.61	0.00	6.61	4.000	No	Yes	2.00
492	5.42	0.49	100.00	3.19	0.60	1.46	6.47	0.00	6.47	4.000	No	Yes	2.00
493	5.43	0.50	100.00	3.15	0.60	1.46	6.46	0.00	6.46	4.000	No	Yes	2.00
494	5.44	0.51	100.00	3.10	0.60	1.45	6.74	0.00	6.74	4.000	No	Yes	2.00
495	5.45	0.54	100.00	3.04	0.59	1.45	7.02	0.00	7.02	4.000	No	Yes	2.00
496	5.46	0.55	100.00	3.00	0.59	1.45	7.30	0.00	7.30	4.000	No	Yes	2.00
497	5.47	0.57	100.00	2.97	0.59	1.45	7.43	0.00	7.43	4.000	No	Yes	2.00
498	5.48	0.58	99.00	2.95	0.59	1.45	7.71	0.00	7.71	4.000	No	Yes	2.00
499	5.49	0.58	98.26	2.94	0.59	1.45	7.71	0.00	7.71	4.000	No	Yes	2.00
500	5.50	0.58	98.24	2.94	0.59	1.44	7.70	0.00	7.70	4.000	No	Yes	2.00
501	5.51	0.60	99.84	2.96	0.59	1.44	7.69	0.00	7.69	4.000	No	Yes	2.00
502	5.52	0.62	100.00	2.98	0.59	1.44	8.94	0.00	8.94	4.000	No	Yes	2.00
503	5.53	0.62	100.00	3.02	0.59	1.44	8.66	0.00	8.66	4.000	No	Yes	2.00
504	5.54	0.60	100.00	3.04	0.59	1.44	8.10	0.00	8.10	4.000	No	Yes	2.00
505	5.55	0.59	100.00	3.06	0.59	1.44	8.09	0.00	8.09	4.000	No	Yes	2.00
506	5.56	0.61	100.00	3.04	0.59	1.44	8.23	0.00	8.23	4.000	No	Yes	2.00
507	5.57	0.64	100.00	3.02	0.59	1.43	8.78	0.00	8.78	4.000	No	Yes	2.00
508	5.58	0.65	100.00	3.01	0.59	1.43	9.05	0.00	9.05	4.000	No	Yes	2.00
509	5.59	0.65	100.00	3.01	0.59	1.43	8.90	0.00	8.90	4.000	No	Yes	2.00
510	5.60	0.64	100.00	3.02	0.59	1.43	8.62	0.00	8.62	4.000	No	Yes	2.00
511	5.61	0.63	100.00	3.03	0.59	1.43	8.48	0.00	8.48	4.000	No	Yes	2.00
512	5.62	0.62	100.00	3.04	0.59	1.43	8.47	0.00	8.47	4.000	No	Yes	2.00
513	5.63	0.61	100.00	3.05	0.59	1.43	8.19	0.00	8.19	4.000	No	Yes	2.00
514	5.64	0.58	100.00	3.08	0.59	1.43	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
515	5.65	0.56	100.00	3.10	0.59	1.43	7.49	0.00	7.49	4.000	No	Yes	2.00
516	5.66	0.55	100.00	3.11	0.59	1.43	7.20	0.00	7.20	4.000	No	Yes	2.00
517	5.67	0.55	100.00	3.11	0.59	1.43	7.20	0.00	7.20	4.000	No	Yes	2.00
518	5.68	0.55	100.00	3.11	0.59	1.43	7.20	0.00	7.20	4.000	No	Yes	2.00
519	5.69	0.56	100.00	3.11	0.59	1.43	7.19	0.00	7.19	4.000	No	Yes	2.00
520	5.70	0.57	100.00	3.10	0.59	1.43	7.32	0.00	7.32	4.000	No	Yes	2.00
521	5.71	0.59	100.00	3.08	0.59	1.43	7.60	0.00	7.60	4.000	No	Yes	2.00
522	5.72	0.60	100.00	3.05	0.59	1.42	7.87	0.00	7.87	4.000	No	Yes	2.00
523	5.73	0.62	100.00	3.03	0.59	1.42	8.00	0.00	8.00	4.000	No	Yes	2.00
524	5.74	0.63	100.00	3.02	0.59	1.42	8.13	0.00	8.13	4.000	No	Yes	2.00
525	5.75	0.63	100.00	3.01	0.59	1.42	8.27	0.00	8.27	4.000	No	Yes	2.00
526	5.76	0.63	100.00	3.00	0.59	1.42	8.26	0.00	8.26	4.000	No	Yes	2.00
527	5.77	0.63	100.00	2.99	0.59	1.42	8.12	0.00	8.12	4.000	No	Yes	2.00
528	5.78	0.63	100.00	2.97	0.59	1.42	8.11	0.00	8.11	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
529	5.79	0.63	100.00	2.96	0.59	1.42	8.38	0.00	8.38	4.000	No	Yes	2.00
530	5.80	0.63	100.00	2.96	0.59	1.42	8.24	0.00	8.24	4.000	No	Yes	2.00
531	5.81	0.62	100.00	2.98	0.59	1.41	8.10	0.00	8.10	4.000	No	Yes	2.00
532	5.82	0.61	100.00	2.99	0.59	1.41	7.96	0.00	7.96	4.000	No	Yes	2.00
533	5.83	0.61	100.00	2.99	0.59	1.41	7.68	0.00	7.68	4.000	No	Yes	2.00
534	5.84	0.60	100.00	3.00	0.59	1.41	7.81	0.00	7.81	4.000	No	Yes	2.00
535	5.85	0.61	100.00	3.00	0.59	1.41	7.67	0.00	7.67	4.000	No	Yes	2.00
536	5.86	0.61	100.00	3.00	0.59	1.41	7.94	0.00	7.94	4.000	No	Yes	2.00
537	5.87	0.61	100.00	3.01	0.59	1.41	7.80	0.00	7.80	4.000	No	Yes	2.00
538	5.88	0.60	100.00	3.03	0.59	1.41	7.65	0.00	7.65	4.000	No	Yes	2.00
539	5.89	0.59	100.00	3.04	0.59	1.41	7.51	0.00	7.51	4.000	No	Yes	2.00
540	5.90	0.60	100.00	3.01	0.59	1.41	7.51	0.00	7.51	4.000	No	Yes	2.00
541	5.91	0.63	100.00	2.97	0.59	1.41	8.05	0.00	8.05	4.000	No	Yes	2.00
542	5.92	0.67	97.44	2.93	0.59	1.40	8.59	0.00	8.59	4.000	No	Yes	2.00
543	5.93	0.70	95.15	2.90	0.59	1.40	9.00	0.00	9.00	4.000	No	Yes	2.00
544	5.94	0.72	93.83	2.89	0.59	1.40	9.26	0.00	9.26	4.000	No	Yes	2.00
545	5.95	0.73	93.61	2.88	0.59	1.40	9.39	0.00	9.39	4.000	No	Yes	2.00
546	5.96	0.71	94.96	2.90	0.59	1.40	9.25	0.00	9.25	4.000	No	Yes	2.00
547	5.97	0.67	98.29	2.94	0.59	1.40	8.84	0.00	8.84	4.000	No	Yes	2.00
548	5.98	0.64	100.00	2.98	0.59	1.40	7.88	0.00	7.88	4.000	No	Yes	2.00
549	5.99	0.61	100.00	3.01	0.59	1.40	7.74	0.00	7.74	4.000	No	Yes	2.00
550	6.00	0.60	100.00	3.00	0.59	1.40	7.46	0.00	7.46	4.000	No	Yes	2.00
551	6.01	0.60	100.00	3.00	0.59	1.40	7.46	0.00	7.46	4.000	No	Yes	2.00
552	6.02	0.61	100.00	2.98	0.59	1.40	7.59	0.00	7.59	4.000	No	Yes	2.00
553	6.03	0.62	100.00	2.98	0.59	1.40	7.86	0.00	7.86	4.000	No	Yes	2.00
554	6.04	0.62	100.00	2.98	0.59	1.40	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
555	6.05	0.62	100.00	3.00	0.59	1.40	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
556	6.06	0.61	100.00	3.01	0.59	1.40	7.57	0.00	7.57	4.000	No	Yes	2.00
557	6.07	0.61	100.00	3.01	0.59	1.39	7.57	0.00	7.57	4.000	No	Yes	2.00
558	6.08	0.62	100.00	3.00	0.59	1.39	7.70	0.00	7.70	4.000	No	Yes	2.00
559	6.09	0.65	100.00	2.97	0.59	1.39	7.96	0.00	7.96	4.000	No	Yes	2.00
560	6.10	0.74	91.96	2.86	0.59	1.39	8.64	0.00	8.64	4.000	No	Yes	2.00
561	6.11	1.12	71.28	2.60	0.59	1.39	11.50	0.00	11.50	4.000	No	Yes	2.00
562	6.12	2.40	37.14	2.18	0.58	1.38	23.52	45.82	69.34	0.107	No	No	0.41
563	6.13	4.52	10.63	1.85	0.57	1.37	61.61	8.13	69.74	0.107	No	No	0.41
564	6.14	7.54	0.00	1.59	0.51	1.33	95.12	0.00	95.12	0.131	No	No	0.53
565	6.15	8.79	0.00	1.52	0.43	1.27	135.19	0.00	135.19	0.215	No	No	1.01
566	6.16	9.64	0.00	1.49	0.48	1.31	106.94	0.00	106.94	0.147	No	No	0.62
567	6.17	9.65	0.00	1.50	0.45	1.28	123.90	0.00	123.90	0.181	No	No	0.80
568	6.18	10.50	0.00	1.46	0.43	1.26	135.43	0.00	135.43	0.216	No	No	1.01

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
q_t: Total cone resistance
FC: Fines content (%)
I_c: Soil behavior type index
m: Stress exponent
C_N: Overburden correction factor
q_{c1N}: Normalized and adjusted cone resistance
Δq_{c1N}: Cone resistance correction factor due to fines
$q_{c1N,cs}$: Normalized and adjusted cone resistance
$CRR_{7.5}$: Cyclic resistance ratio for M_w=7.5
FS: Factor of safety against soil liquefaction

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
0.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
1.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.54	1.88	0.00	0.00	0.01	0.00
1.55	1.85	0.00	0.00	0.01	0.00	1.56	1.85	0.00	0.00	0.01	0.00
1.57	1.84	0.00	0.00	0.01	0.00	1.58	1.82	0.00	0.00	0.01	0.00
1.59	1.73	0.00	0.00	0.01	0.00	1.60	1.66	0.00	0.00	0.01	0.00
1.61	1.54	0.00	0.00	0.01	0.00	1.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.86	1.32	0.00	0.00	0.01	0.00
1.87	1.33	0.00	0.00	0.01	0.00	1.88	1.36	0.00	0.00	0.01	0.00
1.89	1.33	0.00	0.00	0.01	0.00	1.90	1.28	0.00	0.00	0.01	0.00
1.91	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00	1.92	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00
1.93	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00	1.94	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00
1.95	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00	1.96	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00
1.97	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00	1.98	1.27	0.00	0.00	0.01	0.00
1.99	1.29	0.00	0.00	0.01	0.00	2.00	1.32	0.00	0.00	0.01	0.00
2.01	1.31	0.00	0.00	0.01	0.00	2.02	1.29	0.00	0.00	0.01	0.00
2.03	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00	2.04	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00
2.05	1.22	0.00	0.00	0.01	0.00	2.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.15	1.16	0.00	0.00	0.01	0.00	2.16	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00
2.17	1.30	0.00	0.00	0.01	0.00	2.18	1.30	0.00	0.00	0.01	0.00
2.19	1.23	0.00	0.00	0.01	0.00	2.20	1.16	0.00	0.00	0.01	0.00
2.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
2.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
3.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
4.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
5.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.12	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04
6.13	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04	6.14	0.53	0.47	0.52	0.01	0.03
6.15	1.01	0.00	0.00	0.01	0.00	6.16	0.62	0.38	0.67	0.01	0.03
6.17	0.80	0.20	1.72	0.01	0.01	6.18	1.01	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}

Overall liquefaction potential: 0.15

LPI_{ISH} > 5.0 - Liquefaction manifestation is expected

Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point
d_z: Layer thickness (m)
LPI: Liquefaction potential index value for test point

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

GeoLogismiki
Geotechnical Engineers
Merarhias 56
http://www.geologismiki.gr

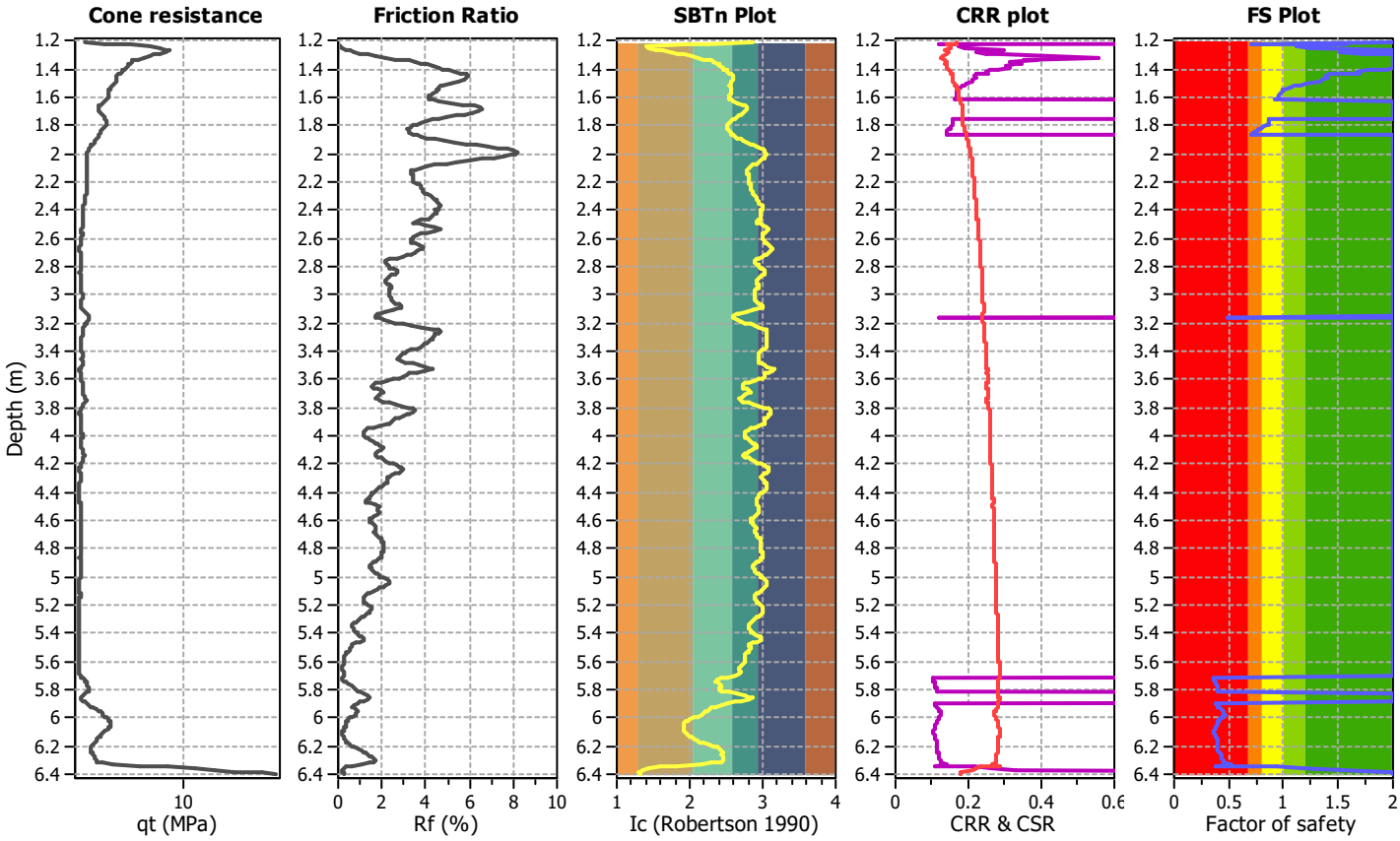
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

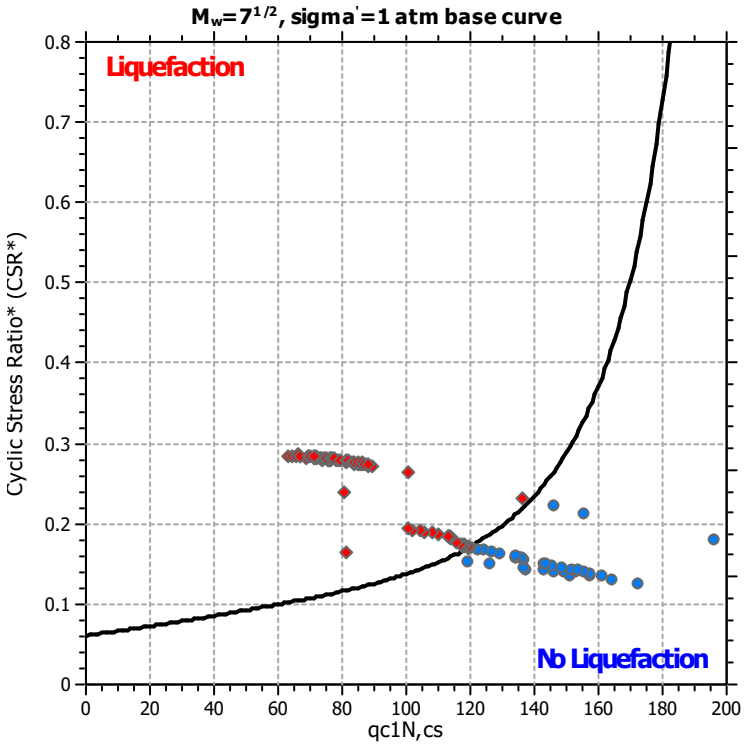
Project title : **Location :**

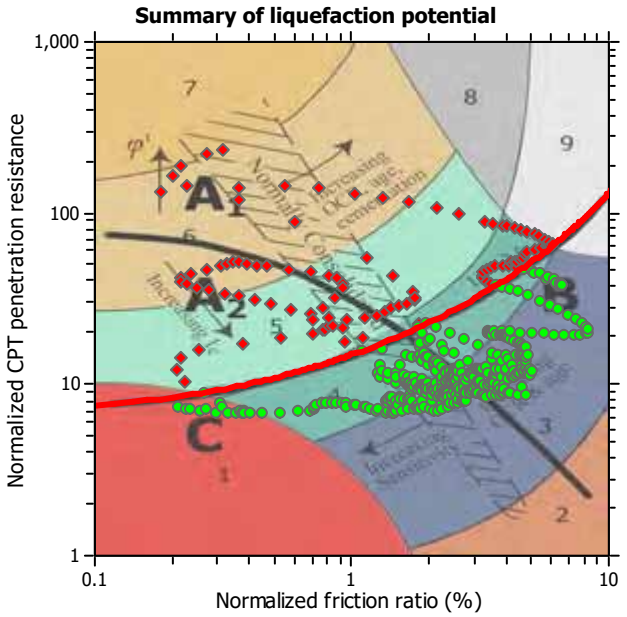
CPT file : CPTU02

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.27	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	Yes		



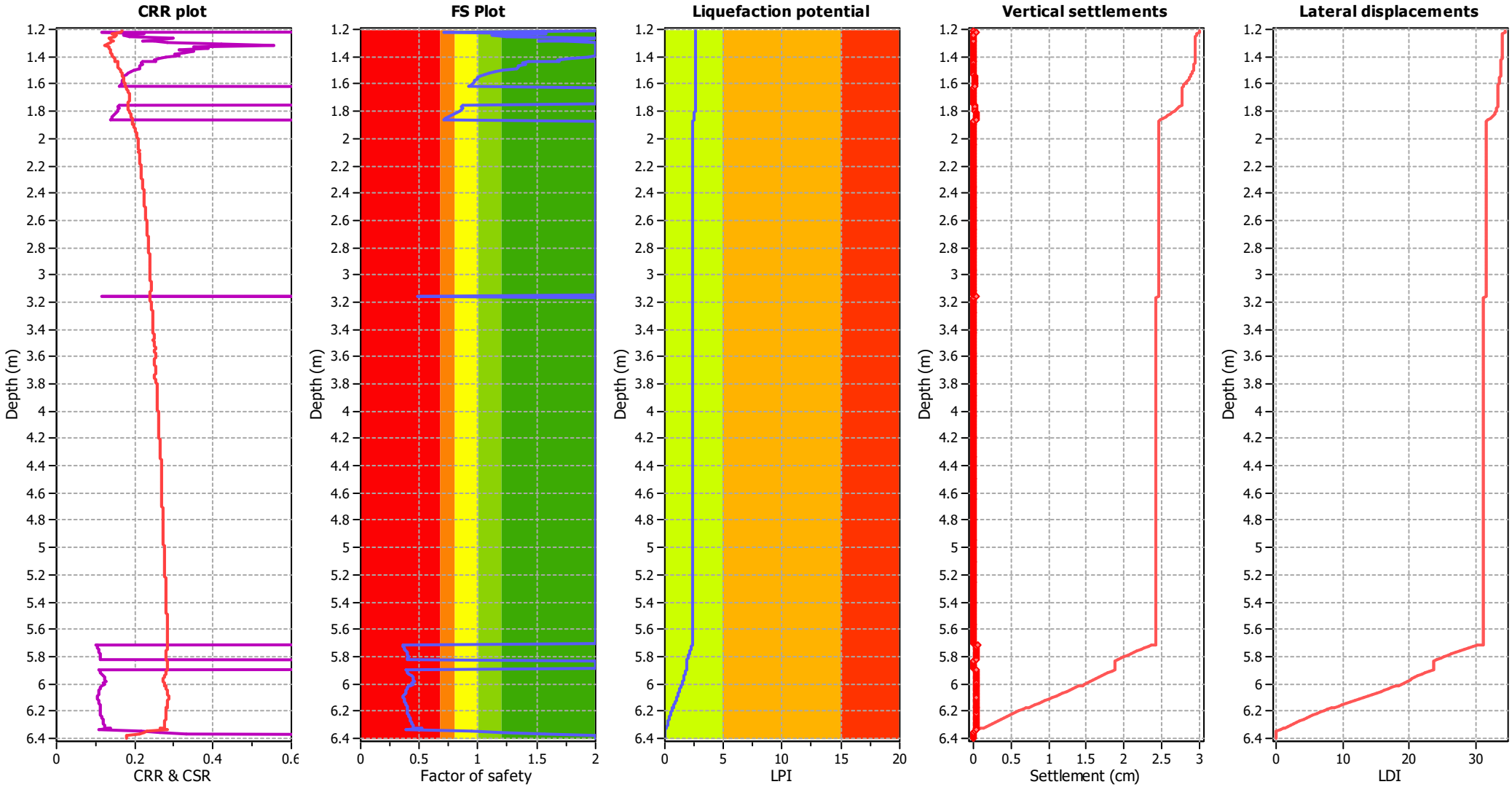




Zone A_1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A_2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.27	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
1	1.21	16.62	2.06	14.56	0.99	0.199	1.43	0.139	1.10	1.00	0.168	No
2	1.22	16.76	2.16	14.60	0.99	0.200	1.43	0.140	1.10	1.00	0.165	No
3	1.23	16.89	2.26	14.64	0.99	0.201	1.43	0.141	1.10	1.00	0.142	No
4	1.24	17.05	2.35	14.69	0.99	0.202	1.43	0.141	1.10	1.00	0.152	No
5	1.25	17.22	2.45	14.76	0.99	0.203	1.43	0.142	1.10	1.00	0.149	No
6	1.26	17.39	2.55	14.84	0.99	0.204	1.43	0.143	1.10	1.00	0.135	No
7	1.27	17.58	2.65	14.93	0.99	0.205	1.43	0.143	1.10	1.00	0.139	No
8	1.28	17.76	2.75	15.02	0.99	0.206	1.43	0.144	1.10	1.00	0.146	No
9	1.29	17.95	2.84	15.11	0.99	0.206	1.43	0.145	1.10	1.00	0.143	No
10	1.30	18.14	2.94	15.20	0.99	0.207	1.43	0.145	1.10	1.00	0.139	No
11	1.31	18.33	3.04	15.29	0.99	0.208	1.43	0.146	1.10	1.00	0.130	No
12	1.32	18.53	3.14	15.39	0.99	0.209	1.43	0.146	1.10	1.00	0.125	No
13	1.33	18.72	3.24	15.48	0.99	0.210	1.43	0.147	1.10	1.00	0.135	No
14	1.34	18.92	3.34	15.58	0.99	0.211	1.43	0.148	1.10	1.00	0.133	No
15	1.35	19.11	3.43	15.68	0.99	0.212	1.43	0.148	1.10	1.00	0.140	No
16	1.36	19.31	3.53	15.78	0.99	0.212	1.43	0.149	1.10	1.00	0.137	No
17	1.37	19.51	3.63	15.88	0.99	0.213	1.43	0.149	1.10	1.00	0.139	No
18	1.38	19.70	3.73	15.98	0.99	0.214	1.43	0.150	1.10	1.00	0.142	No
19	1.39	19.90	3.83	16.08	0.99	0.215	1.43	0.150	1.10	1.00	0.141	No
20	1.40	20.10	3.92	16.18	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.145	No
21	1.41	20.30	4.02	16.28	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.148	No
22	1.42	20.50	4.12	16.38	0.99	0.217	1.43	0.152	1.10	1.00	0.150	No
23	1.43	20.69	4.22	16.48	0.99	0.218	1.43	0.152	1.10	1.00	0.150	No
24	1.44	20.89	4.32	16.58	0.99	0.219	1.43	0.153	1.10	1.00	0.155	No
25	1.45	21.09	4.41	16.68	0.99	0.219	1.43	0.153	1.10	1.00	0.156	No
26	1.46	21.29	4.51	16.78	0.99	0.220	1.43	0.154	1.10	1.00	0.156	No
27	1.47	21.49	4.61	16.88	0.99	0.221	1.43	0.154	1.10	1.00	0.158	No
28	1.48	21.68	4.71	16.97	0.99	0.221	1.43	0.155	1.10	1.00	0.158	No
29	1.49	21.88	4.81	17.07	0.99	0.222	1.43	0.155	1.10	1.00	0.159	No
30	1.50	22.07	4.91	17.17	0.99	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.162	No
31	1.51	22.27	5.00	17.27	0.99	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.164	No
32	1.52	22.46	5.10	17.36	0.99	0.224	1.43	0.157	1.10	1.00	0.166	No
33	1.53	22.65	5.20	17.45	0.99	0.225	1.43	0.157	1.10	1.00	0.168	No
34	1.54	22.85	5.30	17.55	0.99	0.225	1.43	0.158	1.10	1.00	0.169	No
35	1.55	23.04	5.40	17.64	0.99	0.226	1.43	0.158	1.10	1.00	0.171	No
36	1.56	23.23	5.49	17.74	0.99	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.171	No
37	1.57	23.42	5.59	17.83	0.99	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.172	No
38	1.58	23.61	5.69	17.92	0.99	0.228	1.43	0.160	1.10	1.00	0.173	No
39	1.59	23.80	5.79	18.01	0.99	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.173	No
40	1.60	23.99	5.89	18.10	0.99	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.174	No
41	1.61	24.18	5.98	18.20	0.99	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.175	No
42	1.62	24.37	6.08	18.29	0.99	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.176	No
43	1.63	24.56	6.18	18.38	0.98	0.231	1.43	0.162	1.10	1.00	0.178	No
44	1.64	24.75	6.28	18.47	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.180	No
45	1.65	24.94	6.38	18.56	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.183	No
46	1.66	25.13	6.47	18.66	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.184	No
47	1.67	25.32	6.57	18.75	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.185	No
48	1.68	25.51	6.67	18.84	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.186	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
49	1.69	25.70	6.77	18.93	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.186	No
50	1.70	25.89	6.87	19.03	0.98	0.235	1.43	0.164	1.10	1.00	0.186	No
51	1.71	26.08	6.97	19.12	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.185	No
52	1.72	26.28	7.06	19.21	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.185	No
53	1.73	26.47	7.16	19.31	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.184	No
54	1.74	26.66	7.26	19.40	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.184	No
55	1.75	26.85	7.36	19.49	0.98	0.238	1.43	0.166	1.10	1.00	0.183	No
56	1.76	27.04	7.46	19.58	0.98	0.238	1.43	0.167	1.10	1.00	0.183	No
57	1.77	27.22	7.55	19.67	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.184	No
58	1.78	27.41	7.65	19.76	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.184	No
59	1.79	27.60	7.75	19.85	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.184	No
60	1.80	27.79	7.85	19.94	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.185	No
61	1.81	27.97	7.95	20.03	0.98	0.241	1.43	0.168	1.10	1.00	0.187	No
62	1.82	28.16	8.04	20.11	0.98	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.188	No
63	1.83	28.34	8.14	20.20	0.98	0.242	1.43	0.169	1.10	1.00	0.190	No
64	1.84	28.53	8.24	20.29	0.98	0.242	1.43	0.170	1.10	1.00	0.191	No
65	1.85	28.71	8.34	20.37	0.98	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.193	No
66	1.86	28.89	8.44	20.46	0.98	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.194	No
67	1.87	29.08	8.53	20.54	0.98	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
68	1.88	29.26	8.63	20.63	0.98	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.195	No
69	1.89	29.45	8.73	20.72	0.98	0.245	1.43	0.171	1.10	1.00	0.196	No
70	1.90	29.63	8.83	20.80	0.98	0.245	1.43	0.172	1.10	1.00	0.197	No
71	1.91	29.82	8.93	20.89	0.98	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.198	No
72	1.92	30.00	9.03	20.98	0.98	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.199	No
73	1.93	30.19	9.12	21.06	0.98	0.246	1.43	0.173	1.10	1.00	0.200	No
74	1.94	30.37	9.22	21.15	0.98	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.202	No
75	1.95	30.56	9.32	21.24	0.98	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.203	No
76	1.96	30.74	9.42	21.32	0.98	0.248	1.43	0.173	1.10	1.00	0.204	No
77	1.97	30.93	9.52	21.41	0.98	0.248	1.43	0.174	1.10	1.00	0.205	No
78	1.98	31.11	9.61	21.50	0.98	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.206	No
79	1.99	31.29	9.71	21.58	0.98	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.206	No
80	2.00	31.48	9.81	21.67	0.98	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.207	No
81	2.01	31.66	9.91	21.75	0.98	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.208	No
82	2.02	31.84	10.01	21.84	0.98	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.208	No
83	2.03	32.02	10.10	21.92	0.98	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.208	No
84	2.04	32.21	10.20	22.00	0.98	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.209	No
85	2.05	32.39	10.30	22.08	0.98	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.209	No
86	2.06	32.56	10.40	22.17	0.98	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.210	No
87	2.07	32.74	10.50	22.24	0.98	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.210	No
88	2.08	32.92	10.59	22.32	0.98	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.210	No
89	2.09	33.09	10.69	22.40	0.98	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.211	No
90	2.10	33.27	10.79	22.48	0.98	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.210	No
91	2.11	33.44	10.89	22.55	0.98	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.212	No
92	2.12	33.62	10.99	22.63	0.98	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.212	No
93	2.13	33.79	11.09	22.70	0.98	0.255	1.43	0.179	1.10	1.00	0.212	No
94	2.14	33.96	11.18	22.78	0.98	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.213	No
95	2.15	34.14	11.28	22.85	0.98	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.213	No
96	2.16	34.31	11.38	22.93	0.98	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.213	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
97	2.17	34.48	11.48	23.00	0.98	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.214	No
98	2.18	34.66	11.58	23.08	0.98	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.214	No
99	2.19	34.83	11.67	23.16	0.98	0.258	1.43	0.180	1.10	1.00	0.214	No
100	2.20	35.00	11.77	23.23	0.98	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.215	No
101	2.21	35.18	11.87	23.31	0.98	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.215	No
102	2.22	35.35	11.97	23.38	0.98	0.259	1.43	0.181	1.10	1.00	0.215	No
103	2.23	35.52	12.07	23.46	0.98	0.259	1.43	0.181	1.10	1.00	0.216	No
104	2.24	35.70	12.16	23.53	0.97	0.260	1.43	0.182	1.10	1.00	0.216	No
105	2.25	35.87	12.26	23.61	0.97	0.260	1.43	0.182	1.10	1.00	0.216	No
106	2.26	36.05	12.36	23.69	0.97	0.260	1.43	0.182	1.10	1.00	0.217	No
107	2.27	36.22	12.46	23.76	0.97	0.261	1.43	0.182	1.10	1.00	0.217	No
108	2.28	36.40	12.56	23.84	0.97	0.261	1.43	0.183	1.10	1.00	0.217	No
109	2.29	36.57	12.65	23.92	0.97	0.261	1.43	0.183	1.10	1.00	0.218	No
110	2.30	36.74	12.75	23.99	0.97	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.218	No
111	2.31	36.92	12.85	24.07	0.97	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.219	No
112	2.32	37.09	12.95	24.14	0.97	0.262	1.43	0.184	1.10	1.00	0.219	No
113	2.33	37.27	13.05	24.22	0.97	0.263	1.43	0.184	1.10	1.00	0.220	No
114	2.34	37.44	13.15	24.30	0.97	0.263	1.43	0.184	1.10	1.00	0.220	No
115	2.35	37.62	13.24	24.37	0.97	0.264	1.43	0.184	1.10	1.00	0.220	No
116	2.36	37.79	13.34	24.45	0.97	0.264	1.43	0.185	1.10	1.00	0.221	No
117	2.37	37.96	13.44	24.52	0.97	0.264	1.43	0.185	1.10	1.00	0.221	No
118	2.38	38.13	13.54	24.60	0.97	0.265	1.43	0.185	1.10	1.00	0.223	No
119	2.39	38.31	13.64	24.67	0.97	0.265	1.43	0.185	1.10	1.00	0.222	No
120	2.40	38.48	13.73	24.74	0.97	0.265	1.43	0.186	1.10	1.00	0.222	No
121	2.41	38.65	13.83	24.82	0.97	0.266	1.43	0.186	1.10	1.00	0.223	No
122	2.42	38.82	13.93	24.89	0.97	0.266	1.43	0.186	1.10	1.00	0.223	No
123	2.43	38.99	14.03	24.97	0.97	0.266	1.43	0.186	1.10	1.00	0.223	No
124	2.44	39.17	14.13	25.04	0.97	0.267	1.43	0.187	1.10	1.00	0.223	No
125	2.45	39.34	14.22	25.11	0.97	0.267	1.43	0.187	1.10	1.00	0.224	No
126	2.46	39.51	14.32	25.19	0.97	0.267	1.43	0.187	1.10	1.00	0.224	No
127	2.47	39.68	14.42	25.26	0.97	0.268	1.43	0.187	1.10	1.00	0.224	No
128	2.48	39.85	14.52	25.33	0.97	0.268	1.43	0.188	1.10	1.00	0.225	No
129	2.49	40.02	14.62	25.40	0.97	0.268	1.43	0.188	1.10	1.00	0.225	No
130	2.50	40.19	14.72	25.47	0.97	0.269	1.43	0.188	1.10	1.00	0.226	No
131	2.51	40.36	14.81	25.54	0.97	0.269	1.43	0.188	1.10	1.00	0.226	No
132	2.52	40.52	14.91	25.61	0.97	0.269	1.43	0.189	1.10	1.00	0.227	No
133	2.53	40.69	15.01	25.68	0.97	0.270	1.43	0.189	1.10	1.00	0.227	No
134	2.54	40.86	15.11	25.76	0.97	0.270	1.43	0.189	1.10	1.00	0.228	No
135	2.55	41.03	15.21	25.83	0.97	0.270	1.43	0.189	1.10	1.00	0.228	No
136	2.56	41.20	15.30	25.90	0.97	0.271	1.43	0.189	1.10	1.00	0.228	No
137	2.57	41.37	15.40	25.97	0.97	0.271	1.43	0.190	1.10	1.00	0.228	No
138	2.58	41.53	15.50	26.03	0.97	0.271	1.43	0.190	1.10	1.00	0.228	No
139	2.59	41.70	15.60	26.10	0.97	0.272	1.43	0.190	1.10	1.00	0.229	No
140	2.60	41.87	15.70	26.17	0.97	0.272	1.43	0.190	1.10	1.00	0.229	No
141	2.61	42.03	15.79	26.24	0.97	0.272	1.43	0.191	1.10	1.00	0.230	No
142	2.62	42.19	15.89	26.30	0.97	0.273	1.43	0.191	1.10	1.00	0.230	No
143	2.63	42.36	15.99	26.37	0.97	0.273	1.43	0.191	1.10	1.00	0.230	No
144	2.64	42.52	16.09	26.43	0.97	0.273	1.43	0.191	1.10	1.00	0.231	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
145	2.65	42.68	16.19	26.50	0.97	0.274	1.43	0.192	1.10	1.00	0.231	No
146	2.66	42.85	16.28	26.56	0.97	0.274	1.43	0.192	1.10	1.00	0.232	No
147	2.67	43.01	16.38	26.63	0.97	0.274	1.43	0.192	1.10	1.00	0.232	No
148	2.68	43.17	16.48	26.69	0.97	0.275	1.43	0.192	1.10	1.00	0.232	No
149	2.69	43.34	16.58	26.76	0.97	0.275	1.43	0.192	1.10	1.00	0.233	No
150	2.70	43.50	16.68	26.82	0.97	0.275	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
151	2.71	43.66	16.78	26.89	0.97	0.276	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
152	2.72	43.82	16.87	26.95	0.97	0.276	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
153	2.73	43.99	16.97	27.02	0.97	0.276	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
154	2.74	44.15	17.07	27.08	0.97	0.276	1.43	0.194	1.10	1.00	0.233	No
155	2.75	44.31	17.17	27.14	0.97	0.277	1.43	0.194	1.10	1.00	0.233	No
156	2.76	44.47	17.27	27.21	0.97	0.277	1.43	0.194	1.10	1.00	0.233	No
157	2.77	44.63	17.36	27.27	0.97	0.277	1.43	0.194	1.10	1.00	0.234	No
158	2.78	44.79	17.46	27.33	0.97	0.278	1.43	0.194	1.10	1.00	0.234	No
159	2.79	44.95	17.56	27.39	0.97	0.278	1.43	0.195	1.10	1.00	0.235	No
160	2.80	45.11	17.66	27.45	0.97	0.278	1.43	0.195	1.10	1.00	0.235	No
161	2.81	45.27	17.76	27.51	0.96	0.279	1.43	0.195	1.10	1.00	0.235	No
162	2.82	45.43	17.85	27.57	0.96	0.279	1.43	0.195	1.10	1.00	0.236	No
163	2.83	45.59	17.95	27.64	0.96	0.279	1.43	0.195	1.10	1.00	0.236	No
164	2.84	45.75	18.05	27.70	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
165	2.85	45.91	18.15	27.76	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
166	2.86	46.07	18.25	27.82	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
167	2.87	46.22	18.34	27.88	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
168	2.88	46.38	18.44	27.94	0.96	0.281	1.43	0.197	1.10	1.00	0.237	No
169	2.89	46.54	18.54	28.00	0.96	0.281	1.43	0.197	1.10	1.00	0.237	No
170	2.90	46.70	18.64	28.06	0.96	0.281	1.43	0.197	1.10	1.00	0.238	No
171	2.91	46.86	18.74	28.12	0.96	0.282	1.43	0.197	1.10	1.00	0.238	No
172	2.92	47.02	18.84	28.19	0.96	0.282	1.43	0.197	1.10	1.00	0.238	No
173	2.93	47.18	18.93	28.25	0.96	0.282	1.43	0.198	1.10	1.00	0.238	No
174	2.94	47.34	19.03	28.31	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
175	2.95	47.50	19.13	28.37	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
176	2.96	47.66	19.23	28.43	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
177	2.97	47.82	19.33	28.50	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
178	2.98	47.98	19.42	28.56	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
179	2.99	48.15	19.52	28.62	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
180	3.00	48.31	19.62	28.69	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
181	3.01	48.47	19.72	28.75	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
182	3.02	48.63	19.82	28.82	0.96	0.285	1.43	0.199	1.10	1.00	0.240	No
183	3.03	48.80	19.91	28.88	0.96	0.285	1.43	0.199	1.10	1.00	0.240	No
184	3.04	48.96	20.01	28.95	0.96	0.285	1.43	0.200	1.10	1.00	0.240	No
185	3.05	49.12	20.11	29.01	0.96	0.285	1.43	0.200	1.10	1.00	0.241	No
186	3.06	49.28	20.21	29.07	0.96	0.286	1.43	0.200	1.10	1.00	0.241	No
187	3.07	49.45	20.31	29.14	0.96	0.286	1.43	0.200	1.10	1.00	0.241	No
188	3.08	49.61	20.40	29.20	0.96	0.286	1.43	0.200	1.10	1.00	0.242	No
189	3.09	49.77	20.50	29.27	0.96	0.286	1.43	0.201	1.10	1.00	0.242	No
190	3.10	49.93	20.60	29.33	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.242	No
191	3.11	50.10	20.70	29.40	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.242	No
192	3.12	50.26	20.80	29.46	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.241	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
193	3.13	50.43	20.90	29.53	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.240	No
194	3.14	50.59	20.99	29.60	0.96	0.288	1.43	0.201	1.10	1.00	0.240	No
195	3.15	50.76	21.09	29.67	0.96	0.288	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
196	3.16	50.93	21.19	29.74	0.96	0.288	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
197	3.17	51.10	21.29	29.81	0.96	0.288	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
198	3.18	51.27	21.39	29.88	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
199	3.19	51.44	21.48	29.95	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.240	No
200	3.20	51.61	21.58	30.02	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.241	No
201	3.21	51.77	21.68	30.09	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.242	No
202	3.22	51.94	21.78	30.17	0.96	0.289	1.43	0.203	1.10	1.00	0.242	No
203	3.23	52.11	21.88	30.24	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.243	No
204	3.24	52.28	21.97	30.31	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.243	No
205	3.25	52.45	22.07	30.38	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
206	3.26	52.62	22.17	30.45	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
207	3.27	52.79	22.27	30.53	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
208	3.28	52.96	22.37	30.60	0.96	0.291	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
209	3.29	53.13	22.46	30.67	0.96	0.291	1.43	0.203	1.10	1.00	0.245	No
210	3.30	53.30	22.56	30.74	0.96	0.291	1.43	0.204	1.10	1.00	0.245	No
211	3.31	53.47	22.66	30.81	0.96	0.291	1.43	0.204	1.10	1.00	0.245	No
212	3.32	53.64	22.76	30.88	0.96	0.291	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
213	3.33	53.81	22.86	30.95	0.96	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
214	3.34	53.97	22.96	31.02	0.96	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
215	3.35	54.14	23.05	31.09	0.96	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
216	3.36	54.31	23.15	31.16	0.95	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.247	No
217	3.37	54.47	23.25	31.22	0.95	0.292	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
218	3.38	54.64	23.35	31.29	0.95	0.292	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
219	3.39	54.81	23.45	31.36	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
220	3.40	54.97	23.54	31.43	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
221	3.41	55.14	23.64	31.49	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
222	3.42	55.30	23.74	31.56	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
223	3.43	55.46	23.84	31.63	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.248	No
224	3.44	55.63	23.94	31.69	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
225	3.45	55.79	24.03	31.76	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
226	3.46	55.96	24.13	31.82	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
227	3.47	56.12	24.23	31.89	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.249	No
228	3.48	56.29	24.33	31.96	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
229	3.49	56.45	24.43	32.03	0.95	0.295	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
230	3.50	56.62	24.53	32.10	0.95	0.295	1.43	0.206	1.10	1.00	0.249	No
231	3.51	56.79	24.62	32.16	0.95	0.295	1.43	0.206	1.10	1.00	0.249	No
232	3.52	56.95	24.72	32.23	0.95	0.295	1.43	0.207	1.10	1.00	0.250	No
233	3.53	57.12	24.82	32.30	0.95	0.295	1.43	0.207	1.09	1.00	0.253	No
234	3.54	57.28	24.92	32.36	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.252	No
235	3.55	57.45	25.02	32.43	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.251	No
236	3.56	57.61	25.11	32.50	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.251	No
237	3.57	57.77	25.21	32.56	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.252	No
238	3.58	57.94	25.31	32.63	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.252	No
239	3.59	58.10	25.41	32.69	0.95	0.296	1.43	0.208	1.09	1.00	0.252	No
240	3.60	58.26	25.51	32.75	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.252	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
241	3.61	58.42	25.60	32.81	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.252	No
242	3.62	58.58	25.70	32.88	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.251	No
243	3.63	58.74	25.80	32.94	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.251	No
244	3.64	58.90	25.90	33.00	0.95	0.297	1.43	0.208	1.10	1.00	0.251	No
245	3.65	59.06	26.00	33.06	0.95	0.298	1.43	0.208	1.10	1.00	0.251	No
246	3.66	59.22	26.09	33.13	0.95	0.298	1.43	0.208	1.10	1.00	0.251	No
247	3.67	59.38	26.19	33.19	0.95	0.298	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
248	3.68	59.54	26.29	33.25	0.95	0.298	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
249	3.69	59.71	26.39	33.32	0.95	0.298	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
250	3.70	59.87	26.49	33.38	0.95	0.299	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
251	3.71	60.03	26.59	33.44	0.95	0.299	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
252	3.72	60.19	26.68	33.51	0.95	0.299	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
253	3.73	60.36	26.78	33.57	0.95	0.299	1.43	0.209	1.10	1.00	0.252	No
254	3.74	60.52	26.88	33.64	0.95	0.299	1.43	0.209	1.10	1.00	0.250	No
255	3.75	60.69	26.98	33.71	0.95	0.299	1.43	0.210	1.10	1.00	0.250	No
256	3.76	60.85	27.08	33.78	0.95	0.300	1.43	0.210	1.10	1.00	0.251	No
257	3.77	61.02	27.17	33.84	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.252	No
258	3.78	61.18	27.27	33.91	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.253	No
259	3.79	61.35	27.37	33.98	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.254	No
260	3.80	61.51	27.47	34.04	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.256	No
261	3.81	61.67	27.57	34.11	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.256	No
262	3.82	61.84	27.66	34.17	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.257	No
263	3.83	62.00	27.76	34.24	0.95	0.301	1.43	0.210	1.09	1.00	0.257	No
264	3.84	62.16	27.86	34.30	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.257	No
265	3.85	62.32	27.96	34.36	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.257	No
266	3.86	62.48	28.06	34.42	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
267	3.87	62.64	28.15	34.49	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
268	3.88	62.80	28.25	34.55	0.94	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
269	3.89	62.96	28.35	34.61	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
270	3.90	63.12	28.45	34.67	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
271	3.91	63.28	28.55	34.73	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
272	3.92	63.43	28.65	34.79	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.259	No
273	3.93	63.59	28.74	34.85	0.94	0.302	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
274	3.94	63.74	28.84	34.90	0.94	0.302	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
275	3.95	63.90	28.94	34.96	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
276	3.96	64.05	29.04	35.01	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
277	3.97	64.20	29.14	35.07	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
278	3.98	64.36	29.23	35.12	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
279	3.99	64.51	29.33	35.18	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
280	4.00	64.67	29.43	35.24	0.94	0.304	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
281	4.01	64.82	29.53	35.29	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.259	No
282	4.02	64.98	29.63	35.35	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.259	No
283	4.03	65.13	29.72	35.41	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.259	No
284	4.04	65.29	29.82	35.47	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.260	No
285	4.05	65.45	29.92	35.53	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.260	No
286	4.06	65.60	30.02	35.58	0.94	0.305	1.43	0.213	1.09	1.00	0.260	No
287	4.07	65.76	30.12	35.64	0.94	0.305	1.43	0.213	1.09	1.00	0.261	No
288	4.08	65.92	30.21	35.70	0.94	0.305	1.43	0.213	1.09	1.00	0.261	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
289	4.09	66.08	30.31	35.77	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.261	No
290	4.10	66.24	30.41	35.83	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
291	4.11	66.40	30.51	35.89	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
292	4.12	66.56	30.61	35.95	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
293	4.13	66.72	30.71	36.02	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.259	No
294	4.14	66.88	30.80	36.08	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.259	No
295	4.15	67.04	30.90	36.14	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.259	No
296	4.16	67.21	31.00	36.21	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
297	4.17	67.37	31.10	36.27	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.261	No
298	4.18	67.53	31.20	36.33	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.261	No
299	4.19	67.69	31.29	36.40	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.262	No
300	4.20	67.85	31.39	36.46	0.94	0.307	1.43	0.215	1.09	1.00	0.262	No
301	4.21	68.01	31.49	36.52	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.263	No
302	4.22	68.17	31.59	36.58	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
303	4.23	68.33	31.69	36.65	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
304	4.24	68.49	31.78	36.71	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
305	4.25	68.65	31.88	36.77	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
306	4.26	68.81	31.98	36.83	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
307	4.27	68.97	32.08	36.89	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
308	4.28	69.13	32.18	36.95	0.94	0.308	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
309	4.29	69.29	32.27	37.02	0.94	0.308	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
310	4.30	69.45	32.37	37.08	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.264	No
311	4.31	69.61	32.47	37.14	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.265	No
312	4.32	69.77	32.57	37.20	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.265	No
313	4.33	69.92	32.67	37.25	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.266	No
314	4.34	70.08	32.77	37.31	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.266	No
315	4.35	70.23	32.86	37.37	0.94	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.266	No
316	4.36	70.39	32.96	37.42	0.94	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
317	4.37	70.54	33.06	37.48	0.94	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
318	4.38	70.69	33.16	37.53	0.93	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
319	4.39	70.84	33.26	37.59	0.93	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
320	4.40	70.99	33.35	37.64	0.93	0.309	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
321	4.41	71.14	33.45	37.69	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
322	4.42	71.30	33.55	37.75	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
323	4.43	71.45	33.65	37.80	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
324	4.44	71.60	33.75	37.85	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
325	4.45	71.75	33.84	37.91	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
326	4.46	71.90	33.94	37.96	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
327	4.47	72.05	34.04	38.01	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
328	4.48	72.20	34.14	38.06	0.93	0.311	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
329	4.49	72.36	34.24	38.12	0.93	0.311	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
330	4.50	72.51	34.34	38.18	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
331	4.51	72.67	34.43	38.24	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
332	4.52	72.83	34.53	38.29	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
333	4.53	72.98	34.63	38.35	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
334	4.54	73.14	34.73	38.41	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
335	4.55	73.29	34.83	38.47	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
336	4.56	73.45	34.92	38.53	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
337	4.57	73.61	35.02	38.58	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
338	4.58	73.76	35.12	38.64	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
339	4.59	73.92	35.22	38.70	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
340	4.60	74.07	35.32	38.75	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
341	4.61	74.23	35.41	38.81	0.93	0.312	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
342	4.62	74.38	35.51	38.87	0.93	0.312	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
343	4.63	74.54	35.61	38.93	0.93	0.312	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
344	4.64	74.69	35.71	38.98	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
345	4.65	74.85	35.81	39.04	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
346	4.66	75.00	35.90	39.10	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
347	4.67	75.16	36.00	39.16	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
348	4.68	75.32	36.10	39.22	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
349	4.69	75.47	36.20	39.27	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
350	4.70	75.63	36.30	39.33	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
351	4.71	75.78	36.40	39.39	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
352	4.72	75.94	36.49	39.45	0.93	0.314	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
353	4.73	76.10	36.59	39.51	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
354	4.74	76.26	36.69	39.57	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
355	4.75	76.41	36.79	39.63	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
356	4.76	76.57	36.89	39.68	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
357	4.77	76.73	36.98	39.74	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
358	4.78	76.88	37.08	39.80	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
359	4.79	77.04	37.18	39.86	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
360	4.80	77.20	37.28	39.92	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
361	4.81	77.35	37.38	39.98	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
362	4.82	77.51	37.47	40.04	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
363	4.83	77.67	37.57	40.10	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
364	4.84	77.82	37.67	40.15	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
365	4.85	77.98	37.77	40.21	0.93	0.315	1.43	0.220	1.07	1.00	0.273	No
366	4.86	78.14	37.87	40.27	0.93	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
367	4.87	78.29	37.96	40.33	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
368	4.88	78.45	38.06	40.38	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
369	4.89	78.60	38.16	40.44	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
370	4.90	78.76	38.26	40.50	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
371	4.91	78.91	38.36	40.55	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
372	4.92	79.06	38.46	40.61	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
373	4.93	79.22	38.55	40.66	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
374	4.94	79.37	38.65	40.72	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
375	4.95	79.53	38.75	40.78	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
376	4.96	79.68	38.85	40.84	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
377	4.97	79.84	38.95	40.89	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.274	No
378	4.98	79.99	39.04	40.95	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.274	No
379	4.99	80.15	39.14	41.01	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.274	No
380	5.00	80.31	39.24	41.07	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.274	No
381	5.01	80.46	39.34	41.12	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.274	No
382	5.02	80.62	39.44	41.18	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
383	5.03	80.78	39.53	41.24	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
384	5.04	80.93	39.63	41.30	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
385	5.05	81.09	39.73	41.36	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
386	5.06	81.25	39.83	41.42	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
387	5.07	81.40	39.93	41.47	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
388	5.08	81.56	40.02	41.53	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
389	5.09	81.71	40.12	41.59	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
390	5.10	81.86	40.22	41.64	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
391	5.11	82.01	40.32	41.70	0.92	0.318	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
392	5.12	82.17	40.42	41.75	0.92	0.318	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
393	5.13	82.32	40.52	41.80	0.92	0.318	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
394	5.14	82.47	40.61	41.85	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.276	No
395	5.15	82.62	40.71	41.90	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
396	5.16	82.77	40.81	41.96	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
397	5.17	82.91	40.91	42.01	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
398	5.18	83.06	41.01	42.06	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
399	5.19	83.21	41.10	42.11	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
400	5.20	83.36	41.20	42.16	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
401	5.21	83.51	41.30	42.21	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
402	5.22	83.67	41.40	42.27	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
403	5.23	83.82	41.50	42.32	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
404	5.24	83.97	41.59	42.37	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
405	5.25	84.12	41.69	42.42	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
406	5.26	84.27	41.79	42.47	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
407	5.27	84.41	41.89	42.52	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.279	No
408	5.28	84.56	41.99	42.57	0.92	0.319	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
409	5.29	84.71	42.08	42.62	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
410	5.30	84.85	42.18	42.67	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
411	5.31	85.00	42.28	42.72	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
412	5.32	85.14	42.38	42.76	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
413	5.33	85.29	42.48	42.81	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
414	5.34	85.43	42.58	42.85	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
415	5.35	85.57	42.67	42.90	0.91	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
416	5.36	85.71	42.77	42.94	0.91	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
417	5.37	85.85	42.87	42.99	0.91	0.321	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
418	5.38	86.00	42.97	43.03	0.91	0.321	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
419	5.39	86.14	43.07	43.08	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
420	5.40	86.29	43.16	43.12	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
421	5.41	86.43	43.26	43.17	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
422	5.42	86.58	43.36	43.22	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
423	5.43	86.73	43.46	43.27	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
424	5.44	86.87	43.56	43.32	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
425	5.45	87.02	43.65	43.37	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
426	5.46	87.17	43.75	43.41	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
427	5.47	87.31	43.85	43.46	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
428	5.48	87.45	43.95	43.50	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
429	5.49	87.59	44.05	43.55	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
430	5.50	87.73	44.15	43.59	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.282	No
431	5.51	87.87	44.24	43.63	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.282	No
432	5.52	88.01	44.34	43.67	0.91	0.322	1.43	0.226	1.07	1.00	0.282	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
433	5.53	88.15	44.44	43.71	0.91	0.322	1.43	0.226	1.07	1.00	0.282	No
434	5.54	88.28	44.54	43.75	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
435	5.55	88.42	44.64	43.79	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
436	5.56	88.56	44.73	43.83	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
437	5.57	88.70	44.83	43.86	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
438	5.58	88.83	44.93	43.90	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
439	5.59	88.97	45.03	43.94	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
440	5.60	89.11	45.13	43.98	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.284	No
441	5.61	89.25	45.22	44.02	0.91	0.324	1.43	0.226	1.07	1.00	0.284	No
442	5.62	89.38	45.32	44.06	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
443	5.63	89.52	45.42	44.10	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
444	5.64	89.66	45.52	44.14	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
445	5.65	89.80	45.62	44.18	0.91	0.324	1.43	0.227	1.06	1.00	0.284	No
446	5.66	89.93	45.71	44.22	0.91	0.324	1.43	0.227	1.06	1.00	0.285	No
447	5.67	90.07	45.81	44.26	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
448	5.68	90.21	45.91	44.30	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
449	5.69	90.34	46.01	44.34	0.91	0.325	1.43	0.227	1.06	1.00	0.285	No
450	5.70	90.48	46.11	44.37	0.91	0.325	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
451	5.71	90.62	46.21	44.41	0.91	0.325	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
452	5.72	90.76	46.30	44.45	0.91	0.325	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
453	5.73	90.89	46.40	44.49	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.284	No
454	5.74	91.03	46.50	44.53	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
455	5.75	91.18	46.60	44.58	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
456	5.76	91.33	46.70	44.64	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.281	No
457	5.77	91.49	46.79	44.69	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
458	5.78	91.64	46.89	44.75	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
459	5.79	91.80	46.99	44.81	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
460	5.80	91.96	47.09	44.87	0.91	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
461	5.81	92.12	47.19	44.93	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
462	5.82	92.28	47.28	44.99	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
463	5.83	92.44	47.38	45.06	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
464	5.84	92.60	47.48	45.12	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
465	5.85	92.75	47.58	45.17	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
466	5.86	92.91	47.68	45.23	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.284	No
467	5.87	93.06	47.77	45.29	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.285	No
468	5.88	93.22	47.87	45.35	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.284	No
469	5.89	93.37	47.97	45.40	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
470	5.90	93.53	48.07	45.46	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
471	5.91	93.69	48.17	45.52	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.281	No
472	5.92	93.85	48.27	45.58	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
473	5.93	94.01	48.36	45.64	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
474	5.94	94.17	48.46	45.71	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.275	No
475	5.95	94.34	48.56	45.78	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.274	No
476	5.96	94.51	48.66	45.85	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.273	No
477	5.97	94.68	48.76	45.92	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.273	No
478	5.98	94.85	48.85	45.99	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.272	No
479	5.99	95.01	48.95	46.06	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.275	No
480	6.00	95.18	49.05	46.13	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.274	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
481	6.01	95.35	49.15	46.20	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.277	No
482	6.02	95.51	49.25	46.26	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
483	6.03	95.67	49.34	46.33	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
484	6.04	95.84	49.44	46.39	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.281	No
485	6.05	96.00	49.54	46.46	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
486	6.06	96.16	49.64	46.52	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
487	6.07	96.32	49.74	46.58	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
488	6.08	96.48	49.83	46.64	0.90	0.326	1.43	0.228	1.06	1.00	0.284	No
489	6.09	96.63	49.93	46.70	0.90	0.326	1.43	0.228	1.06	1.00	0.285	No
490	6.10	96.79	50.03	46.76	0.90	0.326	1.43	0.228	1.06	1.00	0.286	No
491	6.11	96.94	50.13	46.81	0.90	0.326	1.43	0.229	1.06	1.00	0.285	No
492	6.12	97.09	50.23	46.87	0.90	0.327	1.43	0.229	1.06	1.00	0.284	No
493	6.13	97.25	50.33	46.92	0.90	0.327	1.43	0.229	1.06	1.00	0.284	No
494	6.14	97.40	50.42	46.98	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.283	No
495	6.15	97.56	50.52	47.03	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.282	No
496	6.16	97.71	50.62	47.09	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.282	No
497	6.17	97.87	50.72	47.15	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
498	6.18	98.02	50.82	47.21	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.282	No
499	6.19	98.18	50.91	47.27	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
500	6.20	98.34	51.01	47.33	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
501	6.21	98.50	51.11	47.39	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
502	6.22	98.66	51.21	47.45	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
503	6.23	98.83	51.31	47.52	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
504	6.24	98.99	51.40	47.59	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.280	No
505	6.25	99.16	51.50	47.66	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.279	No
506	6.26	99.33	51.60	47.73	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.278	No
507	6.27	99.50	51.70	47.80	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.277	No
508	6.28	99.67	51.80	47.87	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.277	No
509	6.29	99.84	51.89	47.95	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.276	No
510	6.30	100.01	51.99	48.02	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.275	No
511	6.31	100.19	52.09	48.10	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.275	No
512	6.32	100.36	52.19	48.17	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.274	No
513	6.33	100.54	52.29	48.25	0.89	0.327	1.43	0.229	1.08	1.00	0.265	No
514	6.34	100.72	52.39	48.33	0.89	0.327	1.43	0.229	1.06	1.00	0.284	No
515	6.35	100.90	52.48	48.41	0.89	0.327	1.43	0.229	1.10	1.00	0.232	No
516	6.36	101.07	52.58	48.49	0.89	0.327	1.43	0.229	1.10	1.00	0.222	No
517	6.37	101.25	52.68	48.57	0.89	0.327	1.43	0.229	1.10	1.00	0.213	No
518	6.38	101.43	52.78	48.65	0.89	0.326	1.43	0.229	1.10	1.00	0.181	No
519	6.39	101.61	52.88	48.74	0.89	0.326	1.43	0.228	1.10	1.00	0.181	No
520	6.40	101.80	52.97	48.83	0.89	0.326	1.43	0.228	1.10	1.00	0.180	No

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
σ_v: Total overburden pressure at test point (kPa)
u_0: Water pressure at test point (kPa)
σ_v': Effective overburden pressure based on GWT during earthquake (kPa)
r_d: Nonlinear shear mass factor
CSR: Cyclic Stress Ratio
MSF: Magnitude Scaling Factor
CSR_{eq}: CSR adjusted for M=7.5
K_σ: Effective overburden stress factor
CSR^*: CSR fully adjusted

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
1	1.21	0.97	92.47	2.87	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
2	1.22	2.85	42.43	2.24	0.54	1.70	30.54	50.67	81.20	0.117	No	No	0.71
3	1.23	5.05	18.47	1.94	0.42	1.70	103.85	33.54	137.40	0.224	No	No	1.58
4	1.24	6.95	0.00	1.41	0.46	1.70	119.62	0.00	119.62	0.171	No	No	1.12
5	1.25	7.89	0.00	1.43	0.45	1.70	126.17	0.00	126.17	0.187	No	No	1.25
6	1.26	8.42	0.00	1.53	0.40	1.70	151.50	0.00	151.50	0.299	No	No	2.00
7	1.27	8.63	0.00	1.62	0.41	1.70	146.30	0.00	146.30	0.266	No	No	1.91
8	1.28	8.32	0.53	1.72	0.43	1.70	136.57	0.00	136.57	0.220	No	No	1.51
9	1.29	7.78	9.40	1.83	0.42	1.70	135.90	6.94	142.84	0.248	No	No	1.74
10	1.30	7.35	16.78	1.92	0.40	1.70	118.95	30.35	149.30	0.284	No	No	2.00
11	1.31	6.87	24.50	2.02	0.38	1.70	115.09	49.30	164.39	0.422	No	No	2.00
12	1.32	6.37	32.34	2.12	0.37	1.70	111.74	61.05	172.79	0.554	No	No	2.00
13	1.33	5.92	39.07	2.20	0.39	1.70	93.96	63.85	157.81	0.350	No	No	2.00
14	1.34	5.39	47.26	2.30	0.38	1.70	92.45	69.04	161.48	0.387	No	No	2.00
15	1.35	5.25	50.01	2.34	0.40	1.70	84.73	68.45	153.18	0.311	No	No	2.00
16	1.36	5.10	52.75	2.37	0.39	1.70	87.24	70.39	157.63	0.349	No	No	2.00
17	1.37	5.04	54.40	2.39	0.39	1.70	84.90	70.45	155.34	0.329	No	No	2.00
18	1.38	4.94	56.46	2.42	0.40	1.70	81.37	70.29	151.66	0.300	No	No	2.00
19	1.39	4.80	58.83	2.45	0.40	1.70	82.21	71.37	153.58	0.314	No	No	2.00
20	1.40	4.67	60.58	2.47	0.41	1.70	78.02	70.78	148.79	0.281	No	No	1.94
21	1.41	4.48	63.24	2.50	0.41	1.70	74.83	70.68	145.51	0.262	No	No	1.77
22	1.42	4.38	64.93	2.52	0.41	1.70	72.82	70.57	143.39	0.251	No	No	1.68
23	1.43	4.22	67.28	2.55	0.41	1.70	72.82	71.18	143.99	0.254	No	No	1.70
24	1.44	4.08	69.11	2.58	0.43	1.70	66.94	69.92	136.86	0.222	No	No	1.43
25	1.45	3.95	70.46	2.59	0.43	1.70	65.60	69.83	135.43	0.216	No	No	1.38
26	1.46	3.91	70.20	2.59	0.43	1.70	66.27	69.97	136.24	0.219	No	No	1.40
27	1.47	3.90	69.75	2.58	0.43	1.70	64.93	69.48	134.41	0.212	No	No	1.35
28	1.48	3.87	69.86	2.59	0.43	1.70	64.93	69.50	134.43	0.212	No	No	1.34
29	1.49	3.80	68.85	2.57	0.43	1.70	64.93	69.27	134.20	0.212	No	No	1.33
30	1.50	3.69	67.91	2.56	0.44	1.70	61.41	68.03	129.44	0.196	No	No	1.21
31	1.51	3.55	66.85	2.55	0.44	1.70	59.56	67.25	126.81	0.188	No	No	1.15
32	1.52	3.44	67.24	2.55	0.45	1.70	57.55	66.76	124.31	0.182	No	No	1.09
33	1.53	3.34	67.63	2.56	0.45	1.70	56.04	66.42	122.45	0.177	No	No	1.06
34	1.54	3.26	68.03	2.56	0.46	1.70	54.36	66.02	120.38	0.172	No	No	1.02
35	1.55	3.21	68.10	2.56	0.46	1.70	53.52	65.79	119.32	0.170	No	No	1.00
36	1.56	3.18	68.00	2.56	0.46	1.70	53.52	65.77	119.29	0.170	No	No	0.99
37	1.57	3.16	67.42	2.56	0.46	1.70	52.85	65.45	118.30	0.168	No	No	0.97
38	1.58	3.14	66.85	2.55	0.46	1.70	52.51	65.22	117.73	0.167	No	No	0.96
39	1.59	3.13	66.32	2.54	0.46	1.70	52.68	65.14	117.83	0.167	No	No	0.96
40	1.60	3.11	66.43	2.54	0.46	1.70	52.35	65.07	117.42	0.166	No	No	0.95
41	1.61	3.06	67.11	2.55	0.46	1.70	51.68	65.04	116.71	0.164	No	No	0.94
42	1.62	2.97	68.75	2.57	0.47	1.70	50.33	65.01	115.35	0.162	No	No	0.92
43	1.63	2.83	71.52	2.61	0.47	1.70	47.82	0.00	47.82	4.000	No	Yes	2.00
44	1.64	2.64	75.90	2.66	0.48	1.70	44.63	0.00	44.63	4.000	No	Yes	2.00
45	1.65	2.46	80.34	2.72	0.49	1.70	40.43	0.00	40.43	4.000	No	Yes	2.00
46	1.66	2.32	83.98	2.76	0.49	1.70	38.59	0.00	38.59	4.000	No	Yes	2.00
47	1.67	2.27	85.56	2.78	0.49	1.70	37.75	0.00	37.75	4.000	No	Yes	2.00
48	1.68	2.26	86.03	2.79	0.49	1.70	37.75	0.00	37.75	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
49	1.69	2.28	85.81	2.79	0.49	1.70	38.25	0.00	38.25	4.000	No	Yes	2.00
50	1.70	2.34	84.44	2.77	0.49	1.70	38.76	0.00	38.76	4.000	No	Yes	2.00
51	1.71	2.43	82.41	2.74	0.49	1.70	40.94	0.00	40.94	4.000	No	Yes	2.00
52	1.72	2.55	79.75	2.71	0.48	1.70	42.78	0.00	42.78	4.000	No	Yes	2.00
53	1.73	2.65	77.29	2.68	0.48	1.70	44.46	0.00	44.46	4.000	No	Yes	2.00
54	1.74	2.74	74.34	2.64	0.48	1.70	45.97	0.00	45.97	4.000	No	Yes	2.00
55	1.75	2.82	71.68	2.61	0.47	1.70	47.31	0.00	47.31	4.000	No	Yes	2.00
56	1.76	2.88	69.60	2.58	0.47	1.70	48.82	64.76	113.58	0.158	No	No	0.87
57	1.77	2.93	67.54	2.56	0.47	1.70	48.82	64.31	113.13	0.158	No	No	0.86
58	1.78	2.94	65.87	2.54	0.47	1.70	49.66	64.17	113.83	0.159	No	No	0.87
59	1.79	2.95	64.19	2.51	0.47	1.70	49.66	63.76	113.42	0.158	No	No	0.86
60	1.80	2.90	63.76	2.51	0.47	1.70	49.33	63.56	112.88	0.157	No	No	0.85
61	1.81	2.82	63.48	2.51	0.48	1.70	47.15	62.87	110.01	0.152	No	No	0.81
62	1.82	2.71	63.77	2.51	0.48	1.70	45.64	62.51	108.14	0.149	No	No	0.79
63	1.83	2.61	64.52	2.52	0.49	1.70	43.62	62.12	105.74	0.145	No	No	0.77
64	1.84	2.50	65.83	2.54	0.49	1.70	42.11	61.99	104.10	0.143	No	No	0.75
65	1.85	2.40	67.46	2.56	0.49	1.70	40.10	61.77	101.87	0.140	No	No	0.73
66	1.86	2.31	69.38	2.58	0.50	1.70	38.59	61.73	100.32	0.138	No	No	0.71
67	1.87	2.26	71.27	2.60	0.50	1.70	37.75	0.00	37.75	4.000	No	Yes	2.00
68	1.88	2.22	73.07	2.63	0.50	1.70	37.25	0.00	37.25	4.000	No	Yes	2.00
69	1.89	2.17	75.25	2.65	0.50	1.70	36.58	0.00	36.58	4.000	No	Yes	2.00
70	1.90	2.08	78.16	2.69	0.50	1.70	35.23	0.00	35.23	4.000	No	Yes	2.00
71	1.91	1.97	81.85	2.74	0.51	1.70	33.05	0.00	33.05	4.000	No	Yes	2.00
72	1.92	1.85	85.78	2.78	0.51	1.70	30.87	0.00	30.87	4.000	No	Yes	2.00
73	1.93	1.74	89.59	2.83	0.52	1.70	29.19	0.00	29.19	4.000	No	Yes	2.00
74	1.94	1.64	92.95	2.87	0.52	1.70	27.35	0.00	27.35	4.000	No	Yes	2.00
75	1.95	1.54	96.58	2.92	0.53	1.70	26.01	0.00	26.01	4.000	No	Yes	2.00
76	1.96	1.45	99.80	2.96	0.53	1.70	23.99	0.00	23.99	4.000	No	Yes	2.00
77	1.97	1.37	100.00	3.00	0.54	1.70	22.82	0.00	22.82	4.000	No	Yes	2.00
78	1.98	1.31	100.00	3.02	0.54	1.70	21.81	0.00	21.81	4.000	No	Yes	2.00
79	1.99	1.26	100.00	3.04	0.54	1.70	20.80	0.00	20.80	4.000	No	Yes	2.00
80	2.00	1.22	100.00	3.05	0.55	1.70	20.13	0.00	20.13	4.000	No	Yes	2.00
81	2.01	1.20	100.00	3.05	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
82	2.02	1.19	100.00	3.04	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
83	2.03	1.18	100.00	3.02	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
84	2.04	1.19	100.00	2.99	0.55	1.70	18.62	0.00	18.62	4.000	No	Yes	2.00
85	2.05	1.19	100.00	2.97	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
86	2.06	1.21	97.71	2.93	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
87	2.07	1.20	95.51	2.91	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
88	2.08	1.22	92.84	2.87	0.55	1.70	19.80	0.00	19.80	4.000	No	Yes	2.00
89	2.09	1.25	89.91	2.84	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
90	2.10	1.24	88.57	2.82	0.54	1.70	21.31	0.00	21.31	4.000	No	Yes	2.00
91	2.11	1.25	86.66	2.80	0.55	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
92	2.12	1.22	86.25	2.79	0.55	1.70	20.47	0.00	20.47	4.000	No	Yes	2.00
93	2.13	1.24	85.67	2.78	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
94	2.14	1.22	86.21	2.79	0.55	1.70	19.80	0.00	19.80	4.000	No	Yes	2.00
95	2.15	1.21	86.82	2.80	0.55	1.70	19.80	0.00	19.80	4.000	No	Yes	2.00
96	2.16	1.20	87.43	2.81	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
97	2.17	1.19	87.57	2.81	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
98	2.18	1.19	87.51	2.81	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
99	2.19	1.20	87.43	2.81	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
100	2.20	1.20	87.71	2.81	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
101	2.21	1.19	88.49	2.82	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
102	2.22	1.19	89.13	2.83	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
103	2.23	1.19	89.75	2.83	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
104	2.24	1.19	90.03	2.84	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
105	2.25	1.18	90.37	2.84	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
106	2.26	1.17	90.92	2.85	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
107	2.27	1.17	91.16	2.85	0.55	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
108	2.28	1.14	92.06	2.86	0.55	1.70	18.79	0.00	18.79	4.000	No	Yes	2.00
109	2.29	1.12	93.19	2.88	0.55	1.70	18.12	0.00	18.12	4.000	No	Yes	2.00
110	2.30	1.09	94.86	2.90	0.56	1.70	17.62	0.00	17.62	4.000	No	Yes	2.00
111	2.31	1.07	95.89	2.91	0.56	1.70	17.28	0.00	17.28	4.000	No	Yes	2.00
112	2.32	1.05	96.79	2.92	0.56	1.70	17.28	0.00	17.28	4.000	No	Yes	2.00
113	2.33	1.04	97.56	2.93	0.56	1.70	16.95	0.00	16.95	4.000	No	Yes	2.00
114	2.34	1.02	98.35	2.94	0.56	1.70	16.61	0.00	16.61	4.000	No	Yes	2.00
115	2.35	1.01	98.74	2.95	0.56	1.70	16.44	0.00	16.44	4.000	No	Yes	2.00
116	2.36	1.01	99.00	2.95	0.56	1.70	16.44	0.00	16.44	4.000	No	Yes	2.00
117	2.37	0.90	100.00	2.99	0.56	1.70	16.27	0.00	16.27	4.000	No	Yes	2.00
118	2.38	0.88	100.00	3.00	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
119	2.39	0.86	100.00	3.01	0.56	1.70	15.44	0.00	15.44	4.000	No	Yes	2.00
120	2.40	0.93	100.00	2.97	0.56	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
121	2.41	0.92	100.00	2.97	0.56	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
122	2.42	0.92	100.00	2.98	0.56	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
123	2.43	0.91	100.00	2.98	0.56	1.70	14.76	0.00	14.76	4.000	No	Yes	2.00
124	2.44	0.91	100.00	2.97	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
125	2.45	0.91	100.00	2.96	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
126	2.46	0.91	99.88	2.96	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
127	2.47	0.92	97.85	2.94	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
128	2.48	0.91	96.73	2.92	0.56	1.70	15.27	0.00	15.27	4.000	No	Yes	2.00
129	2.49	0.88	96.66	2.92	0.57	1.70	14.60	0.00	14.60	4.000	No	Yes	2.00
130	2.50	0.84	99.84	2.96	0.57	1.70	13.59	0.00	13.59	4.000	No	Yes	2.00
131	2.51	0.80	100.00	3.00	0.57	1.70	13.25	0.00	13.25	4.000	No	Yes	2.00
132	2.52	0.77	100.00	3.04	0.57	1.70	12.75	0.00	12.75	4.000	No	Yes	2.00
133	2.53	0.73	100.00	3.07	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
134	2.54	0.72	100.00	3.08	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
135	2.55	0.73	100.00	3.06	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
136	2.56	0.75	100.00	3.03	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
137	2.57	0.76	100.00	3.00	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
138	2.58	0.76	100.00	2.99	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
139	2.59	0.74	100.00	2.99	0.58	1.70	11.74	0.00	11.74	4.000	No	Yes	2.00
140	2.60	0.71	100.00	3.00	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
141	2.61	0.69	100.00	3.01	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
142	2.62	0.67	100.00	3.02	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
143	2.63	0.65	100.00	3.04	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
144	2.64	0.62	100.00	3.06	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
145	2.65	0.59	100.00	3.09	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
146	2.66	0.57	100.00	3.12	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
147	2.67	0.56	100.00	3.13	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
148	2.68	0.56	100.00	3.12	0.59	1.70	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
149	2.69	0.57	100.00	3.11	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
150	2.70	0.59	100.00	3.08	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
151	2.71	0.61	100.00	3.06	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
152	2.72	0.63	100.00	3.03	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
153	2.73	0.66	100.00	3.00	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
154	2.74	0.69	99.27	2.95	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
155	2.75	0.73	95.53	2.91	0.58	1.70	11.74	0.00	11.74	4.000	No	Yes	2.00
156	2.76	0.74	93.28	2.88	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
157	2.77	0.73	94.01	2.89	0.58	1.70	11.74	0.00	11.74	4.000	No	Yes	2.00
158	2.78	0.70	95.97	2.91	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
159	2.79	0.66	97.77	2.93	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
160	2.80	0.64	99.01	2.95	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
161	2.81	0.62	100.00	2.97	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
162	2.82	0.60	100.00	3.00	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
163	2.83	0.58	100.00	3.03	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
164	2.84	0.57	100.00	3.03	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
165	2.85	0.59	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
166	2.86	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
167	2.87	0.62	100.00	2.97	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
168	2.88	0.64	99.24	2.95	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
169	2.89	0.65	98.28	2.94	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
170	2.90	0.66	97.19	2.93	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
171	2.91	0.67	96.63	2.92	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
172	2.92	0.68	96.68	2.92	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
173	2.93	0.67	97.89	2.94	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
174	2.94	0.67	98.68	2.95	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
175	2.95	0.68	98.18	2.94	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
176	2.96	0.70	96.88	2.92	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
177	2.97	0.73	95.38	2.90	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
178	2.98	0.75	94.58	2.89	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
179	2.99	0.77	93.86	2.89	0.58	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
180	3.00	0.78	93.55	2.88	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
181	3.01	0.78	93.38	2.88	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
182	3.02	0.78	93.77	2.88	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
183	3.03	0.77	94.51	2.89	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
184	3.04	0.75	95.36	2.90	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
185	3.05	0.73	96.97	2.92	0.58	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
186	3.06	0.70	99.28	2.95	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
187	3.07	0.67	100.00	2.98	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
188	3.08	0.66	100.00	3.00	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
189	3.09	0.67	100.00	3.00	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
190	3.10	0.71	100.00	2.96	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
191	3.11	0.83	92.81	2.87	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
192	3.12	0.98	84.91	2.77	0.56	1.70	16.11	0.00	16.11	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
193	3.13	1.13	77.90	2.69	0.56	1.70	18.29	0.00	18.29	4.000	No	Yes	2.00
194	3.14	1.24	73.81	2.64	0.55	1.70	20.47	0.00	20.47	4.000	No	Yes	2.00
195	3.15	1.32	71.17	2.60	0.55	1.70	22.15	0.00	22.15	4.000	No	Yes	2.00
196	3.16	1.38	69.90	2.59	0.54	1.70	23.32	57.39	80.71	0.117	No	No	0.49
197	3.17	1.38	71.18	2.60	0.54	1.70	23.82	0.00	23.82	4.000	No	Yes	2.00
198	3.18	1.33	74.20	2.64	0.55	1.70	22.31	0.00	22.31	4.000	No	Yes	2.00
199	3.19	1.24	79.08	2.70	0.55	1.70	20.80	0.00	20.80	4.000	No	Yes	2.00
200	3.20	1.14	84.09	2.76	0.55	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
201	3.21	1.05	89.02	2.83	0.56	1.70	17.28	0.00	17.28	4.000	No	Yes	2.00
202	3.22	0.96	94.48	2.89	0.56	1.70	16.27	0.00	16.27	4.000	No	Yes	2.00
203	3.23	0.89	99.45	2.96	0.57	1.70	14.60	0.00	14.60	4.000	No	Yes	2.00
204	3.24	0.82	100.00	3.02	0.57	1.70	13.76	0.00	13.76	4.000	No	Yes	2.00
205	3.25	0.79	100.00	3.05	0.57	1.70	12.75	0.00	12.75	4.000	No	Yes	2.00
206	3.26	0.77	100.00	3.07	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
207	3.27	0.77	100.00	3.06	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
208	3.28	0.77	100.00	3.05	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
209	3.29	0.76	100.00	3.05	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
210	3.30	0.75	100.00	3.06	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
211	3.31	0.74	100.00	3.06	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
212	3.32	0.74	100.00	3.06	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
213	3.33	0.73	100.00	3.05	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
214	3.34	0.72	100.00	3.05	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
215	3.35	0.71	100.00	3.05	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
216	3.36	0.70	100.00	3.05	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
217	3.37	0.70	100.00	3.05	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
218	3.38	0.70	100.00	3.03	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
219	3.39	0.72	100.00	3.01	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
220	3.40	0.75	100.00	2.98	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
221	3.41	0.77	99.19	2.95	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
222	3.42	0.78	98.26	2.94	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
223	3.43	0.77	98.16	2.94	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
224	3.44	0.76	98.13	2.94	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
225	3.45	0.75	98.03	2.94	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
226	3.46	0.75	97.87	2.94	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
227	3.47	0.78	97.75	2.93	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
228	3.48	0.79	98.92	2.95	0.57	1.70	13.76	0.00	13.76	4.000	No	Yes	2.00
229	3.49	0.79	100.00	2.98	0.57	1.70	12.92	0.00	12.92	4.000	No	Yes	2.00
230	3.50	0.75	100.00	3.01	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
231	3.51	0.72	100.00	3.05	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
232	3.52	0.62	100.00	3.13	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
233	3.53	0.57	100.00	3.17	0.59	1.70	6.88	0.00	6.88	4.000	No	Yes	2.00
234	3.54	0.57	100.00	3.15	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
235	3.55	0.65	100.00	3.07	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
236	3.56	0.67	100.00	3.03	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
237	3.57	0.65	100.00	3.03	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
238	3.58	0.64	100.00	3.03	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
239	3.59	0.65	100.00	3.01	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
240	3.60	0.69	99.54	2.96	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
241	3.61	0.75	94.35	2.89	0.58	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
242	3.62	0.82	88.63	2.82	0.57	1.70	12.92	0.00	12.92	4.000	No	Yes	2.00
243	3.63	0.88	84.49	2.77	0.57	1.70	13.93	0.00	13.93	4.000	No	Yes	2.00
244	3.64	0.92	81.55	2.73	0.57	1.70	14.76	0.00	14.76	4.000	No	Yes	2.00
245	3.65	0.93	80.32	2.72	0.57	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
246	3.66	0.91	81.85	2.74	0.57	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
247	3.67	0.87	84.98	2.77	0.57	1.70	14.26	0.00	14.26	4.000	No	Yes	2.00
248	3.68	0.84	88.35	2.82	0.57	1.70	13.59	0.00	13.59	4.000	No	Yes	2.00
249	3.69	0.84	88.95	2.82	0.57	1.70	13.42	0.00	13.42	4.000	No	Yes	2.00
250	3.70	0.87	87.31	2.80	0.57	1.70	14.09	0.00	14.09	4.000	No	Yes	2.00
251	3.71	0.91	84.51	2.77	0.57	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
252	3.72	0.97	81.79	2.73	0.57	1.70	15.77	0.00	15.77	4.000	No	Yes	2.00
253	3.73	1.04	78.90	2.70	0.56	1.70	16.78	0.00	16.78	4.000	No	Yes	2.00
254	3.74	1.10	77.43	2.68	0.56	1.70	18.79	0.00	18.79	4.000	No	Yes	2.00
255	3.75	1.12	78.28	2.69	0.56	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
256	3.76	1.06	82.25	2.74	0.56	1.70	17.95	0.00	17.95	4.000	No	Yes	2.00
257	3.77	0.97	87.44	2.81	0.56	1.70	15.94	0.00	15.94	4.000	No	Yes	2.00
258	3.78	0.87	93.09	2.88	0.57	1.70	14.43	0.00	14.43	4.000	No	Yes	2.00
259	3.79	0.77	99.11	2.95	0.57	1.70	12.92	0.00	12.92	4.000	No	Yes	2.00
260	3.80	0.68	100.00	3.03	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
261	3.81	0.61	100.00	3.09	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
262	3.82	0.58	100.00	3.11	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
263	3.83	0.57	100.00	3.11	0.59	1.70	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
264	3.84	0.57	100.00	3.10	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
265	3.85	0.58	100.00	3.09	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
266	3.86	0.58	100.00	3.07	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
267	3.87	0.59	100.00	3.05	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
268	3.88	0.59	100.00	3.03	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
269	3.89	0.59	100.00	3.03	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
270	3.90	0.59	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
271	3.91	0.58	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
272	3.92	0.58	100.00	3.00	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
273	3.93	0.60	99.27	2.95	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
274	3.94	0.63	94.39	2.89	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
275	3.95	0.67	89.55	2.83	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
276	3.96	0.70	86.85	2.80	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
277	3.97	0.72	84.60	2.77	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
278	3.98	0.75	82.89	2.75	0.58	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
279	3.99	0.76	82.50	2.74	0.58	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
280	4.00	0.77	82.87	2.75	0.58	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
281	4.01	0.76	84.26	2.77	0.58	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
282	4.02	0.75	85.50	2.78	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
283	4.03	0.74	87.69	2.81	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
284	4.04	0.72	90.11	2.84	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
285	4.05	0.69	92.54	2.87	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
286	4.06	0.67	94.43	2.89	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
287	4.07	0.67	95.99	2.91	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
288	4.08	0.68	96.54	2.92	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
289	4.09	0.72	94.81	2.90	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
290	4.10	0.77	91.23	2.85	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
291	4.11	0.83	87.94	2.81	0.57	1.70	13.25	0.00	13.25	4.000	No	Yes	2.00
292	4.12	0.88	84.85	2.77	0.57	1.70	13.93	0.00	13.93	4.000	No	Yes	2.00
293	4.13	0.92	82.80	2.75	0.57	1.70	15.27	0.00	15.27	4.000	No	Yes	2.00
294	4.14	0.94	82.42	2.74	0.57	1.70	15.77	0.00	15.77	4.000	No	Yes	2.00
295	4.15	0.92	84.29	2.77	0.57	1.70	15.44	0.00	15.44	4.000	No	Yes	2.00
296	4.16	0.87	87.55	2.81	0.57	1.70	14.43	0.00	14.43	4.000	No	Yes	2.00
297	4.17	0.81	91.01	2.85	0.57	1.70	13.42	0.00	13.42	4.000	No	Yes	2.00
298	4.18	0.76	94.03	2.89	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
299	4.19	0.72	97.04	2.93	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
300	4.20	0.68	100.00	2.97	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
301	4.21	0.62	100.00	3.02	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
302	4.22	0.58	100.00	3.07	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
303	4.23	0.56	100.00	3.09	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
304	4.24	0.56	100.00	3.09	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
305	4.25	0.57	100.00	3.08	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
306	4.26	0.59	100.00	3.05	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
307	4.27	0.61	100.00	3.02	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
308	4.28	0.63	100.00	3.00	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
309	4.29	0.64	100.00	2.98	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
310	4.30	0.64	100.00	2.97	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
311	4.31	0.61	100.00	2.99	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
312	4.32	0.58	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
313	4.33	0.55	100.00	3.04	0.59	1.70	8.72	0.00	8.72	4.000	No	Yes	2.00
314	4.34	0.53	100.00	3.05	0.59	1.70	8.39	0.00	8.39	4.000	No	Yes	2.00
315	4.35	0.51	100.00	3.06	0.59	1.70	8.05	0.00	8.05	4.000	No	Yes	2.00
316	4.36	0.50	100.00	3.06	0.59	1.70	7.72	0.00	7.72	4.000	No	Yes	2.00
317	4.37	0.49	100.00	3.05	0.59	1.70	7.72	0.00	7.72	4.000	No	Yes	2.00
318	4.38	0.49	100.00	3.04	0.59	1.70	7.55	0.00	7.55	4.000	No	Yes	2.00
319	4.39	0.49	100.00	3.03	0.59	1.70	7.72	0.00	7.72	4.000	No	Yes	2.00
320	4.40	0.51	100.00	3.01	0.59	1.70	7.89	0.00	7.89	4.000	No	Yes	2.00
321	4.41	0.52	100.00	2.98	0.59	1.70	8.05	0.00	8.05	4.000	No	Yes	2.00
322	4.42	0.54	99.69	2.96	0.59	1.70	8.39	0.00	8.39	4.000	No	Yes	2.00
323	4.43	0.55	98.11	2.94	0.59	1.70	8.72	0.00	8.72	4.000	No	Yes	2.00
324	4.44	0.56	97.48	2.93	0.59	1.70	8.72	0.00	8.72	4.000	No	Yes	2.00
325	4.45	0.55	97.04	2.93	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
326	4.46	0.55	96.64	2.92	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
327	4.47	0.55	96.08	2.91	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
328	4.48	0.58	96.85	2.92	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
329	4.49	0.61	97.50	2.93	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
330	4.50	0.63	98.02	2.94	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
331	4.51	0.63	97.98	2.94	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
332	4.52	0.63	97.73	2.93	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
333	4.53	0.63	97.93	2.94	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
334	4.54	0.62	98.34	2.94	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
335	4.55	0.63	98.19	2.94	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
336	4.56	0.63	96.80	2.92	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
337	4.57	0.65	94.96	2.90	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
338	4.58	0.66	92.92	2.87	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
339	4.59	0.68	90.99	2.85	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
340	4.60	0.69	90.25	2.84	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
341	4.61	0.69	90.66	2.85	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
342	4.62	0.68	91.84	2.86	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
343	4.63	0.67	93.11	2.88	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
344	4.64	0.66	94.36	2.89	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
345	4.65	0.65	95.60	2.91	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
346	4.66	0.65	95.79	2.91	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
347	4.67	0.65	95.21	2.90	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
348	4.68	0.66	94.47	2.89	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
349	4.69	0.66	94.72	2.90	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
350	4.70	0.66	95.48	2.91	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
351	4.71	0.65	97.12	2.93	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
352	4.72	0.64	98.58	2.94	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
353	4.73	0.63	99.78	2.96	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
354	4.74	0.62	100.00	2.96	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
355	4.75	0.62	100.00	2.97	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
356	4.76	0.61	100.00	2.98	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
357	4.77	0.61	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
358	4.78	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
359	4.79	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
360	4.80	0.60	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
361	4.81	0.60	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
362	4.82	0.60	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
363	4.83	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
364	4.84	0.59	100.00	2.99	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
365	4.85	0.58	100.00	3.00	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
366	4.86	0.57	100.00	3.00	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
367	4.87	0.58	100.00	2.98	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
368	4.88	0.59	100.00	2.97	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
369	4.89	0.61	98.03	2.94	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
370	4.90	0.63	95.93	2.91	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
371	4.91	0.64	94.22	2.89	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
372	4.92	0.65	93.20	2.88	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
373	4.93	0.66	92.77	2.87	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
374	4.94	0.66	92.83	2.87	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
375	4.95	0.66	93.76	2.88	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
376	4.96	0.64	95.21	2.90	0.58	1.70	10.22	0.00	10.22	4.000	No	Yes	2.00
377	4.97	0.63	97.07	2.93	0.58	1.70	9.89	0.00	9.89	4.000	No	Yes	2.00
378	4.98	0.62	98.76	2.95	0.58	1.70	9.71	0.00	9.71	4.000	No	Yes	2.00
379	4.99	0.60	100.00	2.96	0.58	1.70	9.54	0.00	9.54	4.000	No	Yes	2.00
380	5.00	0.59	100.00	2.98	0.58	1.70	9.37	0.00	9.37	4.000	No	Yes	2.00
381	5.01	0.58	100.00	3.01	0.59	1.70	9.20	0.00	9.20	4.000	No	Yes	2.00
382	5.02	0.57	100.00	3.04	0.59	1.70	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
383	5.03	0.56	100.00	3.06	0.59	1.70	8.70	0.00	8.70	4.000	No	Yes	2.00
384	5.04	0.55	100.00	3.07	0.59	1.69	8.69	0.00	8.69	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
385	5.05	0.55	100.00	3.06	0.59	1.69	8.52	0.00	8.52	4.000	No	Yes	2.00
386	5.06	0.54	100.00	3.06	0.59	1.69	8.52	0.00	8.52	4.000	No	Yes	2.00
387	5.07	0.54	100.00	3.04	0.59	1.69	8.35	0.00	8.35	4.000	No	Yes	2.00
388	5.08	0.54	100.00	3.02	0.59	1.69	8.50	0.00	8.50	4.000	No	Yes	2.00
389	5.09	0.55	100.00	3.00	0.59	1.69	8.50	0.00	8.50	4.000	No	Yes	2.00
390	5.10	0.56	100.00	2.97	0.59	1.69	8.49	0.00	8.49	4.000	No	Yes	2.00
391	5.11	0.57	98.48	2.94	0.59	1.68	8.81	0.00	8.81	4.000	No	Yes	2.00
392	5.12	0.58	96.24	2.92	0.59	1.68	8.81	0.00	8.81	4.000	No	Yes	2.00
393	5.13	0.58	95.13	2.90	0.59	1.68	8.97	0.00	8.97	4.000	No	Yes	2.00
394	5.14	0.58	94.81	2.90	0.59	1.68	8.80	0.00	8.80	4.000	No	Yes	2.00
395	5.15	0.57	95.01	2.90	0.59	1.68	8.79	0.00	8.79	4.000	No	Yes	2.00
396	5.16	0.56	95.21	2.90	0.59	1.68	8.63	0.00	8.63	4.000	No	Yes	2.00
397	5.17	0.55	96.37	2.92	0.59	1.68	8.46	0.00	8.46	4.000	No	Yes	2.00
398	5.18	0.54	97.42	2.93	0.59	1.68	8.13	0.00	8.13	4.000	No	Yes	2.00
399	5.19	0.53	99.02	2.95	0.59	1.68	8.28	0.00	8.28	4.000	No	Yes	2.00
400	5.20	0.53	100.00	2.97	0.59	1.68	8.11	0.00	8.11	4.000	No	Yes	2.00
401	5.21	0.52	100.00	2.99	0.59	1.68	7.94	0.00	7.94	4.000	No	Yes	2.00
402	5.22	0.51	100.00	3.01	0.59	1.68	7.78	0.00	7.78	4.000	No	Yes	2.00
403	5.23	0.51	100.00	3.01	0.59	1.68	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
404	5.24	0.51	100.00	3.00	0.59	1.67	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
405	5.25	0.50	100.00	2.99	0.59	1.67	7.60	0.00	7.60	4.000	No	Yes	2.00
406	5.26	0.50	100.00	2.99	0.59	1.67	7.59	0.00	7.59	4.000	No	Yes	2.00
407	5.27	0.50	100.00	2.97	0.59	1.67	7.43	0.00	7.43	4.000	No	Yes	2.00
408	5.28	0.50	99.51	2.96	0.59	1.67	7.58	0.00	7.58	4.000	No	Yes	2.00
409	5.29	0.51	97.37	2.93	0.59	1.67	7.74	0.00	7.74	4.000	No	Yes	2.00
410	5.30	0.52	94.95	2.90	0.59	1.67	7.90	0.00	7.90	4.000	No	Yes	2.00
411	5.31	0.53	92.54	2.87	0.59	1.67	8.06	0.00	8.06	4.000	No	Yes	2.00
412	5.32	0.54	90.54	2.84	0.59	1.67	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00
413	5.33	0.54	89.22	2.83	0.59	1.67	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00
414	5.34	0.54	88.34	2.82	0.59	1.67	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00
415	5.35	0.54	87.85	2.81	0.59	1.66	8.21	0.00	8.21	4.000	No	Yes	2.00
416	5.36	0.55	87.79	2.81	0.59	1.66	8.21	0.00	8.21	4.000	No	Yes	2.00
417	5.37	0.55	88.17	2.81	0.59	1.66	8.36	0.00	8.36	4.000	No	Yes	2.00
418	5.38	0.55	89.12	2.83	0.59	1.66	8.35	0.00	8.35	4.000	No	Yes	2.00
419	5.39	0.54	90.91	2.85	0.59	1.66	8.35	0.00	8.35	4.000	No	Yes	2.00
420	5.40	0.53	92.98	2.87	0.59	1.66	8.02	0.00	8.02	4.000	No	Yes	2.00
421	5.41	0.52	95.33	2.90	0.59	1.66	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
422	5.42	0.50	97.99	2.94	0.59	1.66	7.68	0.00	7.68	4.000	No	Yes	2.00
423	5.43	0.49	100.00	2.96	0.59	1.66	7.35	0.00	7.35	4.000	No	Yes	2.00
424	5.44	0.49	100.00	2.98	0.59	1.65	7.35	0.00	7.35	4.000	No	Yes	2.00
425	5.45	0.49	100.00	2.98	0.59	1.65	7.34	0.00	7.34	4.000	No	Yes	2.00
426	5.46	0.51	97.13	2.93	0.59	1.65	7.34	0.00	7.34	4.000	No	Yes	2.00
427	5.47	0.52	92.89	2.87	0.59	1.65	8.30	0.00	8.30	4.000	No	Yes	2.00
428	5.48	0.53	87.99	2.81	0.59	1.65	7.99	0.00	7.99	4.000	No	Yes	2.00
429	5.49	0.52	88.75	2.82	0.59	1.65	7.98	0.00	7.98	4.000	No	Yes	2.00
430	5.50	0.51	89.34	2.83	0.59	1.65	7.66	0.00	7.66	4.000	No	Yes	2.00
431	5.51	0.50	89.73	2.83	0.60	1.65	7.50	0.00	7.50	4.000	No	Yes	2.00
432	5.52	0.50	88.75	2.82	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
433	5.53	0.49	87.13	2.80	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
434	5.54	0.49	85.32	2.78	0.60	1.65	7.17	0.00	7.17	4.000	No	Yes	2.00
435	5.55	0.49	84.13	2.76	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
436	5.56	0.50	83.23	2.75	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
437	5.57	0.50	83.09	2.75	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
438	5.58	0.49	83.64	2.76	0.60	1.65	7.32	0.00	7.32	4.000	No	Yes	2.00
439	5.59	0.49	83.90	2.76	0.60	1.65	7.16	0.00	7.16	4.000	No	Yes	2.00
440	5.60	0.49	83.58	2.76	0.60	1.65	7.16	0.00	7.16	4.000	No	Yes	2.00
441	5.61	0.49	82.74	2.75	0.60	1.65	7.15	0.00	7.15	4.000	No	Yes	2.00
442	5.62	0.49	81.44	2.73	0.60	1.65	7.15	0.00	7.15	4.000	No	Yes	2.00
443	5.63	0.50	79.37	2.70	0.60	1.65	7.31	0.00	7.31	4.000	No	Yes	2.00
444	5.64	0.51	77.47	2.68	0.60	1.64	7.63	0.00	7.63	4.000	No	Yes	2.00
445	5.65	0.52	76.43	2.67	0.60	1.64	7.63	0.00	7.63	4.000	No	Yes	2.00
446	5.66	0.52	77.28	2.68	0.60	1.64	7.62	0.00	7.62	4.000	No	Yes	2.00
447	5.67	0.52	78.53	2.69	0.60	1.64	7.62	0.00	7.62	4.000	No	Yes	2.00
448	5.68	0.52	79.61	2.71	0.60	1.64	7.61	0.00	7.61	4.000	No	Yes	2.00
449	5.69	0.55	77.14	2.68	0.60	1.64	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
450	5.70	0.61	71.67	2.61	0.60	1.64	8.88	0.00	8.88	4.000	No	Yes	2.00
451	5.71	0.71	64.31	2.52	0.59	1.63	10.32	52.56	62.87	0.102	No	No	0.36
452	5.72	0.83	58.20	2.44	0.59	1.63	12.37	51.74	64.10	0.103	No	No	0.36
453	5.73	0.94	53.57	2.38	0.59	1.62	14.40	51.00	65.40	0.104	No	No	0.37
454	5.74	1.04	51.38	2.35	0.58	1.61	16.09	50.75	66.84	0.105	No	No	0.37
455	5.75	1.13	52.51	2.37	0.58	1.61	17.28	51.44	68.72	0.106	No	No	0.38
456	5.76	1.20	54.71	2.40	0.57	1.59	18.89	52.56	71.45	0.109	No	No	0.39
457	5.77	1.26	56.86	2.42	0.56	1.59	19.59	53.38	72.97	0.110	No	No	0.39
458	5.78	1.33	56.77	2.42	0.56	1.58	20.32	53.56	73.87	0.111	No	No	0.39
459	5.79	1.39	56.00	2.41	0.56	1.58	21.78	53.74	75.52	0.112	No	No	0.40
460	5.80	1.42	55.89	2.41	0.56	1.57	22.50	53.90	76.40	0.113	No	No	0.40
461	5.81	1.38	58.61	2.45	0.56	1.57	21.72	54.44	76.16	0.113	No	No	0.40
462	5.82	1.22	65.44	2.53	0.56	1.57	20.02	55.57	75.59	0.112	No	No	0.40
463	5.83	1.04	73.82	2.64	0.57	1.59	15.36	0.00	15.36	4.000	No	Yes	2.00
464	5.84	0.86	83.07	2.75	0.57	1.59	13.35	0.00	13.35	4.000	No	Yes	2.00
465	5.85	0.75	88.90	2.82	0.58	1.60	11.50	0.00	11.50	4.000	No	Yes	2.00
466	5.86	0.70	91.51	2.86	0.58	1.60	10.12	0.00	10.12	4.000	No	Yes	2.00
467	5.87	0.74	87.49	2.81	0.59	1.60	10.12	0.00	10.12	4.000	No	Yes	2.00
468	5.88	0.85	80.03	2.71	0.58	1.59	12.57	0.00	12.57	4.000	No	Yes	2.00
469	5.89	1.01	71.69	2.61	0.57	1.59	14.55	0.00	14.55	4.000	No	Yes	2.00
470	5.90	1.16	64.52	2.52	0.57	1.58	17.12	54.54	71.67	0.109	No	No	0.39
471	5.91	1.33	56.96	2.42	0.56	1.57	19.84	53.48	73.31	0.110	No	No	0.39
472	5.92	1.52	50.88	2.35	0.56	1.56	23.26	52.49	75.75	0.112	No	No	0.40
473	5.93	1.78	47.14	2.30	0.55	1.55	26.19	51.81	78.00	0.114	No	No	0.41
474	5.94	2.02	44.97	2.27	0.54	1.53	31.61	52.22	83.82	0.119	No	No	0.43
475	5.95	2.26	42.95	2.25	0.53	1.52	34.15	51.84	85.99	0.122	No	No	0.44
476	5.96	2.41	40.82	2.22	0.53	1.52	36.41	51.21	87.62	0.123	No	No	0.45
477	5.97	2.57	38.00	2.19	0.53	1.52	38.15	49.83	87.98	0.124	No	No	0.45
478	5.98	2.66	35.71	2.16	0.52	1.51	40.70	48.74	89.44	0.125	No	No	0.46
479	5.99	2.81	30.98	2.10	0.53	1.52	40.42	44.47	84.90	0.121	No	No	0.44
480	6.00	2.92	26.95	2.05	0.53	1.52	44.97	40.76	85.73	0.121	No	No	0.44

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
481	6.01	3.09	22.52	1.99	0.54	1.53	46.57	34.41	80.98	0.117	No	No	0.42
482	6.02	3.19	20.30	1.97	0.55	1.54	48.38	30.61	79.00	0.115	No	No	0.41
483	6.03	3.31	18.07	1.94	0.55	1.54	50.27	26.20	76.47	0.113	No	No	0.40
484	6.04	3.39	16.47	1.92	0.56	1.55	52.50	22.71	75.21	0.112	No	No	0.40
485	6.05	3.41	15.63	1.91	0.56	1.55	52.40	20.62	73.02	0.110	No	No	0.39
486	6.06	3.35	15.55	1.91	0.57	1.56	51.42	20.35	71.77	0.109	No	No	0.38
487	6.07	3.25	15.80	1.91	0.57	1.56	50.37	20.86	71.23	0.108	No	No	0.38
488	6.08	3.08	16.04	1.91	0.57	1.56	47.94	21.23	69.18	0.107	No	No	0.38
489	6.09	2.89	16.70	1.92	0.58	1.57	44.07	22.39	66.46	0.105	No	No	0.37
490	6.10	2.73	17.51	1.93	0.59	1.57	42.06	24.02	66.08	0.104	No	No	0.36
491	6.11	2.62	18.77	1.95	0.58	1.57	40.65	26.53	67.18	0.105	No	No	0.37
492	6.12	2.50	20.77	1.97	0.58	1.56	38.91	30.19	69.10	0.107	No	No	0.37
493	6.13	2.38	23.13	2.00	0.57	1.56	36.07	33.75	69.81	0.107	No	No	0.38
494	6.14	2.27	25.70	2.03	0.57	1.55	34.52	37.20	71.72	0.109	No	No	0.38
495	6.15	2.18	28.36	2.07	0.56	1.54	33.44	40.27	73.70	0.110	No	No	0.39
496	6.16	2.10	31.02	2.10	0.56	1.54	31.56	42.67	74.23	0.111	No	No	0.39
497	6.17	1.97	34.78	2.15	0.56	1.53	30.36	45.68	76.04	0.112	No	No	0.40
498	6.18	1.85	38.85	2.20	0.56	1.53	27.37	47.83	75.20	0.112	No	No	0.40
499	6.19	1.72	43.91	2.26	0.56	1.53	25.94	50.27	76.21	0.113	No	No	0.40
500	6.20	1.64	48.10	2.31	0.56	1.53	24.56	51.78	76.33	0.113	No	No	0.40
501	6.21	1.57	52.24	2.37	0.55	1.52	23.62	53.06	76.68	0.113	No	No	0.40
502	6.22	1.53	55.70	2.41	0.56	1.52	22.70	53.90	76.61	0.113	No	No	0.40
503	6.23	1.54	58.44	2.44	0.55	1.52	22.65	54.66	77.31	0.114	No	No	0.40
504	6.24	1.61	59.01	2.45	0.55	1.51	24.04	55.20	79.24	0.115	No	No	0.41
505	6.25	1.70	58.79	2.45	0.54	1.51	25.43	55.53	80.96	0.117	No	No	0.42
506	6.26	1.78	58.38	2.44	0.54	1.50	26.39	55.68	82.08	0.118	No	No	0.42
507	6.27	1.83	59.06	2.45	0.54	1.50	27.06	56.05	83.11	0.119	No	No	0.43
508	6.28	1.87	59.72	2.46	0.54	1.50	27.44	56.33	83.78	0.119	No	No	0.43
509	6.29	1.94	59.97	2.46	0.53	1.49	28.25	56.63	84.87	0.120	No	No	0.44
510	6.30	2.01	59.16	2.45	0.53	1.49	29.61	56.79	86.40	0.122	No	No	0.44
511	6.31	2.16	56.63	2.42	0.53	1.48	30.58	56.35	86.93	0.123	No	No	0.45
512	6.32	2.65	47.02	2.30	0.53	1.48	34.42	53.88	88.30	0.124	No	No	0.45
513	6.33	3.44	34.93	2.15	0.50	1.45	50.09	50.22	100.31	0.138	No	No	0.52
514	6.34	6.01	8.71	1.82	0.57	1.53	67.02	3.97	71.00	0.108	No	No	0.38
515	6.35	8.49	0.00	1.60	0.43	1.37	135.94	0.00	135.94	0.218	No	No	0.94
516	6.36	10.94	0.00	1.43	0.41	1.35	146.21	0.00	146.21	0.266	No	No	1.20
517	6.37	12.76	0.00	1.35	0.39	1.34	155.76	0.00	155.76	0.332	No	No	1.56
518	6.38	14.68	0.00	1.31	0.33	1.28	196.00	0.00	196.00	1.521	No	No	2.00
519	6.39	17.14	0.00	1.30	0.32	1.26	208.03	0.00	208.03	3.067	No	No	2.00
520	6.40	18.35	0.00	1.31	0.29	1.23	233.22	0.00	233.22	4.000	No	No	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
q_t: Total cone resistance
FC: Fines content (%)
I_c: Soil behavior type index
m: Stress exponent
C_N: Overburden correction factor
q_{c1N}: Normalized and adjusted cone resistance
Δq_{c1N}: Cone resistance correction factor due to fines
$q_{c1N,cs}$: Normalized and adjusted cone resistance
$CRR_{7.5}$: Cyclic resistance ratio for M_w=7.5
FS: Factor of safety against soil liquefaction

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
1.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.22	0.71	0.00	0.00	0.01	0.03
1.23	1.58	0.00	0.00	0.01	0.00	1.24	1.12	0.00	0.00	0.01	0.00
1.25	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00	1.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.27	1.91	0.00	0.00	0.01	0.00	1.28	1.51	0.00	0.00	0.01	0.00
1.29	1.74	0.00	0.00	0.01	0.00	1.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.40	1.94	0.00	0.00	0.01	0.00
1.41	1.77	0.00	0.00	0.01	0.00	1.42	1.68	0.00	0.00	0.01	0.00
1.43	1.70	0.00	0.00	0.01	0.00	1.44	1.43	0.00	0.00	0.01	0.00
1.45	1.38	0.00	0.00	0.01	0.00	1.46	1.40	0.00	0.00	0.01	0.00
1.47	1.35	0.00	0.00	0.01	0.00	1.48	1.34	0.00	0.00	0.01	0.00
1.49	1.33	0.00	0.00	0.01	0.00	1.50	1.21	0.00	0.00	0.01	0.00
1.51	1.15	0.00	0.00	0.01	0.00	1.52	1.09	0.00	0.00	0.01	0.00
1.53	1.06	0.00	0.00	0.01	0.00	1.54	1.02	0.00	0.00	0.01	0.00
1.55	1.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.56	0.99	0.00	0.00	0.01	0.00
1.57	0.97	0.00	0.00	0.01	0.00	1.58	0.96	0.00	0.00	0.01	0.00
1.59	0.96	0.00	0.00	0.01	0.00	1.60	0.95	0.00	0.00	0.01	0.00
1.61	0.94	0.00	0.00	0.01	0.01	1.62	0.92	0.00	0.00	0.01	0.01
1.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.76	0.87	0.00	0.00	0.01	0.01
1.77	0.86	0.00	0.00	0.01	0.01	1.78	0.87	0.00	0.00	0.01	0.01
1.79	0.86	0.00	0.00	0.01	0.01	1.80	0.85	0.00	0.00	0.01	0.01
1.81	0.81	0.00	0.00	0.01	0.02	1.82	0.79	0.21	1.56	0.01	0.02
1.83	0.77	0.23	1.31	0.01	0.02	1.84	0.75	0.25	1.18	0.01	0.02
1.85	0.73	0.27	1.04	0.01	0.02	1.86	0.71	0.29	0.97	0.01	0.03
1.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
2.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
3.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.16	0.49	0.51	0.47	0.01	0.04
3.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
4.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
5.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.71	0.36	0.64	0.36	0.01	0.05	5.72	0.36	0.64	0.36	0.01	0.05
5.73	0.37	0.63	0.36	0.01	0.05	5.74	0.37	0.63	0.36	0.01	0.04
5.75	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04	5.76	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04
5.77	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	5.78	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04
5.79	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	5.80	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
5.81	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	5.82	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
5.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.90	0.39	0.61	0.37	0.01	0.04
5.91	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	5.92	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
5.93	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04	5.94	0.43	0.57	0.41	0.01	0.04
5.95	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04	5.96	0.45	0.55	0.43	0.01	0.04
5.97	0.45	0.55	0.43	0.01	0.04	5.98	0.46	0.54	0.44	0.01	0.04
5.99	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04	6.00	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
6.01	0.42	0.58	0.40	0.01	0.04	6.02	0.41	0.59	0.40	0.01	0.04
6.03	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.04	0.40	0.60	0.38	0.01	0.04
6.05	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	6.06	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.07	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04	6.08	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.09	0.37	0.63	0.36	0.01	0.04	6.10	0.36	0.64	0.36	0.01	0.04
6.11	0.37	0.63	0.36	0.01	0.04	6.12	0.37	0.63	0.37	0.01	0.04
6.13	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04	6.14	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.15	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	6.16	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04
6.17	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.18	0.40	0.60	0.38	0.01	0.04
6.19	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.20	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
6.21	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.22	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
6.23	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.24	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04
6.25	0.42	0.58	0.40	0.01	0.04	6.26	0.42	0.58	0.40	0.01	0.04
6.27	0.43	0.57	0.41	0.01	0.04	6.28	0.43	0.57	0.41	0.01	0.04
6.29	0.44	0.56	0.41	0.01	0.04	6.30	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04
6.31	0.45	0.55	0.42	0.01	0.04	6.32	0.45	0.55	0.43	0.01	0.04
6.33	0.52	0.48	0.50	0.01	0.03	6.34	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.35	0.94	0.00	0.00	0.01	0.00	6.36	1.20	0.00	0.00	0.01	0.00
6.37	1.56	0.00	0.00	0.01	0.00	6.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Overall liquefaction potential: 2.66

LPI_{ISH} > 5.0 - Liquefaction manifestation is expected

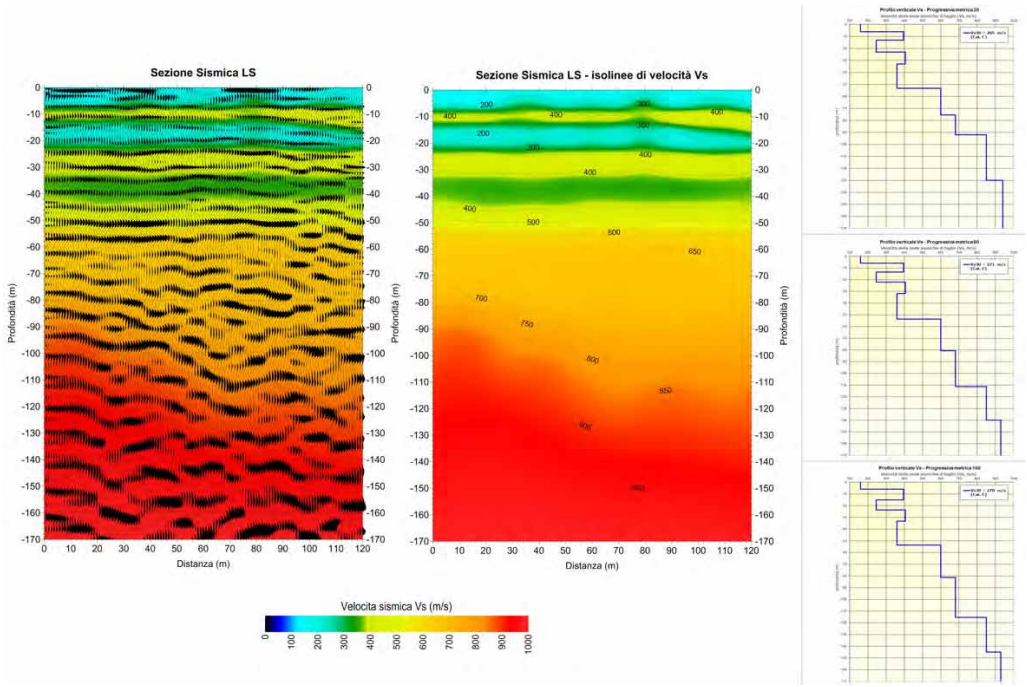
Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point
d_z: Layer thickness (m)
LPI: Liquefaction potential index value for test point

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Provincia di Modena

INDAGINE GEOFISICA CON METODO SISMICO A RIFLESSIONE AD ALTA RISOLUZIONE PRESSO L'IISTAS LAZZARO SPALLANZANI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)



RAPPORTO LAVORI

GeoExploration srl
www.geoexploration.net

Via G.Bruno 19 – 47121 FORLI' (FC)
e-mail: info@geoexploration.net
pec: geoexploration.srl@pec.it
tel: 335 5306642 – 328 7168492

Committente

PROVINCIA DI MODENA
Viale Martiri della Libertà, 34
41121 Modena

CODICE	DATA	REV.	REDATTO	VERIFICATO
GE_R32_19	11/11/2019	0	DOTT. GEOL. DIEGO PERACCINI	ING. GIUSEPPE MAINARDI

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Indice

1 INDICAZIONI GENERALI 2
2 SISMICA A RIFLESSIONE AD ALTA RISOLUZIONE 3
2.1 Cenni sulla sorgente d'energia Vibroseis e confronto con sistemi impulsionali 5
2.2 Acquisizione dati a Onde di taglio S con Vibroseis 6
2.3 Elaborazione Dati Sismici a Riflessione 9
3 Esito del rilievo Sismico a Riflessione 11

Elenco Tavole

Tavola 1 – Planimetria Indagine Sismica *(Foglio A4 – scala 1:1000)*
Tavola 2 – Sezione Sismica LS e profili Vs *(Foglio A3 – scala 1:1000)*

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

1 INDICAZIONI GENERALI

Su incarico della Provincia di Modena, nell'ambito dello studio di risposta sismica locale presso l'IISTAS Spallanzani di Castelfranco Emilia, è stata effettuata un'indagine sismica a riflessione ad alta risoluzione in onde di taglio S.

L'indagine ha avuto lo scopo di caratterizzare i terreni in profondità dal punto di vista sismico, in particolar modo per la misura bidimensionale delle velocità sismiche di taglio (Vs) fino al raggiungimento del *bedrock sismico*.

Lo stendimento sismico, denominato LS, è stato effettuato mediante n. 60 geofoni a interdistanza 2 m per una lunghezza complessiva di 120 m. Come sorgente sismica è stato utilizzato un dispositivo mini-vibroseis. I vantaggi di una sorgente vibrazionale rispetto a quella impulsiva vengono illustrati di seguito.

L'ubicazione dello stendimento sismico LS è riportata sulla planimetria restituita in scala 1:1000 e fornita in Tavola 1, mentre la sezione sismica finale (*stack*) distanze/profondità è riportata in Tavola 2.

Sullo stack sismico finale sono riportati valori di velocità sismica Vs, rappresentati con opportuna scala cromatica, ottenuti a seguito dell'analisi di velocità bidimensionale.

Segue una breve descrizione dei metodi geofisici utilizzati e delle modalità esecutive delle prospezioni ed a conclusione del rapporto lavori, vengono commentati i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2 SISMICA A RIFLESSIONE AD ALTA RISOLUZIONE

La tecnica sismica a riflessione è il metodo geofisico più largamente impiegato soprattutto nella ricerca di strutture geologiche e tettoniche profonde.

La tecnica di prospezione più comune presuppone il cosiddetto rilievo continuo: gli orizzonti riflettenti vengono seguiti in modo continuo lungo il profilo mediante stendimenti simmetrici (*split spread*) o asimmetrici (*end on*) rispetto al punto di energizzazione. Il risultato di un profilo sismico dipende in gran parte dai parametri utilizzati nel corso dell'acquisizione dati, parametri che vengono scelti dopo aver realizzato test preliminari.

In via teorica si può considerare il *maximum offset* (distanza tra il punto di energizzazione più lontano dallo stendimento e l'ultimo geofono dello stendimento stesso) circa uguale alla profondità che si vuole raggiungere; il *minimum offset* (distanza fra il punto di energizzazione ed il geofono ad esso più vicino) dovrebbe essere il più piccolo possibile al fine di registrare anche i primi arrivi sismici delle onde rifratte, indispensabili per le correzioni statiche, compatibilmente con l'esigenza di evitare sia la saturazione del segnale ai geofoni, sia la registrazione di disturbi che, in prossimità della sorgente, hanno un'ampiezza tale da occultare completamente gli eventi riflessi.

Un altro punto fondamentale è la scelta della distanza intergeofonica, che è funzione del *maximum offset*, del *minimum offset*, del numero di canali disponibili e della risoluzione richiesta.

Una riflessione si verifica sempre in presenza di altri segnali sismici o "rumori" che possono interferire con essa o addirittura oscurarla; da qui la necessità di migliorare il più possibile il rapporto segnale/disturbo con vari espedienti.

Una delle tecniche più diffuse è quella di operare con la cosiddetta "copertura CDP" (*Common Depth Point*), ovvero riunire i dati provenienti dallo stesso punto della superficie riflettente. In seguito si dovranno apportare le dovute correzioni in tempi, misurate durante la determinazione della velocità media al di sopra del riflettore (percorsi diversi dell'onda riflessa legati a differenti distanze sorgente-geofono) e quindi sommare le tracce relative ai tragitti esaminati (*stacking*) rafforzando il segnale riflesso (Figura 1).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

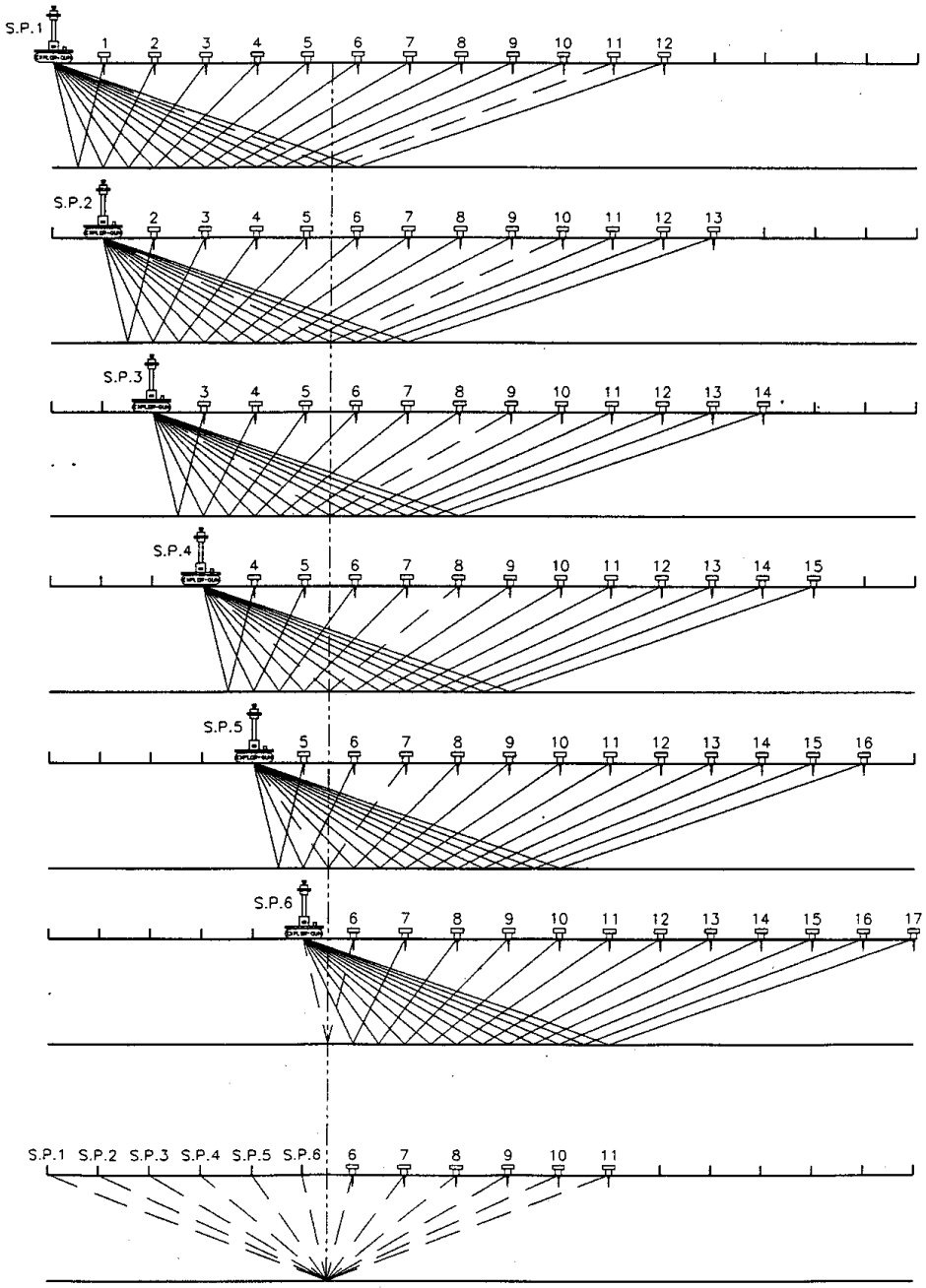


Figura 1 - Schema di registrazione dati con cannoncino sismico e CDP stacking

Registrando quindi più segnali riflessi da uno stesso punto riflettente (copertura multipla) che abbiano seguito percorsi diversi, è evidente che gli impulsi che giungono in fase (segnali) si sommano e quelli non in fase (disturbi vari) si attenuano.

Le coperture multiple più usate vanno dal 1200% al 2400% ordine in funzione del dettaglio e del miglioramento del segnale che si vuole ottenere.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2.1 CENNI SULLA SORGENTE D'ENERGIA VIBROSEIS E CONFRONTO CON SISTEMI IMPULSIONALI

La metodologia sismica con sorgente vibroseis è stata inventata da un gruppo di scienziati della Conoco (Continental Oil Company – USA) nel 1954. Con i vibroseis è possibile ottenere dati a più alta risoluzione rispetto a sorgenti di tipo impulsionale (ad es. cannoncino sismico, esplosivo, massa battente) in quanto si possono realizzare in breve tempo e più ravvicinati fra di loro, molti punti d'energizzazione sismica sullo stendimento.

Obiettivi a poca profondità sono intercettabili con ottima risoluzione utilizzando alte frequenze sismiche, quindi la scelta della sorgente sismica che permetta d'inviare nel terreno segnali ad alta frequenza, risulta fondamentale. Il terreno è essenzialmente un grande filtro in grado di nascondere informazioni. Per obiettivi profondi si utilizzano basse frequenze perché il terreno filtra superficialmente quelle alte, ma per rilievi a profondità di qualche centinaia di metri diviene molto interessante e importante l'impiego di segnali a medio-alta frequenza.

I piccoli vibratori utilizzati in questo caso di studio non sono invasivi e possono essere impiegati su strade cittadine in quanto hanno poco ingombro e non recano danni ai sottoservizi interrati lungo le strade stesse. L'impiego dei vibroseis è tipicamente meno costoso rispetto a sorgenti di scoppio. Non c'è necessità di portare attrezzature di perforazione per la realizzazione dei fori, detonare piccole cariche di esplosivo o cartucce e poi ripristinare il terreno dopo gli scoppi.

Va sottolineato che il vibroseis è una sorgente d'energia a frequenza controllabile mentre le sorgenti impulsionali offrono uno spettro completo di frequenze. Siccome il terreno assorbe molte frequenze, il procedimento d'acquisizione dipende quindi dalla tipologia dei terreni presenti nell'area di studio.

La possibilità di disporre di un segnale di riferimento inviato nel terreno chiamato sweep e rilevato sulla piastra energizzante tramite i vibroseis, offre un notevole vantaggio in fase di elaborazione dei dati (procedimenti di deconvoluzione dei segnali) perché ci consente di conoscere esattamente l'ampiezza e la frequenza dei segnali immessi nei terreni e quindi sappiamo quali segnali si sono propagati nel sottosuolo.

Il problema che si ha utilizzando ad esempio la dinamite è che si fanno brillare le cariche senza conoscere l'ampiezza dei segnali durante lo scoppio, in quanto la funzione di trasferimento dell'energia nel terreno dipende dal tipo di terreno in cui avviene l'esplosione.

Una volta che si è scelta una densità dei punti d'energizzazione, eseguiti i fori e poste in sito le cariche di esplosivo, è complicato cambiare i parametri di scoppio (o ripetere delle registrazioni). Con i vibroseis invece si possono aggiungere, facilmente e a discrezione dell'operatore, punti d'energizzazione e variare l'escursione delle frequenze dei segnali sismici in modo da migliorare la qualità dei dati durante l'acquisizione dei sismogrammi.

E' risaputo che se i dati sismici a riflessione sono stati registrati in maniera ottimale, la loro elaborazione e quindi l'interpretazione è decisamente agevolata e completata in tempi contenuti.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Figura 2 - Vibroseis ElViS III ad onde P (modulo montato) e onde S (modulo smontato)

2.2 Acquisizione dati a Onde di taglio S con Vibroseis

Le operazioni di campagna sono iniziate col posizionamento dei geofoni sul terreno, il loro collegamento tramite morsetti bipolari ai cavi sismici e la connessione di questi ultimi al sismografo. In seguito è stata verificata la trasmissione del segnale di riferimento tra apparato sorgente e sismografi e la ricezione degli eventi sismici su tutti i geofoni. In Figura 3 sono riportate alcune foto delle fasi di acquisizione dati.

Figura 3 – Acquisizione dati su stendimento sismico LS

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Infine sono state realizzate alcune energizzazioni di prova al fine di scegliere le frequenze (sweep) da immettere nel terreno ed i parametri ottimali d'acquisizione sul sismometro; vedasi esempio di spettro di frequenza adottato (20-160 Hz) riportato in Figura 4.

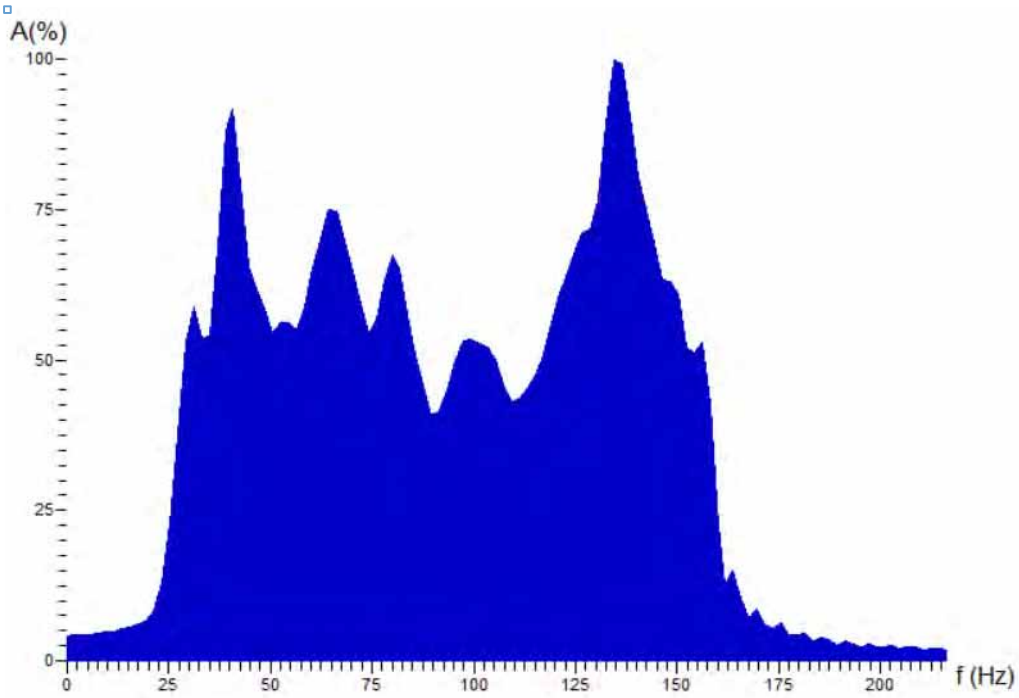


Figura 4 – Spettro di frequenza sweep 20-160 Hz

Dopo aver effettuato la taratura della strumentazione, si è proceduto alla prospezione sismica a riflessione vera e propria in modo tale che dopo ogni energizzazione (o somma di energizzazioni) su ciascun punto d'energizzazione prestabilito, si fosse acquisito e registrato il segnale sull'hard-disk del pc portatile collegato al sismografo per la successiva elaborazione dati.

Su ogni punto d'energizzazione vibrazionale, per generare le onde di taglio S sono state eseguite due energizzazioni: la prima che iniziava con la fase positiva e la seconda con quella negativa; successivamente durante l'elaborazione dati si è sommata alla prima per aumentarne l'ampiezza in fase dei segnali riflessi e diminuire il rumore ambientale.

Come sorgente d'energia è stato utilizzato il nostro sistema esclusivo Vibroseis ElVis III generando le onde di taglio S su ogni geofono per ottenere una copertura del 3000%.

Le energizzazioni così realizzate consentono di avere a disposizione una reale copertura ed una quantità di dati tale da coprire, con la giusta geometria dei raggi ed in maniera omogenea, le intere sezioni sismiche in tutti i settori e fino alle profondità adeguate senza lasciare tratti scoperti o disomogenei (Figura 5).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

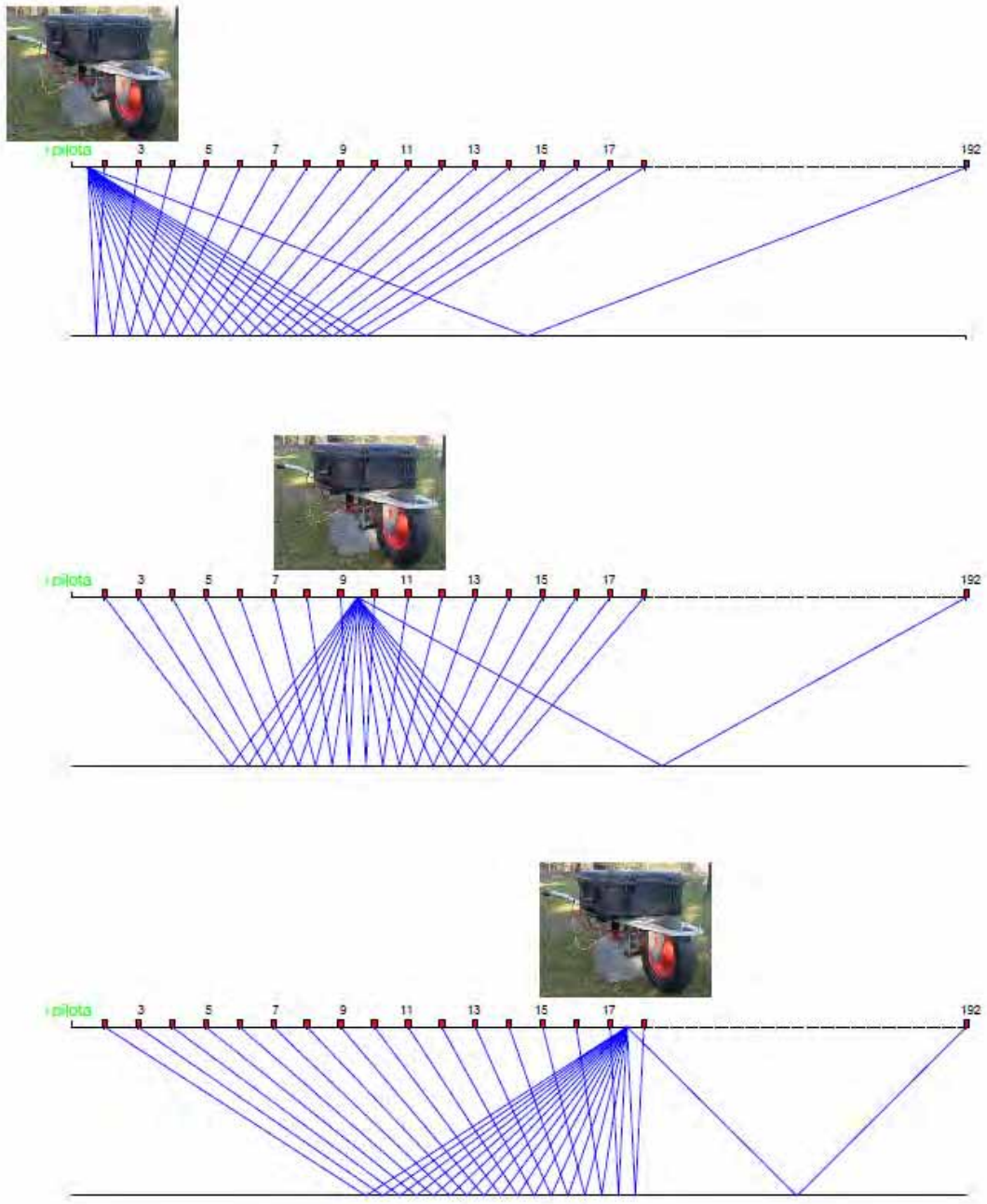


Figura 5 – Esempio, schema di registrazione dati con vibroseis ElViS III con 192 geofoni

Sulla linea LS i dati sono stati registrati utilizzando n. 3 sismografi Geometrics Geode con 24 canali per unità e capacità di 64000 campioni per traccia, per complessivi 60 geofoni attivi su ogni sismogramma. I parametri di acquisizione sono riportati in Tabella 1.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Tempo di registrazione	11 secondi
Intervallo di campionamento	1 millisecondo
Filtri	esclusi
Stendimento	2D variabile rolling end-on, over ed end-off
Geofoni	orizzontali 10Hz interdistanza2 metri
Energizzatore	Vibroseis ElViS III, onde S
Tipo Sweep	20-160 Hz lineare, 10 secondi
Intervallo Punti Vibrazione	2 m (copertura pari al 3000%)
Primo Punto Vibrazione	2 m prima del primo geofono
Ultimo Punto Vibrazione	ultimo geofono (n.60)
Stacks/Punto Vibrazione	1 destra + 1 sinistra

Tabella 1 – Parametri di acquisizione Vibroseis

2.3 Elaborazione Dati Sismici a Riflessione

Quando si elaborano i dati sismici a riflessione è necessario "traslare" tutti i punti di energizzazione e le posizioni dei geofoni su un piano di riferimento che generalmente è orizzontale (vedi il livello del mare nella ricerca petrolifera) e possibilmente posto alla base dei terreni alterati di superficie.
Nel caso delle nostre due linee il profilo del terreno è pianeggiante e come riferimento è stato utilizzato il piano campagna.
L'elaborazione computerizzata, con impiego del software RadExPro Plus prodotto dall'Università di Stato di Mosca (Russia), è stata articolata come elencato nei principali punti successivi.
Per motivi di spazio e complessità esplicativa, la descrizione dettagliata e finalità applicativa delle singole operazioni di elaborazione riportate sotto, si rimanda alla bibliografia disponibile su testi scientifici e riviste specializzate.

1. Correlazione dei sismogrammi;
2. Inserimento delle geometrie;
3. Mute chirurgico dei primi arrivi (top mute);
4. Filtraggio in banda di frequenza (banda passante: 20/40-120/160 Hz;
5. Analisi di velocità su CMP gathers;
6. Applicazione di un guadagno di tipo AGC;
7. Applicazione della correzione normal move out, sorting nel dominio CMP e stack;
8. Bilanciamento ampiezze post-stack e filtraggio F-K.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Dal processo di elaborazione sopra indicato si ottengono in prima fase gli stacks distanze-tempi riportati in Figura 6.

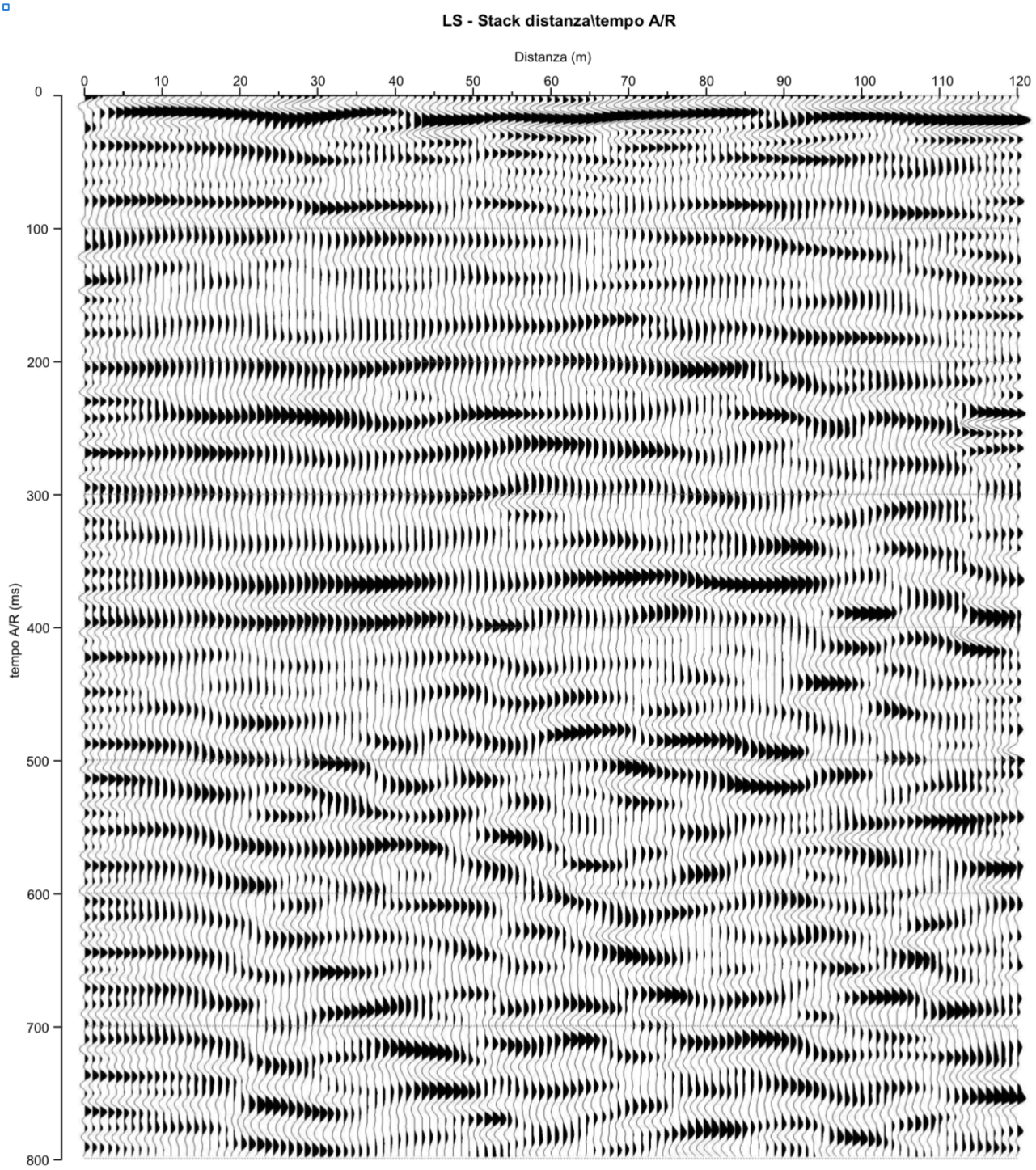


Figura 6 – Stack distanze-tempi LS

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3 ESITO DEL RILIEVO SISMICO A RIFLESSIONE

La tecnica sismica a riflessione ad alta risoluzione, con sorgente vibroseis a frequenza variabile (20-160 Hz) e copertura multipla CDP del 3000%, ha permesso di definire con qualità e dettaglio l'assetto geolitologico dei terreni indagati con particolare riguardo ai valori di Vs e al raggiungimento in profondità del *bedrock sismico* (Vs > 800 m/s).

Le analisi di velocità sugli eventi riflessi per l'allineamento dei CDP, oltre alla conversione dei tempi in profondità, hanno permesso di ottenere la distribuzione bidimensionale delle velocità Vs con la scala cromatica rappresentata nella sezione sismica finale di Tavola 2. Nella stessa tavola viene riportata la sezione LS con le isolinee di velocità sismica in onde di taglio (Vs) e n.3 profili Vs estrapolati a inizio, centro e fine sezione (rispettivamente alle progressive metriche 20 – 60 – 100).

Sotto allo strato superficiale (terreni prevalentemente limosi con spessore di circa 6 m e velocità Vs 160 m/s), la successione sismo-stratigrafica presenta diversi livelli riflettenti riferibili ad interfacce di velocità generalmente crescenti in profondità, fatta eccezione per due inversioni di velocità sismica Vs:

- la prima inversione si individua tra 13 e 23 m di profondità circa, al passaggio da terreni prevalentemente ghiaiosi a terreni meno consistenti costituiti da argille e torbe (Vs circa 240 m/sec);

- la seconda rilevante inversione di velocità Vs (circa 360m/sec) si individua tra 33 e 52 m di profondità circa, in questo caso non si hanno dati geognostici di tipo diretto ma si ipotizza sempre un passaggio tra terreni più consistenti di tipo ghiaioso a terreni meno consistenti limosi-argillosi;

Al di sotto queste inversioni di velocità sismica le Vs aumentano gradualmente fino a valori massimi di circa 950 m/sec fino a una profondità stimata di 170 m da piano campagna; non si rilevano quindi ulteriori inversioni di velocità e di conseguenza situazioni che segnalano particolari criticità nella successione verticale dei sismo-strati.

Il riflettore relativo al *bedrock sismico* locale è caratterizzato da una velocità Vs di 850 m/s e, come visibile dai profili Vs riportati in Tavola 2, si attesta a profondità comprese tra 92 m (inizio sezione) e 115 m (fine sezione).

Per una lettura dettagliata dei risultati descritti si rimanda alla visione degli elaborati forniti nelle varie Tavole del presente rapporto lavori.

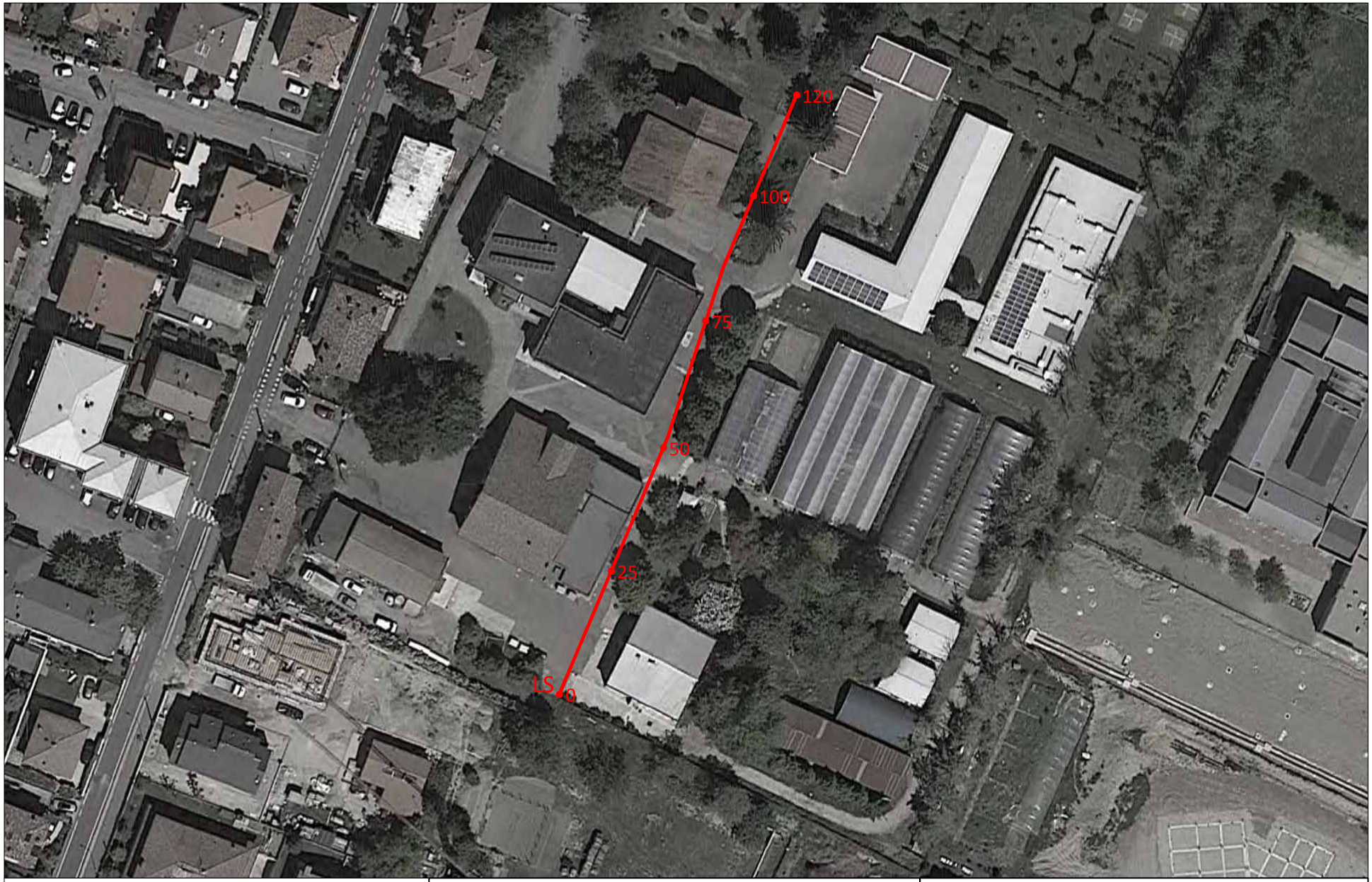
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Forlì, 11/11/2019

Dott. Geol. Diego Peraccini
Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna
Sezione A - N. 1239

Dott. Ing. Giuseppe Mainardi
Ordine degli Ingegneri Provincia di Ravenna
Sezione A – Settore A - N. 1826

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



GeoExploration srl
www.geoexploration.net

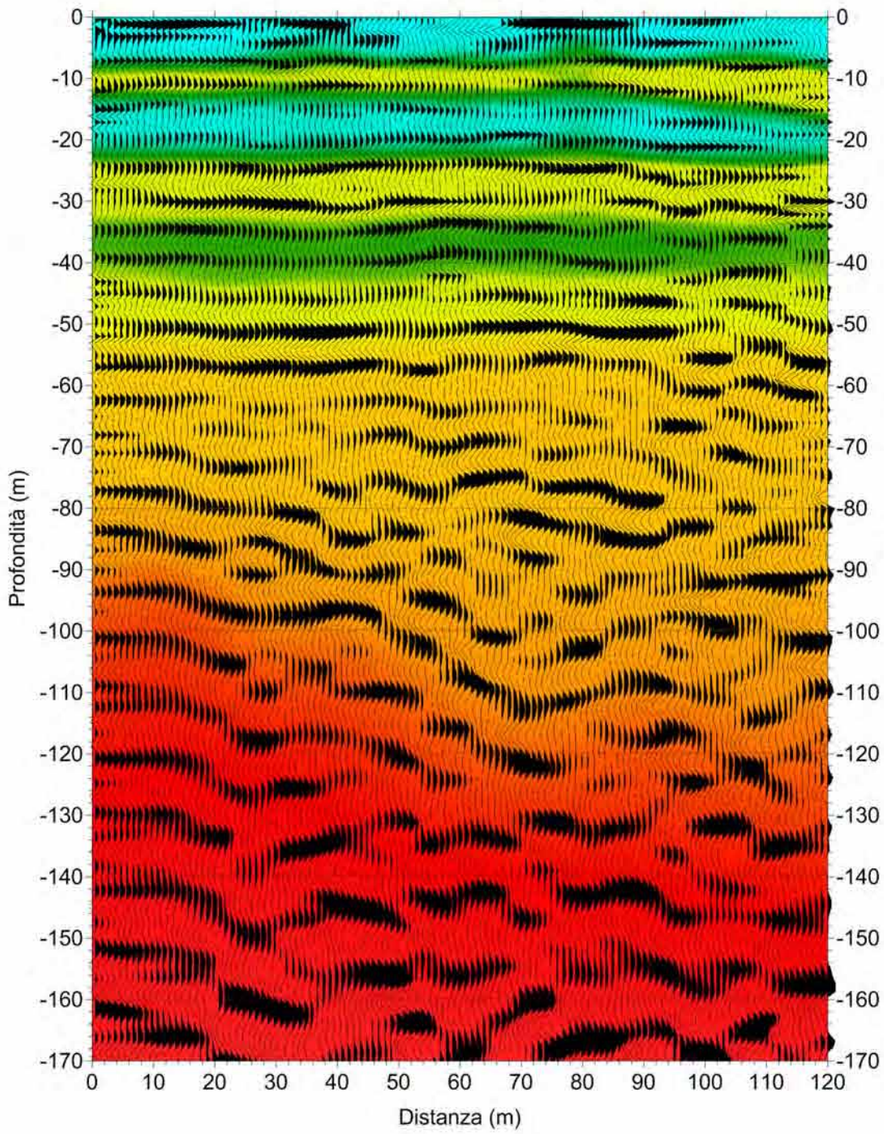
LEGENDA

LS
0
Stendimento sismico a riflessione
e relativa progressiva metrica

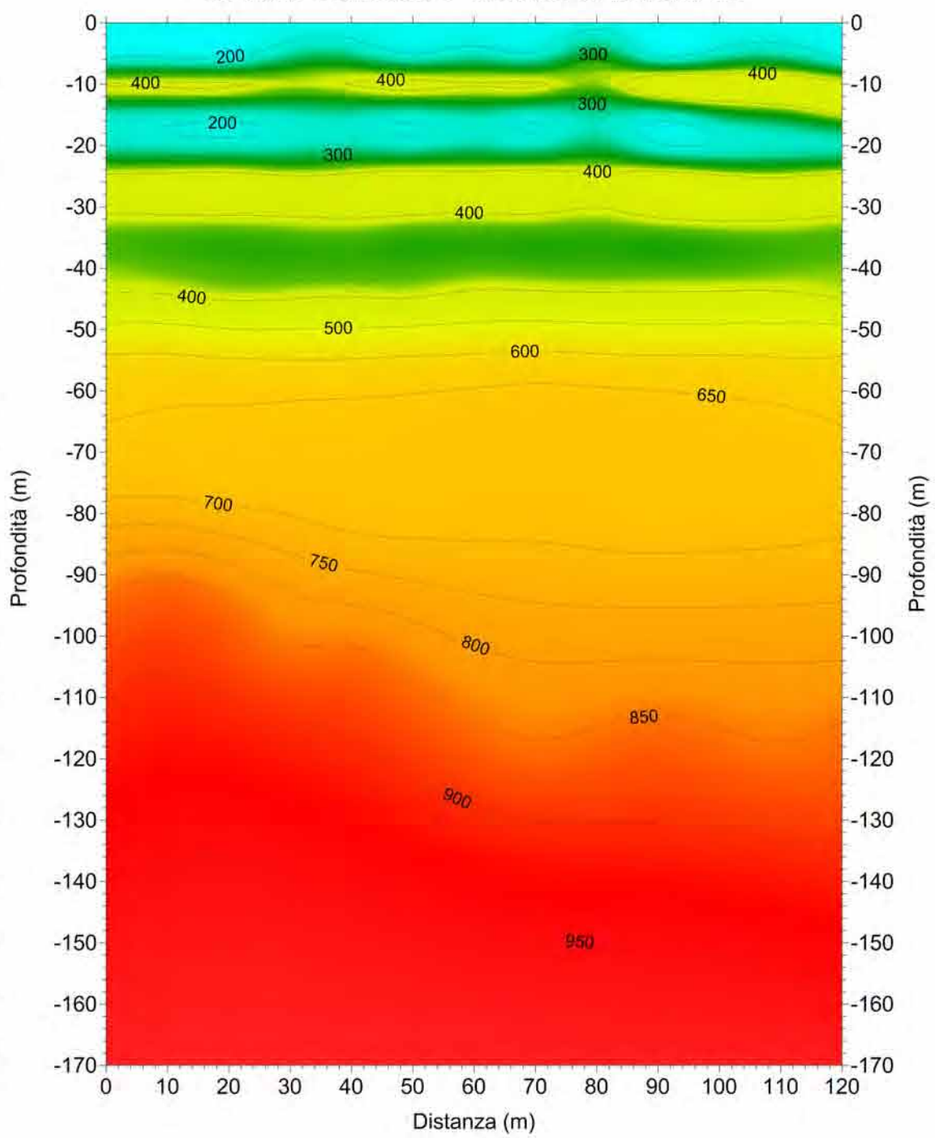
TAVOLA 1
Planimetria indagine Sismica
scala 1:1000

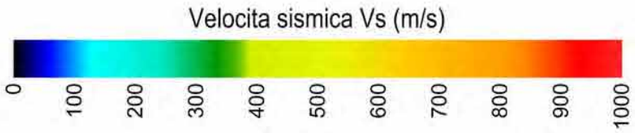
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

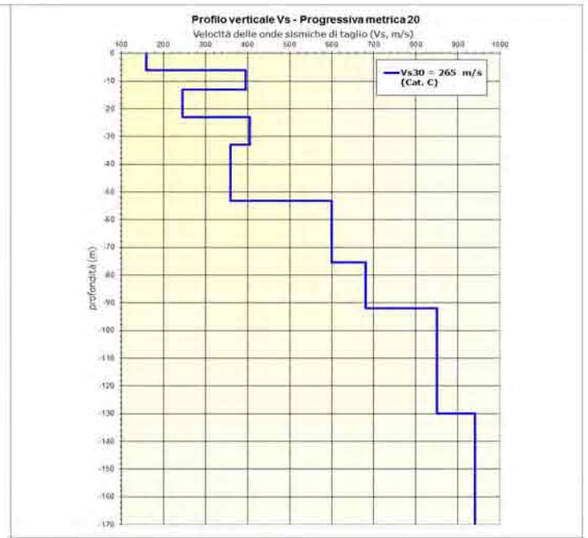
Sezione Sismica LS

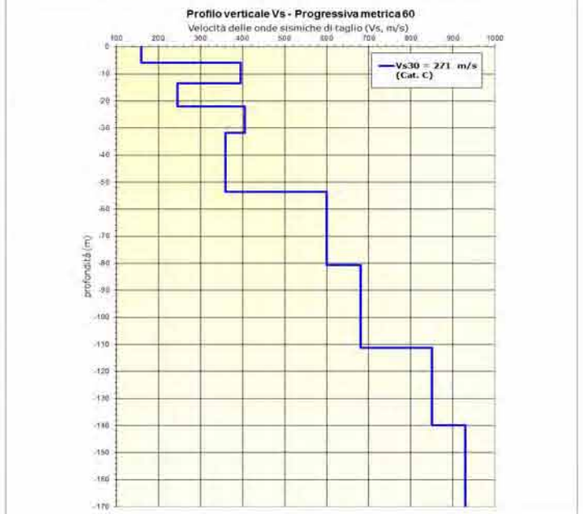


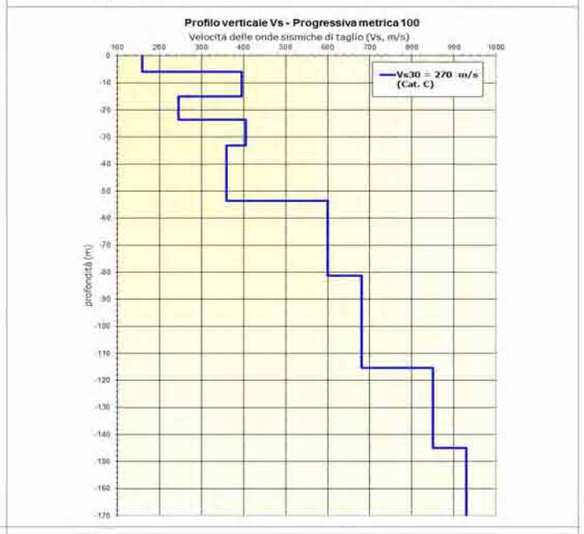
Sezione Sismica LS - isolinee di velocità Vs











GeoExploration srl
www.geoexploration.net

scala 1:1000
0m 10m 20m 30m 40m 50m

TAVOLA 2

Sezione Sismica LS - Profili Vs

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

CASTELFRANCO ISTITUTO SPALLANZANI, IST. SPALLANZANI 0001

Instrument: TE3-0303/01-17
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: 51
Start recording: 16/10/19 11:40:56 End recording: 16/10/19 12:00:56
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

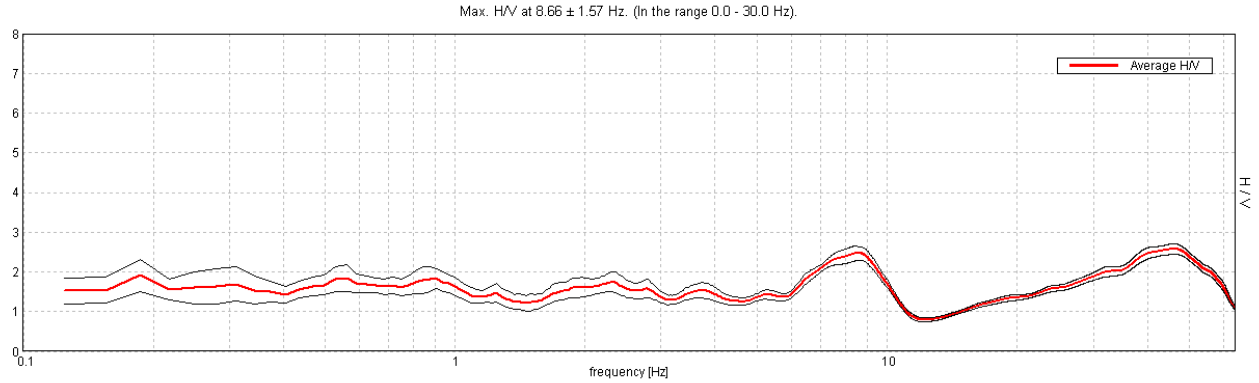
Trace length: 0h20'00". Analyzed 58% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

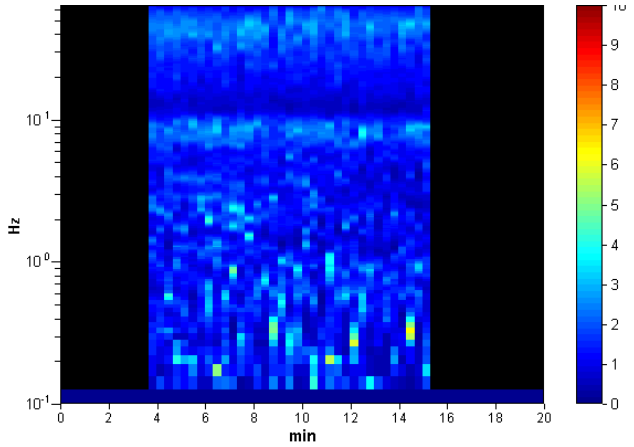
PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

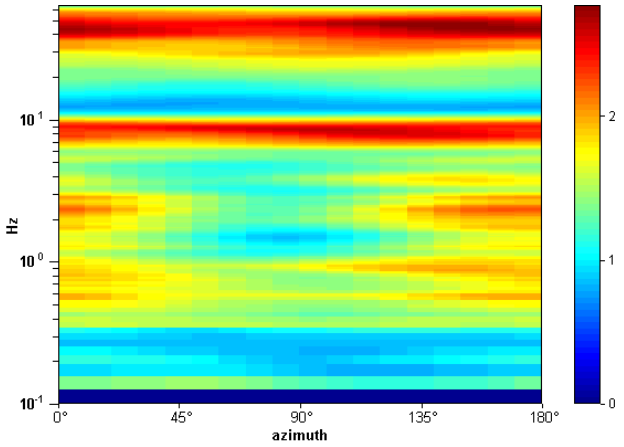
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

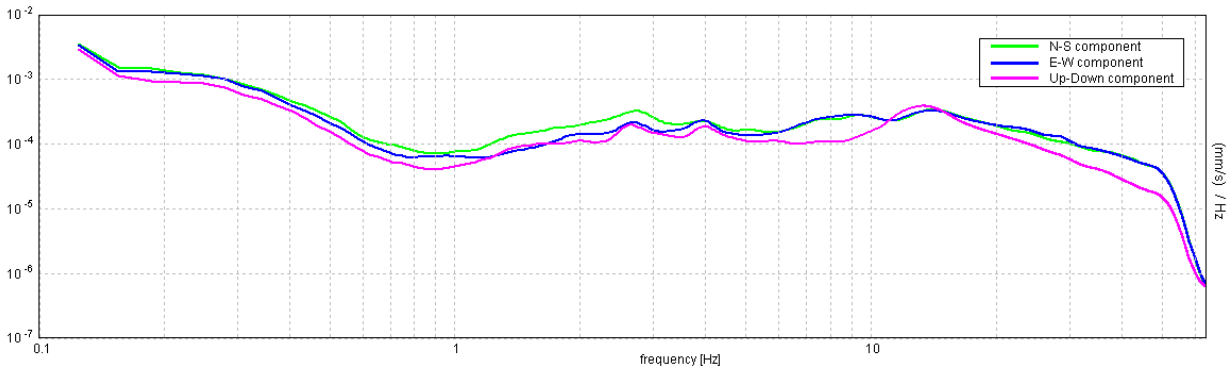


H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V





SINGLE COMPONENT SPECTRA

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the** *Grilla* **manual before interpreting the following tables**.]

Max. H/V at 8.66 ± 1.57 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.66 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6059.4 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz	Exceeded 0 out of 416 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.688 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.47 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.18124| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.56883 < 0.43281		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1704 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{logH/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero ll. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

CASTELFRANCO ISTITUTO SPALLANZANI, IST. SPALLANZANI 0002

Instrument: TE3-0303/01-17
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: 51
Start recording: 16/10/19 12:03:09 End recording: 16/10/19 12:23:09
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

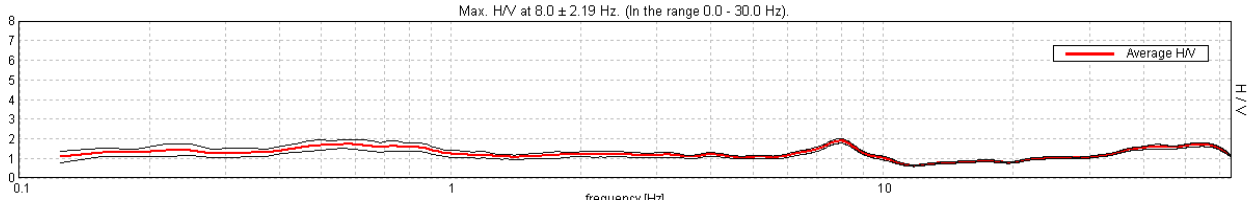
Trace length: 0h20'00". Analyzed 58% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

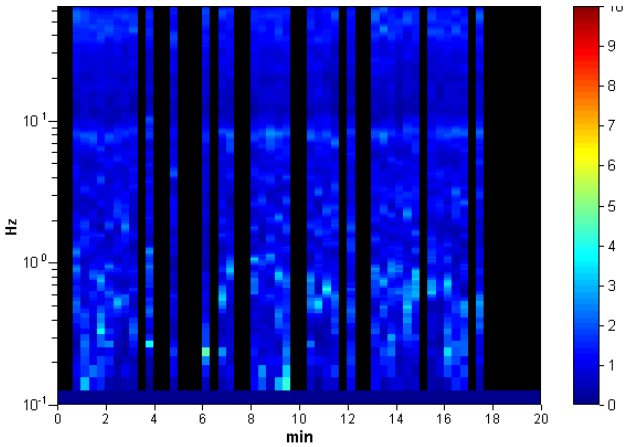
PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

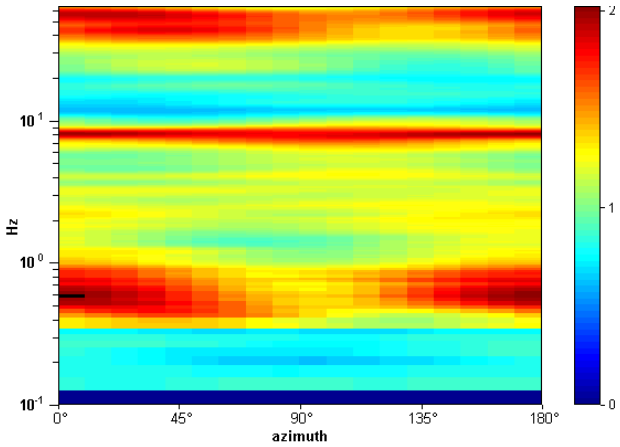
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



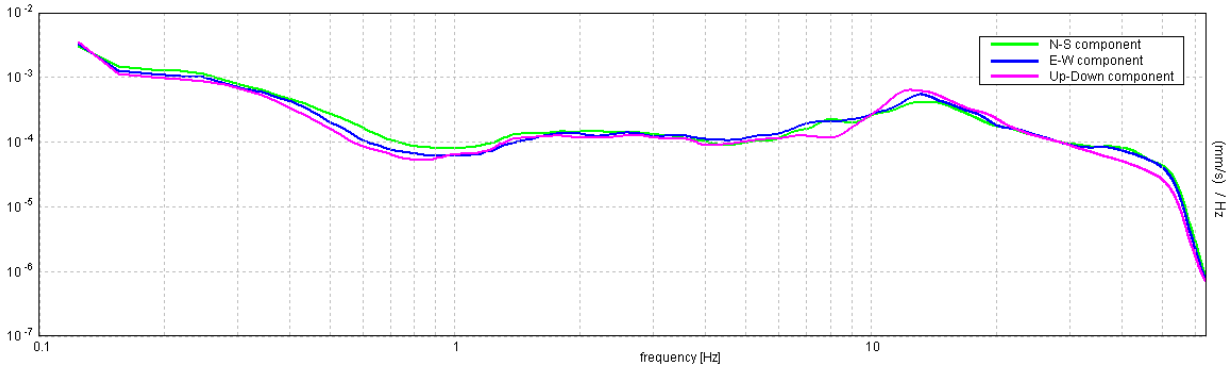
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the** *Grilla* **manual before interpreting the following tables**.]

Max. H/V at 8.0 ± 2.19 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.00 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5600.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz	Exceeded 0 out of 385 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.88 > 2		NO
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.27352| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.18818 < 0.4		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.118 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{logH/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

CERTIFICATO N. 02793/L

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data apertura e descrizione: **31/10/19** Data emissione certificato: **31/10/19**

Sondaggio n. **2** Campione: **1** Profondità di prelievo: **1.00 – 1.50 m**

Stato campione: **AGI Q4**

N. Verbale accettazione: **101/2019** Data verbale accettazione: **31/10/19**

Alto: 1.00 m	**P.P.** (Kg/cm²)	**T.V.** (Kg/cm²)	**Descrizione Litologica**
	7.25	>2.00	Limo argilloso debolmente sabbioso, nocciola con striature ocracee, molto consistente, asciutto, con rari frammenti laterizi.
			Lunghezza campione: 0.50 m
	6.25	>2.00	Note:
Basso: 1.50 m			

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

LA SPERIMENTATRICE
Dott.ssa Silvia Baraldi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02796/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 06/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-02, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,65

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,66

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 19,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,85 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

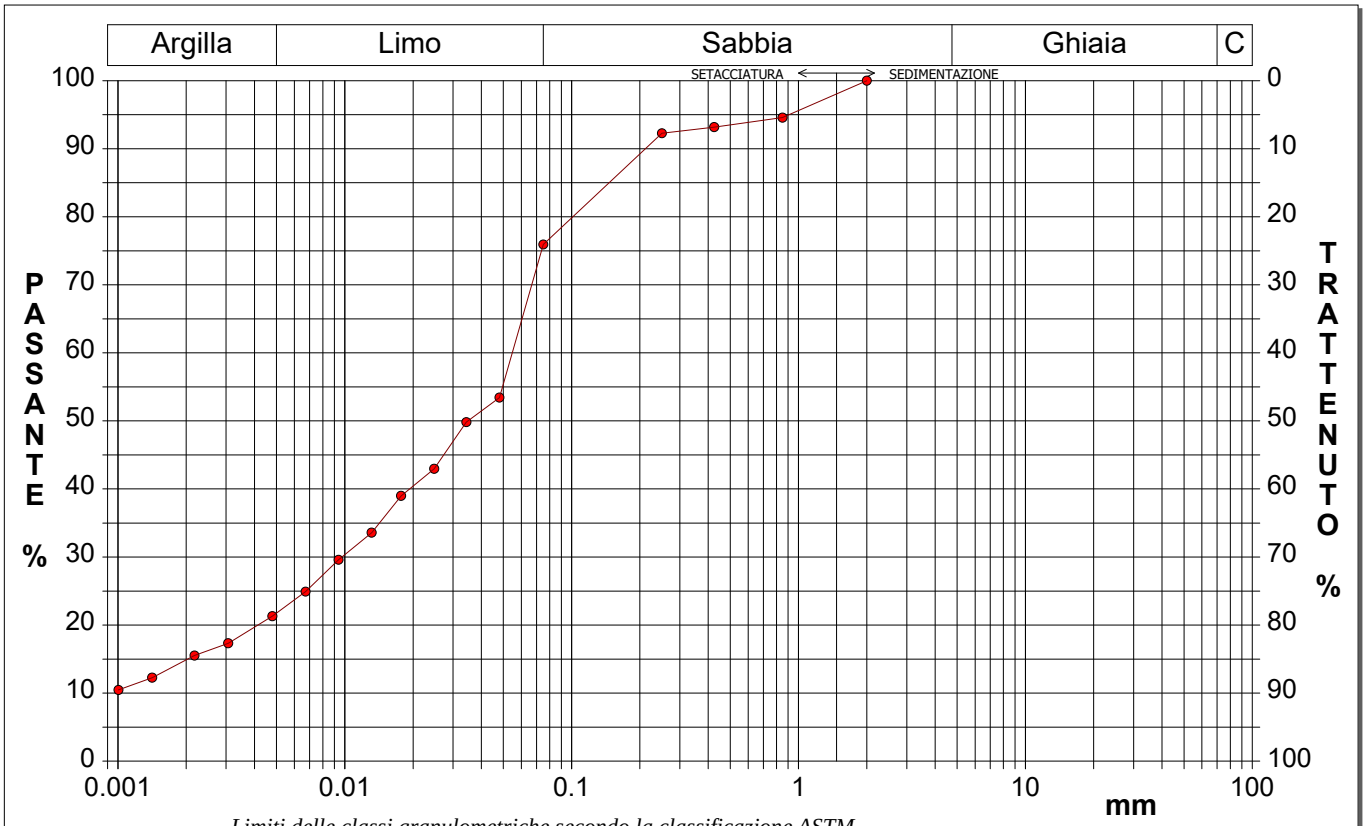
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02807/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 08/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02,ASTM D1140-00,ASTM D2217-98

Argilla	21,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	75,9 %	D_{10}	--- mm
Limo	54,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93,2 %	D_{30}	0,00970 mm
Sabbia	24,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D_{50}	0,03487 mm
Ghiaia	0,0 %			D_{60}	0,05469 mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D_{90}	0,21134 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,0010	10,47	0,0067	24,92	0,0343	49,83	0,8500	94,58		
0,0014	12,28	0,0094	29,61	0,0480	53,44	2,0000	100,00		
0,0022	15,53	0,0131	33,58	0,0750	75,94				
0,0031	17,33	0,0177	39,00	0,2500	92,28				
0,0048	21,30	0,0248	42,97	0,4250	93,18				

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02829/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 15/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 24,5 kPa				Pressione 49,0 kPa				Pressione 98,1 kPa				Pressione 196,1 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	10,0			0,10	24,5			0,10	74,2			0,10	178,3		
0,25	10,0			0,25	46,8			0,25	120,1			0,25	178,3		
0,40	11,4			0,40	46,8			0,40	120,1			0,40	182,9		
0,50	11,4			0,50	46,8			0,50	123,7			0,50	182,9		
1,00	12,7			1,00	50,2			1,00	126,5			1,00	187,5		
2,00	13,7			2,00	52,6			2,00	129,5			2,00	192,0		
4,00	15,0			4,00	54,2			4,00	132,1			4,00	195,4		
8,00	16,6			8,00	55,6			8,00	133,8			8,00	197,9		
15,00	17,9			15,00	56,8			15,00	135,4			15,00	199,9		
30,00	19,2			30,00	57,9			30,00	136,7			30,00	201,9		
60,00	20,4			60,00	58,9			60,00	138,2			60,00	203,6		
120,00	21,4			120,00	59,7			120,00	139,6			120,00	205,0		
240,00	22,2			240,00	60,4			240,00	140,6			240,00	206,4		
480,00	22,9			480,00	61,0			480,00	141,7			480,00	207,6		
960,00	23,8			960,00	61,6			960,00	142,8			960,00	208,8		
1440,00	24,5			1440,00	62,0			1440,00	143,4			1440,00	209,3		

Pressione 392,3 kPa				Pressione 784,5 kPa				Pressione 1569,1 kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	241,8	2880,00	270,7	0,10	302,8			0,10	360,4						
0,25	249,3	3600,00	271,0	0,25	313,1			0,25	385,9						
0,40	249,3			0,40	313,1			0,40	389,7						
0,50	251,5			0,50	318,0			0,50	389,7						
1,00	254,5			1,00	322,4			1,00	395,7						
2,00	256,8			2,00	327,5			2,00	400,4						
4,00	259,5			4,00	331,8			4,00	404,8						
8,00	261,2			8,00	334,8			8,00	408,1						
15,00	262,8			15,00	337,0			15,00	410,4						
30,00	264,2			30,00	339,3			30,00	412,7						
60,00	265,5			60,00	341,5			60,00	414,7						
120,00	266,6			120,00	343,3			120,00	416,5						
240,00	267,5			240,00	344,7			240,00	418,2						
480,00	268,5			480,00	346,1			480,00	426,6						
960,00	269,3			960,00	347,3			960,00	428,4						
1440,00	269,8			1440,00	348,0			1440,00	429,1						
1800,00	270,1														

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

COMMITTENTE: Provincia di Modena		
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

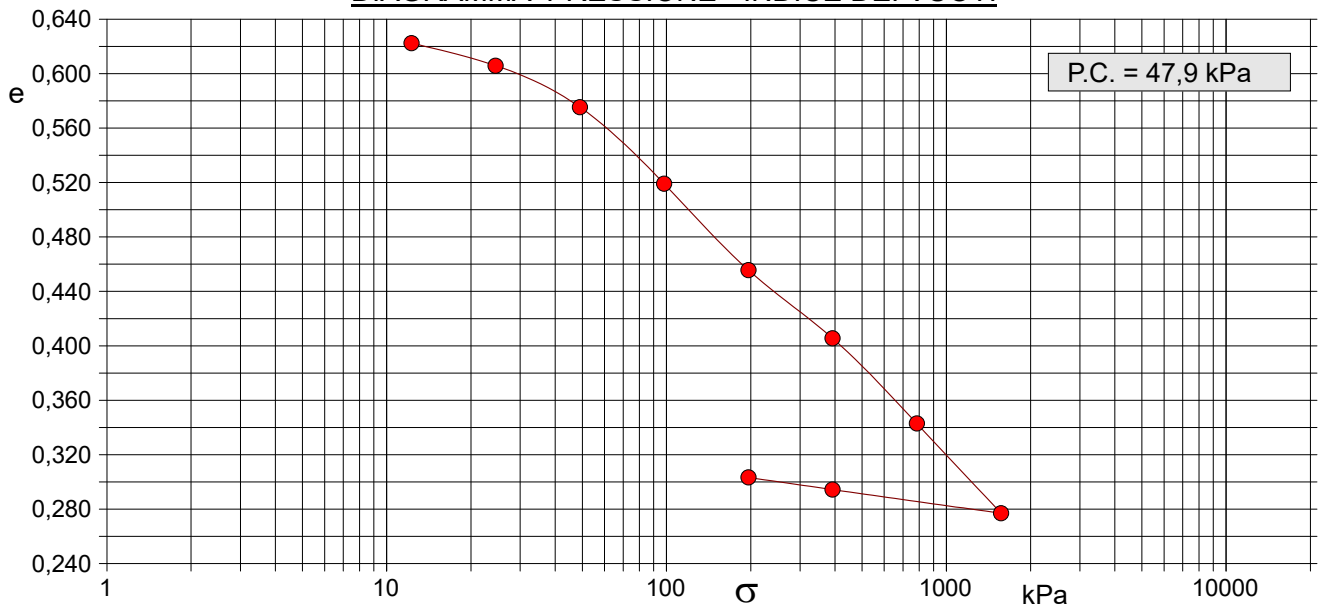
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

Caratteristiche del campione

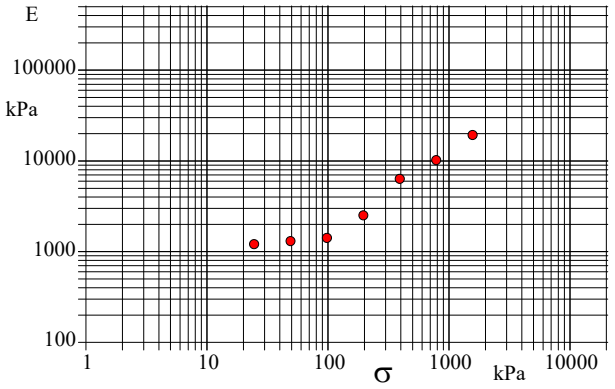
Peso di volume (kN/m³)	18,64	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,63
Umidità (%)	16,4	Volume provino (cm³)	39,27	Porosità (%)	38,49
Peso specifico	2,65	Volume dei vuoti (cm³)	15,12	Saturazione (%)	69,5

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
12,3	4,2	0,622				
24,5	24,5	0,606	0,055	1208	0,002079	1,69E-07
49,0	62,0	0,575	0,101	1307	0,001476	1,11E-07
98,1	143,4	0,519	0,187	1417	0,001855	1,28E-07
196,1	209,3	0,456	0,211	2513	0,002696	1,05E-07
392,3	271,0	0,406	0,167	6358	0,001413	2,18E-08
784,5	348,0	0,343	0,208	10189	0,001360	1,31E-08
1569,1	429,1	0,277	0,219	19347	0,000907	4,60E-09
392,3	407,7	0,294				
196,1	396,7	0,303				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018

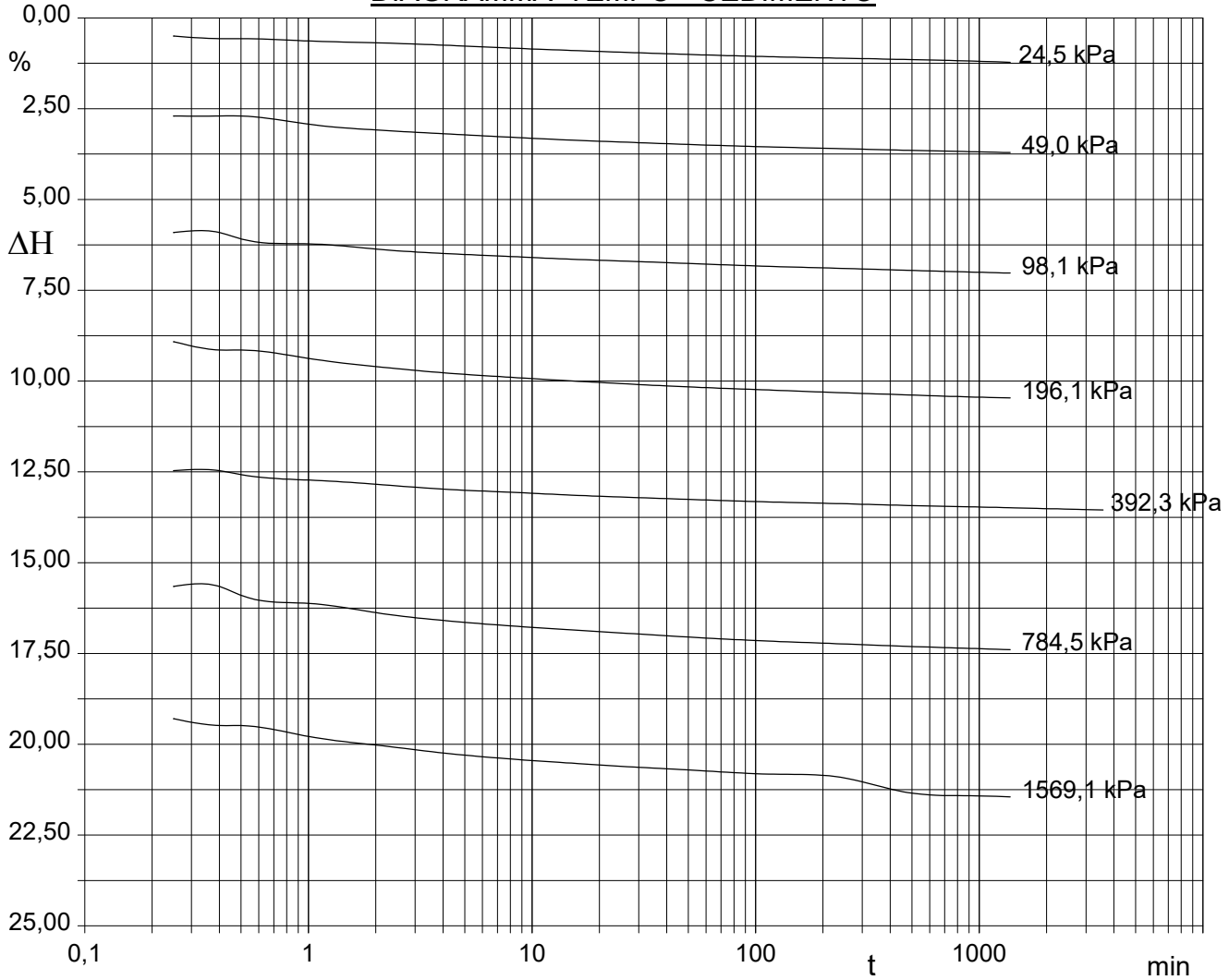
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

COMMITTENTE: Provincia di Modena		
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione:	24,5 kPa	Cv = 0,002079 cm²/sec	C_α = 0,0016
Pressione:	49,0 kPa	Cv = 0,001476 cm²/sec	C_α = 0,0016
Pressione:	98,1 kPa	Cv = 0,001855 cm²/sec	C_α = 0,0020
Pressione:	196,1 kPa	Cv = 0,002696 cm²/sec	C_α = 0,0024
Pressione:	392,3 kPa	Cv = 0,001413 cm²/sec	C_α = 0,0018
Pressione:	784,5 kPa	Cv = 0,001360 cm²/sec	C_α = 0,0030
Pressione:	1569,1 kPa	Cv = 0,000907 cm²/sec	C_α = 0,0060

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

CERTIFICATO N. 02794/L

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data apertura e descrizione: **31/10/19** Data emissione certificato: **31/10/19**

Sondaggio n. **2** Campione: **2** Profondità di prelievo: **3.05 – 3.60 m**

Stato campione: **AGI Q5**

N. Verbale accettazione: **101/2019** Data verbale accettazione: **31/10/19**

Alto: 3.05 m	**P.P.** (Kg/cm²)	**T.V.** (Kg/cm²)	**Descrizione Litologica**
	1.00	0.60	Limo argilloso con sabbia, bruno nocciola, moderatamente consistente, umido.
	1.00	0.40	Lunghezza campione: 0.55 m
	1.00	0.50	Note:
Basso: 3.60 m			

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

LA SPERIMENTATRICE
Dott.ssa Silvia Baraldi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02797/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	06/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-02, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,68

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,68

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 19,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,25 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE:	Provincia di Modena		
RIFERIMENTO:	Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3.05 - 3.60

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	30,3	%
Peso di volume	18,5	kN/m³
Peso di volume secco	13,9	kN/m³
Peso di volume saturo	18,5	kN/m³
Peso specifico	2,68	
Indice dei vuoti	0,892	
Porosità	47,1	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	16,8	%
Limo	64,3	%
Argilla	18,9	%
D 10	0,001543	mm
D 50	0,028275	mm
D 60	0,043247	mm
D 90	0,128025	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 42	100,0	%
Passante set. 200	83,2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c'	kPa	ϕ'	°
c' Res	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02810/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 05/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98, ASTM D2974-00

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 30,3 %

Struttura del materiale:
- ☒ Omogeneo
- ☐ Stratificato
- ☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,25 mm

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02799/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	04/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D1188-96

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Bellari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

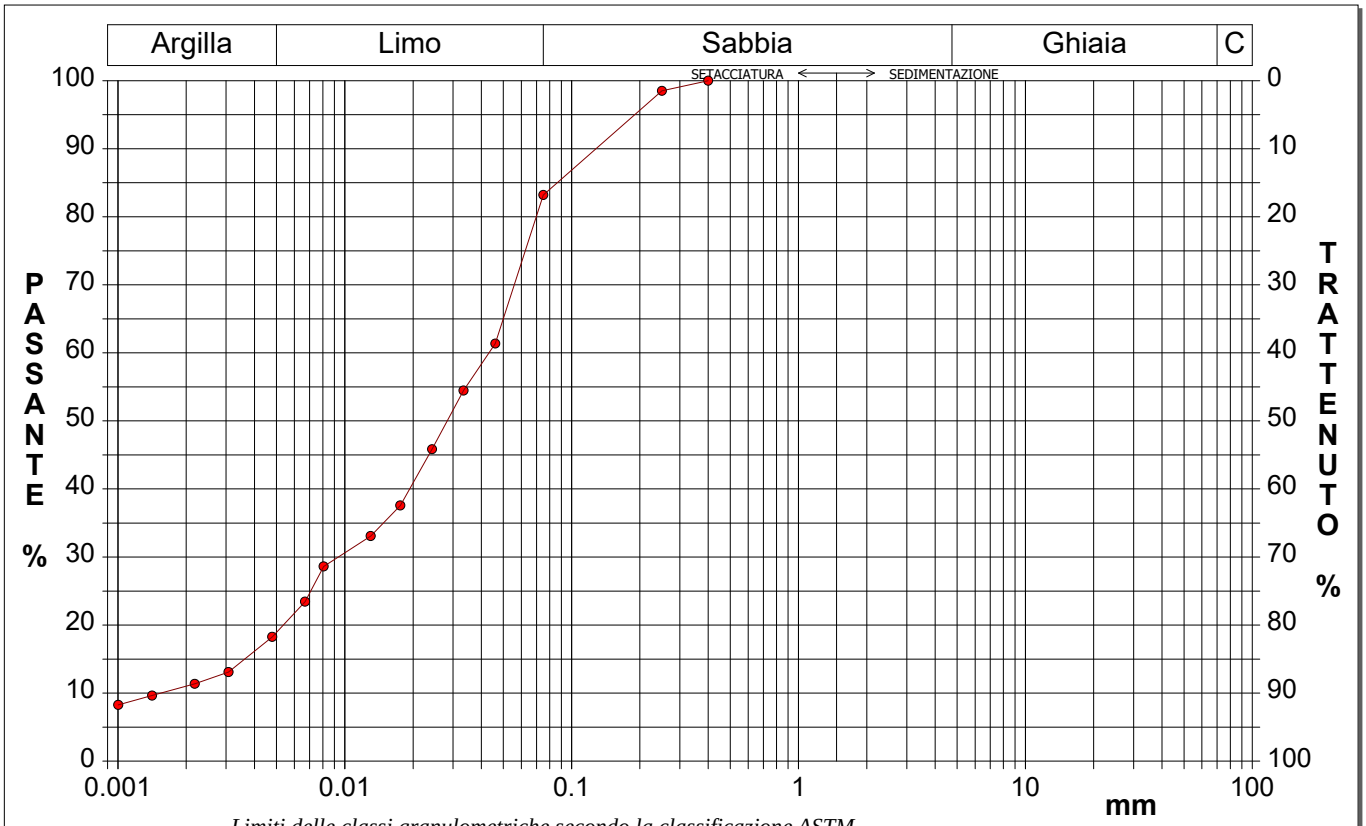
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02808/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 08/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02,ASTM D1140-00,ASTM D2217-98

Argilla	18,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	83,2 %	D_{10}	0,00154 mm
Limo	64,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D_{30}	0,00935 mm
Sabbia	16,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D_{50}	0,02827 mm
Ghiaia	0,0 %			D_{60}	0,04325 mm
Coefficiente di uniformità	28,03	Coefficiente di curvatura	1,31	D_{90}	0,12803 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,0010	8,27	0,0067	23,44	0,0334	54,47				
0,0014	9,65	0,0081	28,61	0,0461	61,36				
0,0022	11,38	0,0130	33,10	0,0750	83,20				
0,0031	13,10	0,0176	37,58	0,2500	98,51				
0,0048	18,27	0,0242	45,85	0,4000	100,00				

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

CERTIFICATO N. 02795/L

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data apertura e descrizione: **31/10/19** Data emissione certificato: **31/10/19**

Sondaggio n. **2** Campione: **3** Profondità di prelievo: **4.45 – 5.00 m**

Stato campione: **AGI Q5**

N. Verbale accettazione: **101/2019** Data verbale accettazione: **31/10/19**

Alto: 4.45 m	**P.P.** (Kg/cm²)	**T.V.** (Kg/cm²)	**Descrizione Litologica**
	0.50 0.75 0.50	0.30 0.40 0.40	Limo sabbioso, grigio, moderatamente consistente, molto umido, con presenza di torba a 4.55 m. Lunghezza campione: 0.55 m Note:
Basso: 5.00 m			

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

LA SPERIMENTATRICE
Dott.ssa Silvia Baraldi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02798/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 06/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-02, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,61

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,61

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 19,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,85 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02800/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	04/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D1188-96

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE:	Provincia di Modena		
RIFERIMENTO:	Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	4.45 - 5.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	33,3	%
Peso di volume	18,7	kN/m³
Peso di volume secco	14,0	kN/m³
Peso di volume saturo	18,5	kN/m³
Peso specifico	2,61	
Indice dei vuoti	0,825	
Porosità	45,2	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	10,0	%
Limo	60,4	%
Argilla	29,6	%
D 10		mm
D 50	0,014294	mm
D 60	0,022374	mm
D 90	0,075794	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 42	95,5	%
Passante set. 200	90,0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c'	kPa	ϕ'	°
c' Res	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02811/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	05/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98, ASTM D2974-00

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 33,3 %

Struttura del materiale:
- ☒ Omogeneo
- ☐ Stratificato
- ☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,85 mm

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

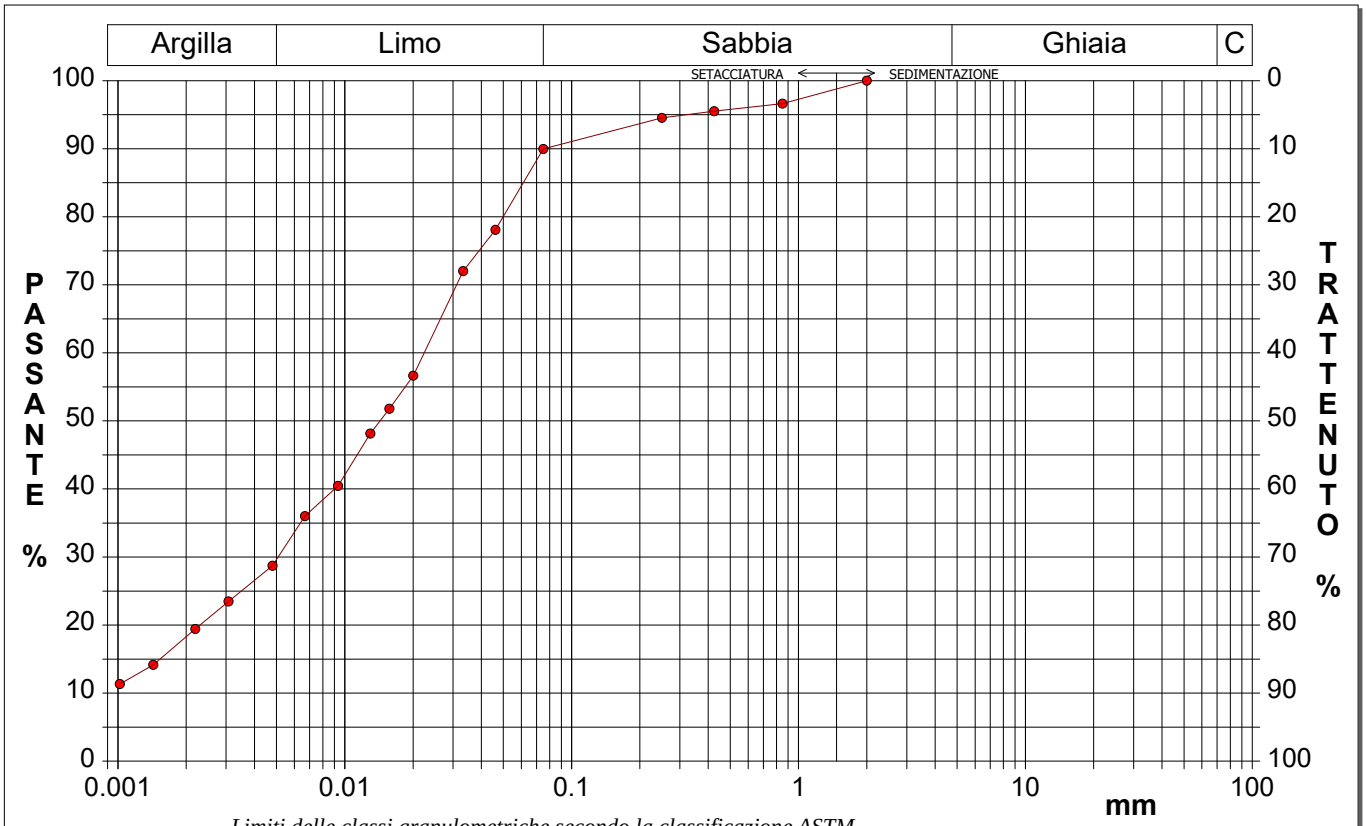
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02809/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 08/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02,ASTM D1140-00,ASTM D2217-98

Argilla	29,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	90,0 %	D_{10}	--- mm
Limo	60,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95,5 %	D_{30}	0,00509 mm
Sabbia	10,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D_{50}	0,01429 mm
Ghiaia	0,0 %			D_{60}	0,02237 mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D_{90}	0,07579 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,0010	11,33	0,0067	36,01	0,0332	72,02	0,8500	96,63		
0,0014	14,16	0,0093	40,46	0,0462	78,09	2,0000	100,00		
0,0022	19,42	0,0130	48,15	0,0750	89,96				
0,0031	23,47	0,0157	51,79	0,2500	94,53				
0,0048	28,73	0,0200	56,65	0,4250	95,50				

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pierluigi Poppi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Punti Spettro medio analisi RSL

T (s)	a(g)
0.0000	0.3012
0.0100	0.3018
0.0200	0.3037
0.0300	0.3071
0.0400	0.3122
0.0500	0.3199
0.0600	0.3344
0.0700	0.3604
0.0800	0.3722
0.0900	0.4202
0.1000	0.4681
0.1100	0.5618
0.1200	0.6931
0.1300	0.7620
0.1400	0.8607
0.1500	0.9181
0.1600	0.9502
0.1700	0.9235
0.1800	0.8796
0.1900	0.7835
0.2000	0.7022
0.2100	0.6585
0.2200	0.6526
0.2300	0.7102
0.2400	0.7599
0.2500	0.7933
0.2600	0.7884
0.2700	0.8207
0.2800	0.8376
0.2900	0.8523
0.3000	0.8496
0.3100	0.8008
0.3200	0.7681
0.3300	0.7481
0.3400	0.7119
0.3500	0.6719
0.3600	0.6378
0.3700	0.6006
0.3800	0.5685
0.3900	0.5464
0.4000	0.5220
0.4100	0.5045
0.4200	0.4921
0.4300	0.4886
0.4400	0.4874
0.4500	0.4819
0.4600	0.4689
0.4700	0.4492
0.4800	0.4279
0.4900	0.4123
0.5000	0.4005
0.5100	0.3916
0.5200	0.3871
0.5300	0.3865
0.5400	0.3890
0.5500	0.3950
0.5600	0.4048
0.5700	0.4140
0.5800	0.4169
0.5900	0.4208
0.6000	0.4221
0.6100	0.4227
0.6200	0.4219
0.6300	0.4210
0.6400	0.4210
0.6500	0.4235

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

0.6600	0.4265
0.6700	0.4309
0.6800	0.4337
0.6900	0.4354
0.7000	0.4385
0.7100	0.4375
0.7200	0.4366
0.7300	0.4392
0.7400	0.4389
0.7500	0.4350
0.7600	0.4302
0.7700	0.4241
0.7800	0.4169
0.7900	0.4126
0.8000	0.4056
0.8100	0.4008
0.8200	0.3971
0.8300	0.3938
0.8400	0.3900
0.8500	0.3888
0.8600	0.3859
0.8700	0.3817
0.8800	0.3769
0.8900	0.3708
0.9000	0.3631
0.9100	0.3540
0.9200	0.3441
0.9300	0.3358
0.9400	0.3326
0.9500	0.3300
0.9600	0.3278
0.9700	0.3259
0.9800	0.3240
0.9900	0.3228
1.0000	0.3207
1.0100	0.3176
1.0200	0.3138
1.0300	0.3095
1.0400	0.3044
1.0500	0.2983
1.0600	0.2939
1.0700	0.2918
1.0800	0.2890
1.0900	0.2853
1.1000	0.2809
1.1100	0.2758
1.1200	0.2703
1.1300	0.2652
1.1400	0.2608
1.1500	0.2565
1.1600	0.2521
1.1700	0.2481
1.1800	0.2440
1.1900	0.2397
1.2000	0.2351
1.2100	0.2325
1.2200	0.2299
1.2300	0.2265
1.2400	0.2230
1.2500	0.2196
1.2600	0.2159
1.2700	0.2117
1.2800	0.2079
1.2900	0.2052
1.3000	0.2022
1.3100	0.1991
1.3200	0.1958
1.3300	0.1926
1.3400	0.1892

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

1.3500	0.1859
1.3600	0.1827
1.3700	0.1802
1.3800	0.1792
1.3900	0.1787
1.4000	0.1784
1.4100	0.1782
1.4200	0.1778
1.4300	0.1771
1.4400	0.1760
1.4500	0.1746
1.4600	0.1729
1.4700	0.1709
1.4800	0.1689
1.4900	0.1669
1.5000	0.1647
1.5100	0.1626
1.5200	0.1607
1.5300	0.1597
1.5400	0.1584
1.5500	0.1568
1.5600	0.1549
1.5700	0.1528
1.5800	0.1505
1.5900	0.1480
1.6000	0.1454
1.6100	0.1431
1.6200	0.1414
1.6300	0.1395
1.6400	0.1376
1.6500	0.1357
1.6600	0.1339
1.6700	0.1323
1.6800	0.1308
1.6900	0.1292
1.7000	0.1277
1.7100	0.1262
1.7200	0.1247
1.7300	0.1232
1.7400	0.1217
1.7500	0.1202
1.7600	0.1191
1.7700	0.1180
1.7800	0.1169
1.7900	0.1157
1.8000	0.1148
1.8100	0.1140
1.8200	0.1131
1.8300	0.1123
1.8400	0.1114
1.8500	0.1105
1.8600	0.1096
1.8700	0.1087
1.8800	0.1077
1.8900	0.1067
1.9000	0.1056
1.9100	0.1044
1.9200	0.1034
1.9300	0.1025
1.9400	0.1014
1.9500	0.1002
1.9600	0.0990
1.9700	0.0977
1.9800	0.0963
1.9900	0.0949
2.0000	0.0933
2.0100	0.0917
2.0200	0.0903
2.0300	0.0891

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2.0400	0.0879
2.0500	0.0867
2.0600	0.0854
2.0700	0.0840
2.0800	0.0827
2.0900	0.0813
2.1000	0.0800
2.1100	0.0788
2.1200	0.0778
2.1300	0.0768
2.1400	0.0758
2.1500	0.0748
2.1600	0.0740
2.1700	0.0732
2.1800	0.0726
2.1900	0.0719
2.2000	0.0713
2.2100	0.0706
2.2200	0.0699
2.2300	0.0693
2.2400	0.0686
2.2500	0.0679
2.2600	0.0671
2.2700	0.0664
2.2800	0.0657
2.2900	0.0649
2.3000	0.0642
2.3100	0.0634
2.3200	0.0627
2.3300	0.0620
2.3400	0.0613
2.3500	0.0606
2.3600	0.0599
2.3700	0.0594
2.3800	0.0588
2.3900	0.0582
2.4000	0.0576
2.4100	0.0571
2.4200	0.0565
2.4300	0.0559
2.4400	0.0554
2.4500	0.0548
2.4600	0.0543
2.4700	0.0537
2.4800	0.0532
2.4900	0.0526
2.5000	0.0521
2.5100	0.0515
2.5200	0.0510
2.5300	0.0505
2.5400	0.0500
2.5500	0.0495
2.5600	0.0490
2.5700	0.0485
2.5800	0.0480
2.5900	0.0475
2.6000	0.0470
2.6100	0.0466
2.6200	0.0461
2.6300	0.0457
2.6400	0.0452
2.6500	0.0449
2.6600	0.0445
2.6700	0.0441
2.6800	0.0437
2.6900	0.0433
2.7000	0.0430
2.7100	0.0426
2.7200	0.0423

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2.7300	0.0419
2.7400	0.0416
2.7500	0.0412
2.7600	0.0409
2.7700	0.0406
2.7800	0.0403
2.7900	0.0400
2.8000	0.0396
2.8100	0.0393
2.8200	0.0390
2.8300	0.0387
2.8400	0.0384
2.8500	0.0381
2.8600	0.0378
2.8700	0.0375
2.8800	0.0372
2.8900	0.0370
2.9000	0.0367
2.9100	0.0364
2.9200	0.0361
2.9300	0.0358
2.9400	0.0356
2.9500	0.0353
2.9600	0.0350
2.9700	0.0347
2.9800	0.0345
2.9900	0.0342
3.0000	0.0339
3.0100	0.0337
3.0200	0.0334
3.0300	0.0332
3.0400	0.0329
3.0500	0.0327
3.0600	0.0324
3.0700	0.0321
3.0800	0.0319
3.0900	0.0316
3.1000	0.0314
3.1100	0.0312
3.1200	0.0309
3.1300	0.0307
3.1400	0.0304
3.1500	0.0302
3.1600	0.0299
3.1700	0.0297
3.1800	0.0296
3.1900	0.0295
3.2000	0.0293
3.2100	0.0292
3.2200	0.0290
3.2300	0.0289
3.2400	0.0288
3.2500	0.0286
3.2600	0.0285
3.2700	0.0284
3.2800	0.0282
3.2900	0.0281
3.3000	0.0280
3.3100	0.0279
3.3200	0.0277
3.3300	0.0276
3.3400	0.0275
3.3500	0.0273
3.3600	0.0272
3.3700	0.0271
3.3800	0.0269
3.3900	0.0268
3.4000	0.0267
3.4100	0.0266

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3.4200	0.0265
3.4300	0.0263
3.4400	0.0262
3.4500	0.0261
3.4600	0.0260
3.4700	0.0259
3.4800	0.0258
3.4900	0.0256
3.5000	0.0255
3.5100	0.0254
3.5200	0.0253
3.5300	0.0251
3.5400	0.0250
3.5500	0.0248
3.5600	0.0247
3.5700	0.0246
3.5800	0.0244
3.5900	0.0243
3.6000	0.0241
3.6100	0.0240
3.6200	0.0238
3.6300	0.0236
3.6400	0.0235
3.6500	0.0233
3.6600	0.0232
3.6700	0.0230
3.6800	0.0228
3.6900	0.0227
3.7000	0.0225
3.7100	0.0223
3.7200	0.0222
3.7300	0.0220
3.7400	0.0219
3.7500	0.0217
3.7600	0.0216
3.7700	0.0214
3.7800	0.0212
3.7900	0.0211
3.8000	0.0209
3.8100	0.0207
3.8200	0.0206
3.8300	0.0204
3.8400	0.0204
3.8500	0.0203
3.8600	0.0202
3.8700	0.0201
3.8800	0.0200
3.8900	0.0199
3.9000	0.0198
3.9100	0.0198
3.9200	0.0197
3.9300	0.0196
3.9400	0.0195
3.9500	0.0194
3.9600	0.0194
3.9700	0.0193
3.9800	0.0192
3.9900	0.0191
4.0000	0.0190

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA
Dott. Geol. LORENZO DEL MASCHIO
Via Camogli 59 - 41125 Modena
Tel 347/4128277 - Fax 059/394816
e-mail delmaschio.l@alice.it
PEC delmaschio.l@epap.sicurezzapostale.it

COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA
PROVINCIA DI MODENA

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLA MODELLAZIONE SISMICA CON CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL VOLUME DI TERRENO SIGNIFICATIVO PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVA PALAZZINA AD USO LABORATORI A SEGUITO DELLA DEMOLIZIONE PALAZZINA "C" - AMPLIAMENTO PALAZZINA "D" DELL'ISTITUTO D'ISTRUZIONE SUPERIORE "L. SPALLANZANI" IN COMUNE DI CASTELFRANCO EMILIA

LOCALITÀ:
Castelfranco E. - Via Solimei 21-23

COMMITTENTE
Provincia di Modena

FEBBRAIO 2020

ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO
Dott. LORENZO DEL MASCHIO
Geologo
A.P. n.1725

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

INDICE GENERALE

1. PREMESSA 1

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA 1
- a. Riferimenti cartografici 1
- b. Copertura aerofotogrammetrica 1
- c. Riferimenti catastali 1

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO 3

4. USO DEL SUOLO 4

5. INDAGINI REALIZZATE 5

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 6
- a. Lineamenti geologici e strutturali 6
- b. Ricostruzione del modello geologico di dettaglio 9

7. VERIFICA A LIQUEFAZIONE 12

8. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SITO 19
- a. Indagini geofisiche 19
  - a1. I dati ottenuti 19
  - a2. Interpretazione delle indagini 19
- b. Indagini geognostiche 32
  - b1. I dati ottenuti 32
  - b2. Interpretazione delle indagini geognostiche 32
    - b2a. Sondaggi geognostici a carotaggio continuo 32
    - b2b. Prova penetrometrica statica con piezocono CPTu 33
    - b2c. Prova penetrometrica statica meccanica CPTm 43
- c. Il modello geologico-tecnico del volume significativo 45

9. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E LOCALE 48
- a. Sismicità delle aree di interesse 48
- b. Sismicità storica delle aree di intervento 49
- c. Individuazione della pericolosità sismica del sito 51
- d. Ricostruzione del profilo sismo-stratigrafico del sito 53
- e. Risposta sismica locale (RSL) 58
  - e1. Premessa 58
  - e2. Ricostruzione del modello sismo-stratigrafico del sottosuolo 61
  - e3. Definizione del modello di calcolo 71
  - e4. Definizione del moto di input (scelta delle azioni sismiche) 78
  - e5. Risultati della modellazione 84

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 88

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

11. ALLEGATI 92

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione provinciale di Modena - Area Lavori pubblici con determinazione 183/2019 è stato redatto lo studio geologico, sismico e di caratterizzazione geotecnica del volume significativo finalizzato al progetto definitivo-esecutivo per la realizzazione di nuova palazzina ad uso laboratori a seguito di demolizione della palazzina C e di ampliamento della palazzina D in via Solimei, in comune di Castelfranco Emilia.
L'indagine è stata effettuata mediante reperimento di materiale bibliografico conoscitivo, sopralluoghi, rilievi diretti sul sito e indagini geognostiche e sismiche.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - AMMINISTRATIVO

L'area di intervento è ubicata in Castelfranco E., in via Solimei 21--23
I principali riferimenti sono:

a. Riferimenti cartografici (fig. 2.1 - 2.2)

C.T.R.: Tavola 220 NO (1:25.000);
Sezione 220010 (1:10.000);
Elemento 220011 (1:5000).

b. Copertura aereofotogrammetrica

- Foto aeree RER 1954
- Foto aeree RER 1973-1978
- Ortofoto digitali AIMA 1996
- Ortofoto digitali Terraitaly 2000
- Ortofoto digitali QB 2003
- Ortofoto AGEA-RER 2008
- Ortofoto AGEA-RER 2011

c. Riferimenti catastali

Foglio 156, Mappale 251 - Comune di Castelfranco Emilia

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

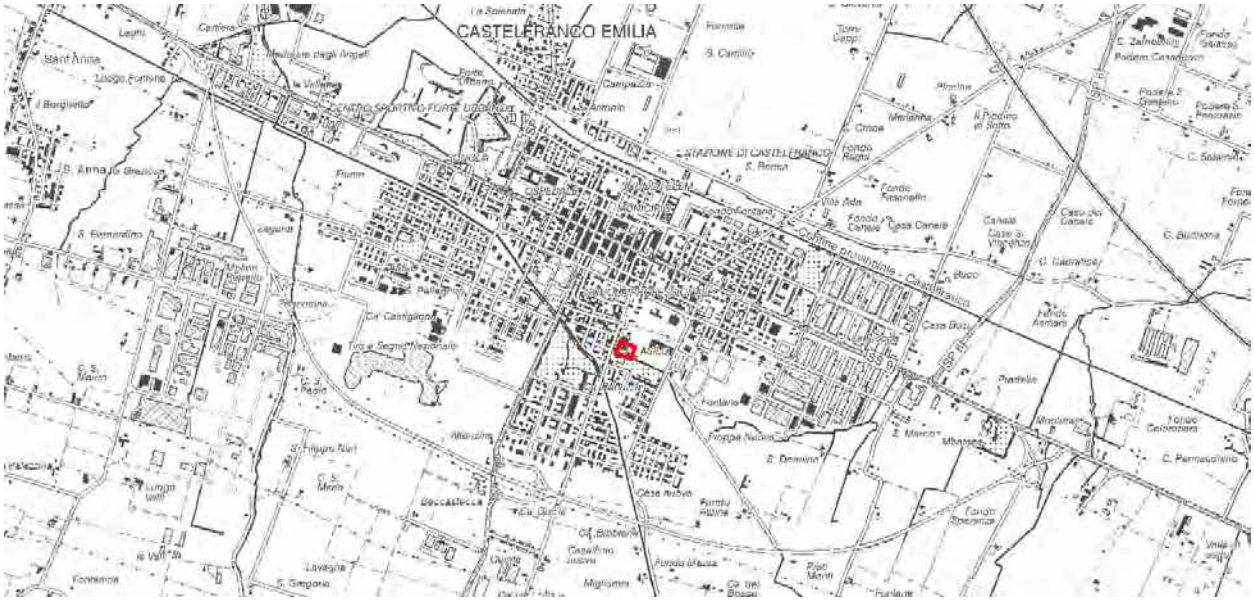


Figura 2.1: Localizzazione area di indagine su C.T.R. a scala 1:25.000.

Figura 2.2: Localizzazione area di indagine su C.T.R. a scala 1:5.000.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

- D.P.R. 380/2001

- Ordinanza P.C.M. n. 3274del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

- Eurocodice 7

Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

- Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

- D.M. 17 Gennaio 2018

Norme Tecniche per le costruzioni.

- L.R. 19/2008

"Norme per la riduzione del rischio sismico"

- Circolare n. 7 del 21/01/2019

- L.R. 24/2017

"Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio"

- D.G.R. 630/2019

"Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, LR 24/2017)"

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

4. USO DEL SUOLO

L'area di intervento risulta compresa nella tipologia "Tessuto residenziale rado (Er)". Quanto precedentemente descritto si può riscontrare nella Carta dell'Uso del Suolo della Regione Emilia-Romagna (ed. 2008) (fig. 4.1).

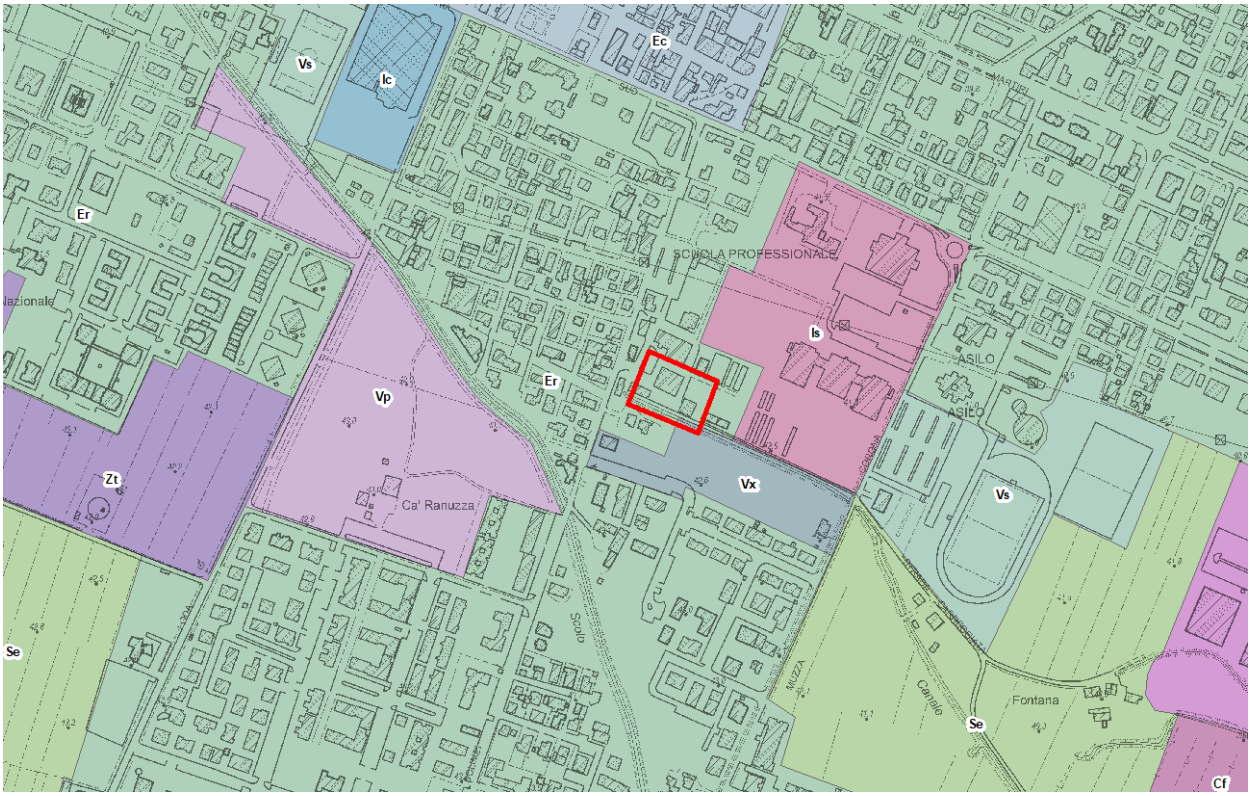


Figura 4.1: Carta Uso del suolo - Regione Emilia-Romagna ed. 2008.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

5. INDAGINI REALIZZATE

Al fine di determinare la ricostruzione delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di fondazione si è provveduto a reperire tutte le informazioni provenienti da indagini di bibliografia e da nuove indagini eseguite. In particolar modo sono state utilizzate le seguenti indagini geognostiche e geofisiche (figura 5.1):

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S01 e S02) spinti rispettivamente alla profondità di 10.00 m e 20.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche elettriche con piezocono (CPTu01 e CPTu02) spinte alla profondità massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPTm01 e CPTm02) spinte alla profondità massima di 30.00 m dal p.c.;
- n. 2 indagine sismiche passive di microtremori (HV01 e HV02);
- n. 1 indagine sismica a riflessione in array in onde Sh (Vb - Sh).

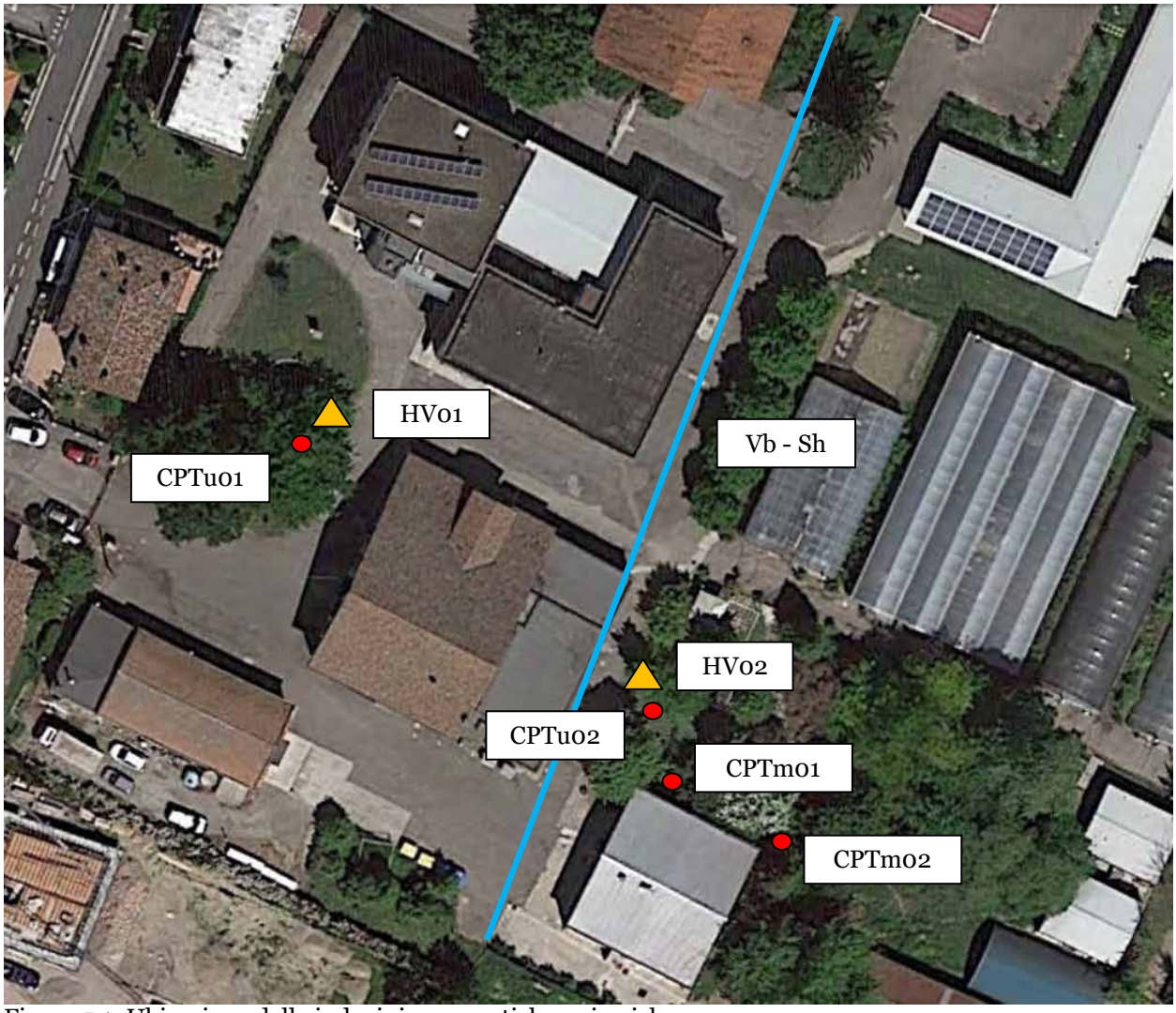


Figura 5.1: Ubicazione delle indagini geognostiche e sismiche.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

a. Lineamenti geologici e strutturali

Sotto l'aspetto geologico, il territorio in esame appartiene alla Pianura Padana, edificio sedimentario, costituito da sedimenti di origine alluvionale, olocenici e tardo- pleistocenici, poggiante su un substrato marino.
La situazione stratigrafica, esplorata dell'AGIP Mineraria in oltre mezzo secolo di attività, si può così schematizzare: alle sequenze mesozoiche, incontrate solo in alcune esplorazioni al nucleo delle pieghe ferraresi, segue una successione clastica terziaria divisibile in due cicli sedimentari principali. Quello inferiore termina con le evaporiti del Messiniano mentre quello superiore inizia con le fasi salmastre messiniane e termina nel Pleistocene.
Nell'ambito del secondo ciclo si può distinguere un ciclo di secondo ordine che termina con la deposizione delle Argille azzurre di mare profondo (Argille di Lugagnano), localmente ricoperte da sabbie gialle di facies litorale datate su basi paleontologiche e palinologiche al Pleistocene medio-inferiore. L'assetto geostrutturale delle formazioni prequaternarie è caratterizzato da una successione plicativa ad anticlinali e sinclinali spesso fagliate e sovrascorse, con assi a vergenze appenniniche.
In tale schema, la porzione di pianura esame è ricade in corrispondenza della Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia, compresa nell'arco delle pieghe emiliane caratterizzate da due distinti fasci di thrust::il primo, più meridionale, detto fronte di accavallamento appenninico (P.T.F.), definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, detto fronte di accavallamento esterno (E.T.F), definisce il limite dell'appennino sepolto.
L'andamento strutturale dell'Appennino sepolto può essere interpretato come effetto di una compressione e di un raccorciamento crostale che, secondo i moderni schemi geodinamici, risulta legato ad un doppio fenomeno di subduzione e/o ispessimento della crosta. In tale quadro d'insieme si giustifica lo sviluppo della rete idrografica maggiore che risulta conforme ai principali assi di sinclinali sepolte.
Ciò si evince dalla Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

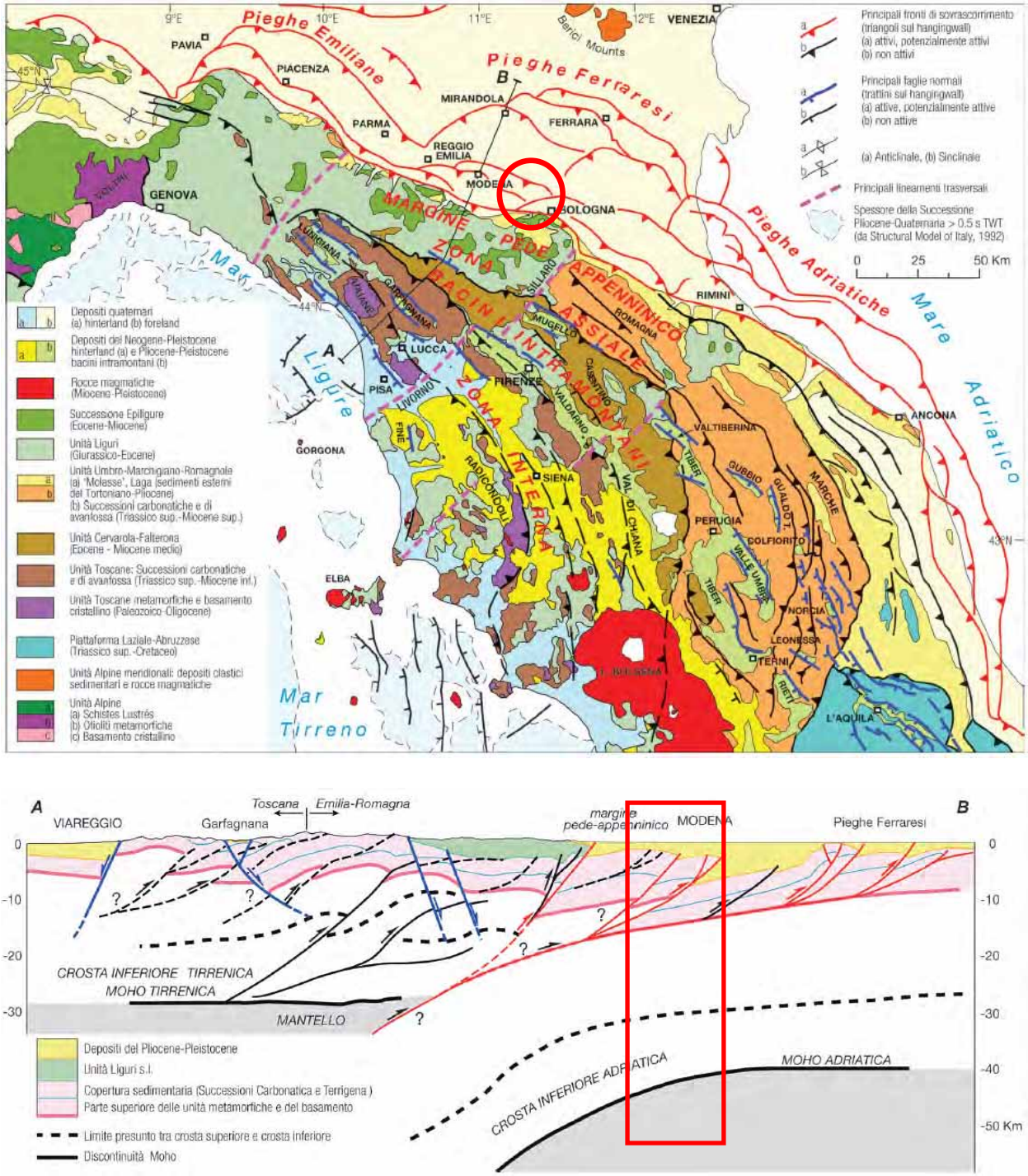


Figura 6.1: Carta dello schema tettonico regionale edita dalla Regione Emilia-Romagna nelle Note illustrative alla Carta sismotettonica alla scala 1:250.000 (2016). Il cerchio rosso individua l'area in studio.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Con l'attenuazione dell'attività tettonica a partire dal Pleistocene superiore, inizia un'intensa fase sedimentaria continentale prodotta dal fiume Po e dai suoi affluenti legata principalmente alle variazioni climatiche. Il sistema alluvionale della pianura parmense può essere suddiviso, da nord a sud, in base alla modalità di deposizione, in tre unità fondamentali:

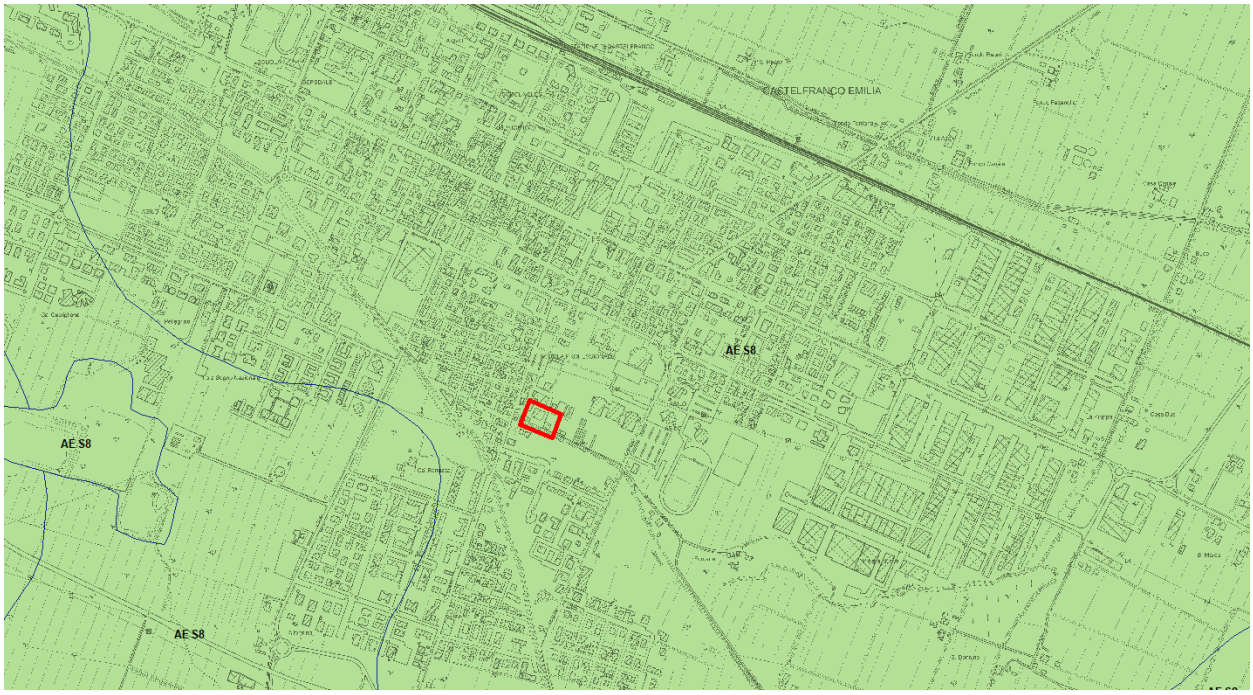
1. unità del fiume Po;

2. unità di media pianura;

3. unità delle conoidi alluvionali.

L'unità del fiume Po caratterizza una fascia di territorio avente un'estensione di circa 20 Km dall'attuale tracciato, ed è costituita da corpi prevalentemente sabbiosi di forma tabulare.
L'unità di media pianura si presenta come termine di passaggio tra l'unità del Fiume Po e l'unità delle conoidi alluvionali. Quest'ultima, interessa l'area dell'alta pianura modenese ed è costituita da corpi sedimentari, che, in pianta, presentano una tipica forma a ventaglio. I depositi sono organizzati in strutture nastriformi e lentiformi interdigitate a differente granulometria, con direzione di allungamento nord-sud. La loro dimensione decresce verso settentrione, in accordo con la direzione di scorrimento dei corsi d'acqua.
In senso verticale, normalmente, si rinvengono depositi più grossolani a profondità maggiori, come conseguenza di condizioni climatiche passate che conferivano maggiore energia alle correnti.
I sedimenti affioranti diventano progressivamente più antichi allontanandosi dalle attuali aste fluviali.
Con riferimento al territorio comunale, i depositi superficiali appartengono al più recente dei subsintemi dell'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore: il Subsintema di Ravenna (Pleistocene superiore-Olocene) costituito da alluvioni ghiaiose sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, depositi di conoide ghiaiosa, oltre a limi e limi sabbiosi, depositi del reticolo idrografico secondario. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 20 metri. Il contatto di base è erosivo con i subsintemi più antichi, mentre il limite di tetto è una superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente alla superficie topografica. Il profilo di alterazione, di moderato spessore, varia da qualche decina di centimetri fino ad 1 metro.
Nello specifico nell'area di realizzazione dell'ampliamento si individuano formazioni geologiche appartenenti alla Successione neogenica-quaternaria del margine appenninico-padano.
Ciò si riscontra dalla Carta Geologica, in scala 1:10.000 pubblicata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, Sezione 220010, e dal rilievo diretto in campagna; in particolare si evidenziano i depositi appartenenti alla piana alluvionale fluviale riferiti al cosiddetto Subsintema di Ravenna **(AES8)** (figura 6.2).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



LEGENDA
AES8 - Subsintema di Ravenna

Figura 6.2: Stralcio della Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo (scala 1: 10.000). (http:\\geo.regione.emilia-romagna.it)

I terreni presenti nell'intorno dell'area appartengono alla Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano e nello specifico al Subsintema di Ravenna (**AES8**) (*Olocene)* che identifica Ghiaie e ghiaie sabbiose, passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. Potenza fino a oltre 25 m. *Olocene (età radiometrica della base: 11.000 - 8.000 anni).*

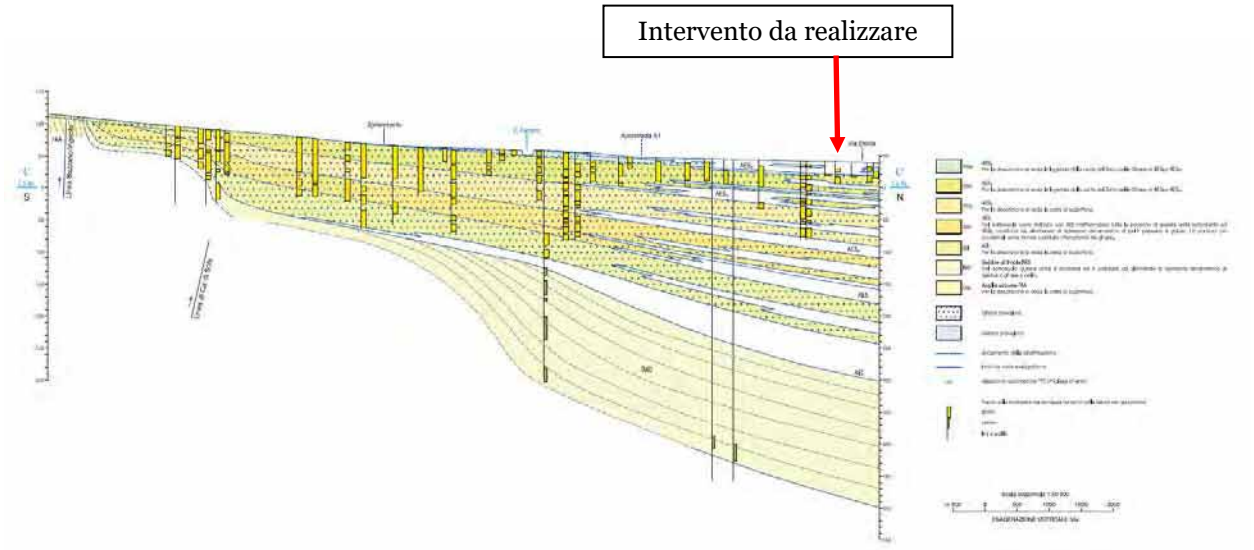
b. Ricostruzione del modello geologico di dettaglio

L'analisi geomorfologica di dettaglio dell'area oggetto di intervento, effettuata mediante rilevamento in campagna e sulla base dei dati derivanti dalle indagini geognostiche e geofisiche, evidenzia che l'area oggetto del piano di intervento è situata su sedimenti alluvionali costituiti da alternanze di materiale fine (limi argillosi e sabbiosi) e materiale grossolano. Tale materiale coinvolge uno spessore di circa 20 m su cui si andranno ad impostare le strutture di fondazione.
A tal proposito è stata utilizzata 1 sezione lito-stratigrafica profonda ricavata dalla banca dati geologica della regione Emilia-Romagna di cui sotto si riporta la planimetria (fig. 6.3).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

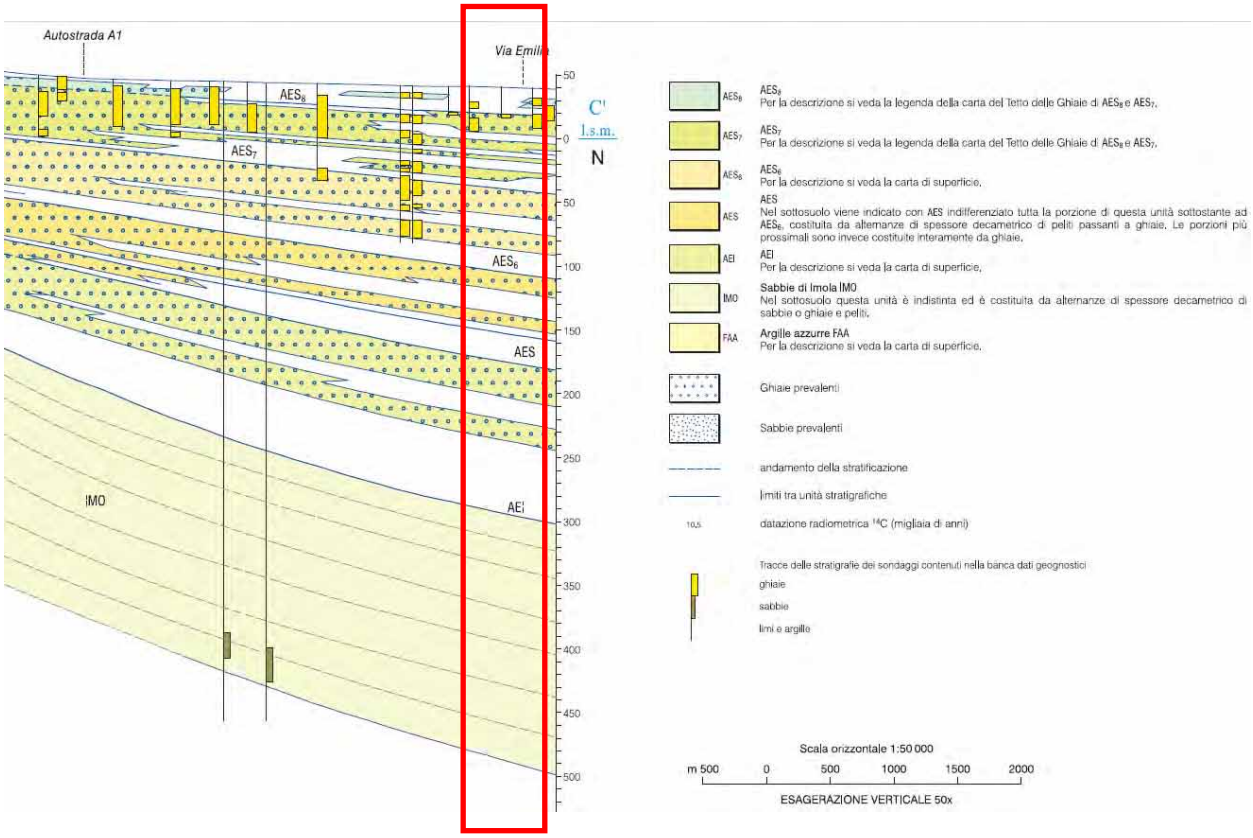
Figura 6.3: Planimetria della sezione litostratigrafica.

Sezione 012



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Particolare Sezione 012



Tale sezione sarà utilizzata, dopo aver completato tutte le indagini geofisiche sul sito, ai fini della ricostruzione della geologia profonda necessaria all'individuazione del bedrock sismico utile per le analisi di risposta sismica locale (RSL).

Il modello geologico di dettaglio evidenzia che, partendo dall'alto (piano campagna):

0.00 -0.80/1.00 m Materiale di riporto;

0.80/1.00 - 1.00/1.50 m Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A);

1.00/1.50 -3.60/4.30 m Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B);

3.60/4.30 - 6.30 m Sabbia limosa grigia mediamente addensate (C);

6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D);

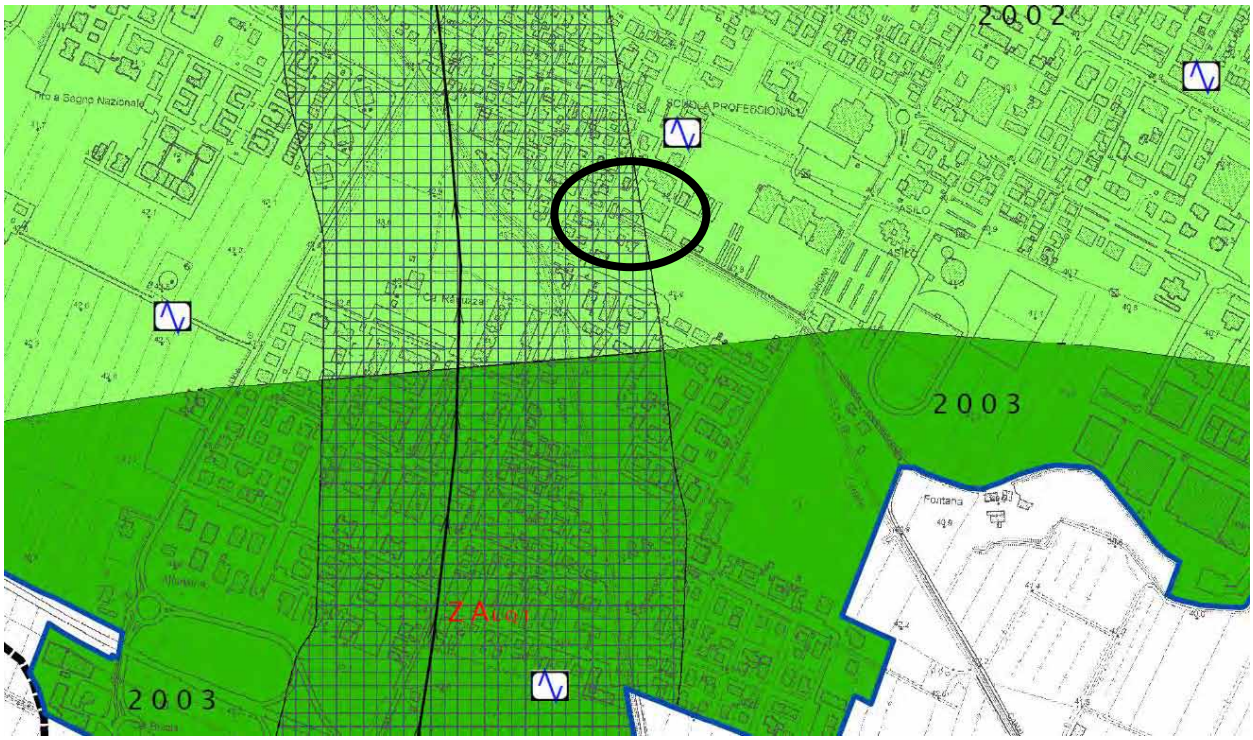
15.00 - 16.10 m Livello di Torba (E);

16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

7. VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Il Comune di Castelfranco Emilia ha approvato la variante al PSC in data 20 marzo 2017 tramite accordo di programma con la Provincia di Modena. In tale variante sono contenuti gli studi di microzonazione sismica. Tali carte, come sopra ricordato, sono finalizzate agli studi di microzonazione pertanto costituiscono un valido riferimento per la progettazione senza essere comunque normativa cogente.
L'area in oggetto dell'intervento ricade nella tavola delle Microzonee Omogenee in prospettiva sismica (MOPS) in "Zona suscettibile di instabilità per liquefazione". Occorre pertanto valutare il coefficiente di amplificazione e verificare la presenza di condizioni predisponenti la liquefazione.



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zona 1 — Successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente fini (limi e argille), talora intercalati da sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose

Zona 2 — Successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente fini (limi e argille), intercalati da corpi ghiaiosi plurimetrici, a partire da una profondità di circa 20 m da p.c., e talora da sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose.

Zona 3 — Successione stratigrafica costituita da una copertura di depositi prevalentemente limoso-argillosi, al cui interno si possono rinvenire sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose, sotto la quale, a partire da circa 5÷10 m da p.c., sono presenti alternanze di orizzonti plurimetrici a tessitura grossolana (ghiaie e, in subordine, sabbie) e fine (limi e e argille)

Zone di attenzione per instabilità

ZA_{Liq1} — Zona di Attenzione per liquefazioni tipo 1

L'area di intervento ricade all'interno della zona sismogenetica 912 della Zonazione sismogenetica ZS9 del 2004 dell'intero territorio italiano realizzata da INGV e pertanto è stata scelta come "Magnitudo di riferimento" Mw = 6.14, mentre l'accelerazione di riferimento ag = 0.27 è stabilita sulla base del periodo di riferimento dell'azione sismica dell'opera in progetto.
La verifica del potenziale di liquefazione, per ciascuna verticale di indagine, è stata condotta utilizzando il metodo di Boulanger & Idriss (2014). La verifica è stata effettuata con Software CLiq v 3.0 della Geologismiki Geotechnical Engineers - Serrai(Grecia).

In considerazione del fatto che l'"Indice del potenziale di liquefazione (**I_L**)" è definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz$$

Dove, secondo la classificazione di Sonmez (2003), adottata anche dalla Regione Emilia-Romagna, risulta che:

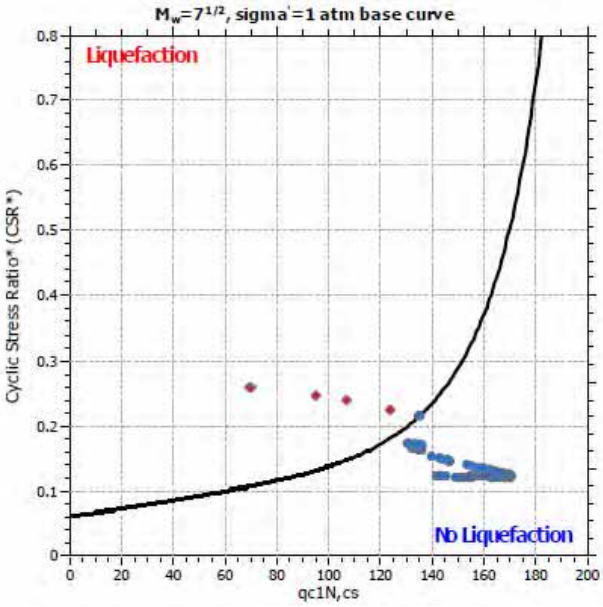
- $I_L = 0$ il rischio di liquefazione è "Molto basso";
- $0 < I_L < 2$ il rischio di liquefazione è "Basso";
- $2 \leq I_L < 5$ il rischio di liquefazione è "Moderato";
- $5 \leq I_L < 15$ il rischio di liquefazione è "Elevato";
- $I_L \geq 15$ il rischio di liquefazione è "Estremamente elevato".

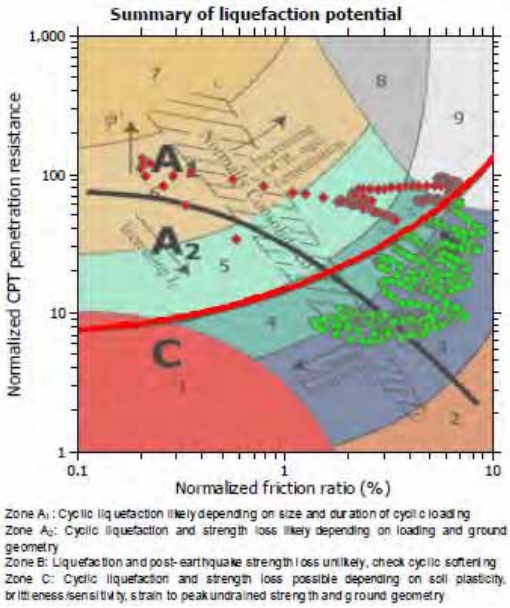
In allegato sono riportati i risultati completi della verifica a liquefazione.

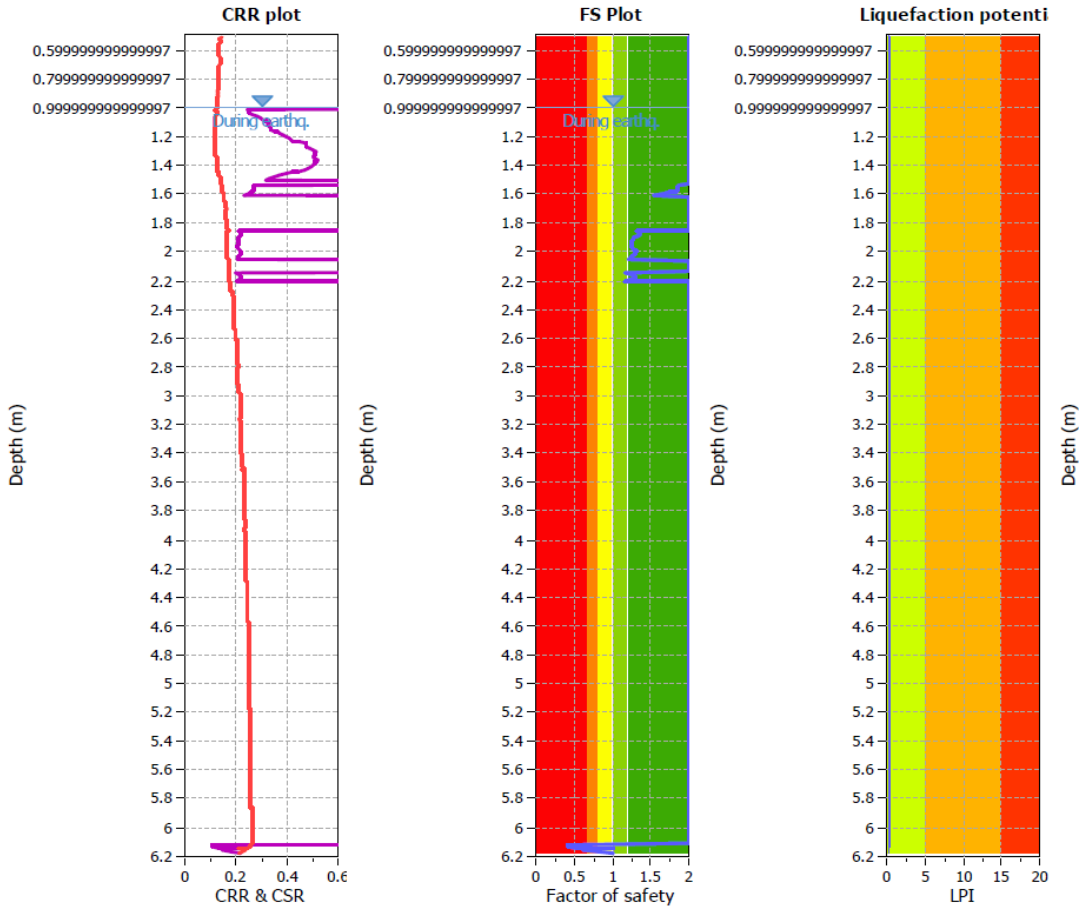
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CPTu01

- Metodo di Boulanger & Idriss (2014)





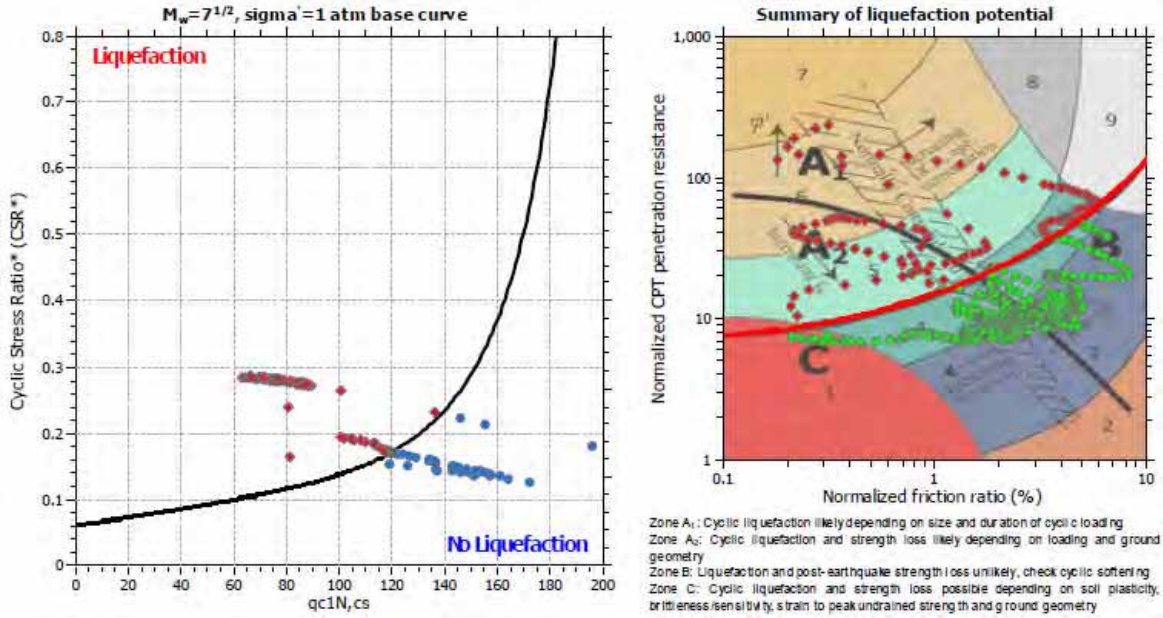


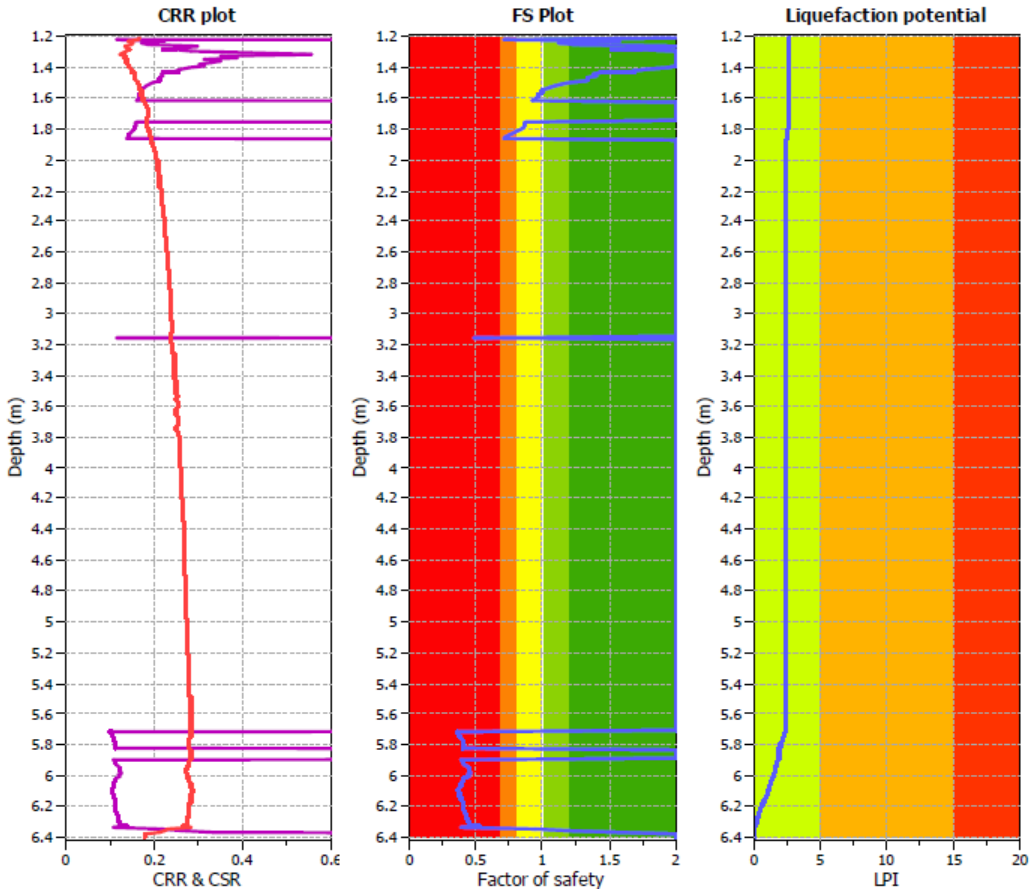
Abbiamo che i livelli risultano essere non liquefacibili con $I_L = 0.15$

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CPTu02

- Metodo di Boulanger & Idriss (2014)

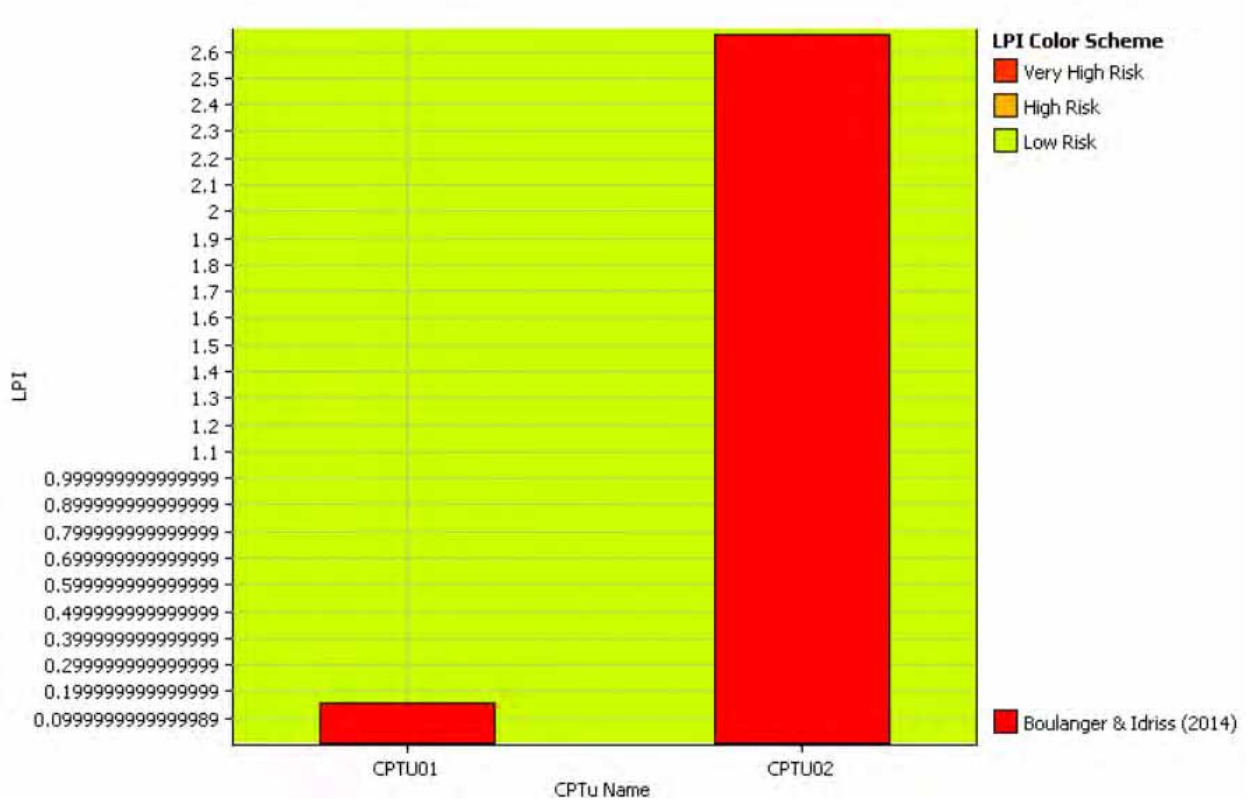




Abbiamo che i livelli risultano essere non liquefacibili con I_L = 2.66

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Riassumendo si può concludere che la verifica del potenziale di liquefazione, condotta secondo il metodo sotto elencato, evidenzia:



PROVA	INDICE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE I_L (B&I 2014)	RISCHIO (Sonmez 2003)
CPTu01	**0.15**	**BASSO**
CPTu02	**2.66**	**MODERATO**

Pertanto la verifica a liquefazione evidenzia un rischio di liquefazione da "Basso a Moderato".

Sulla base dei risultati sopra descritti al fine di evidenziare eventuali criticità legate ai problemi di liquefazione è stato deciso di applicare per l'intervento in oggetto il metodo di Ishihara (1985). Si tratta di una procedura empirica basata sull'impiego degli spessori dello strato o degli strati di copertura non liquefacibili (H1) e quello dei sottostanti livelli suscettibili di liquefazione (H2) oltre all'accelerazione orizzontale massima in superficie; la procedura pertanto fornisce, in maniera puramente qualitativa, l'entità delle deformazioni, e quindi del danno, indotte dal sisma in caso di liquefazione.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

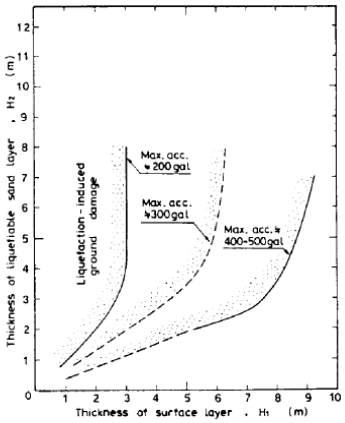
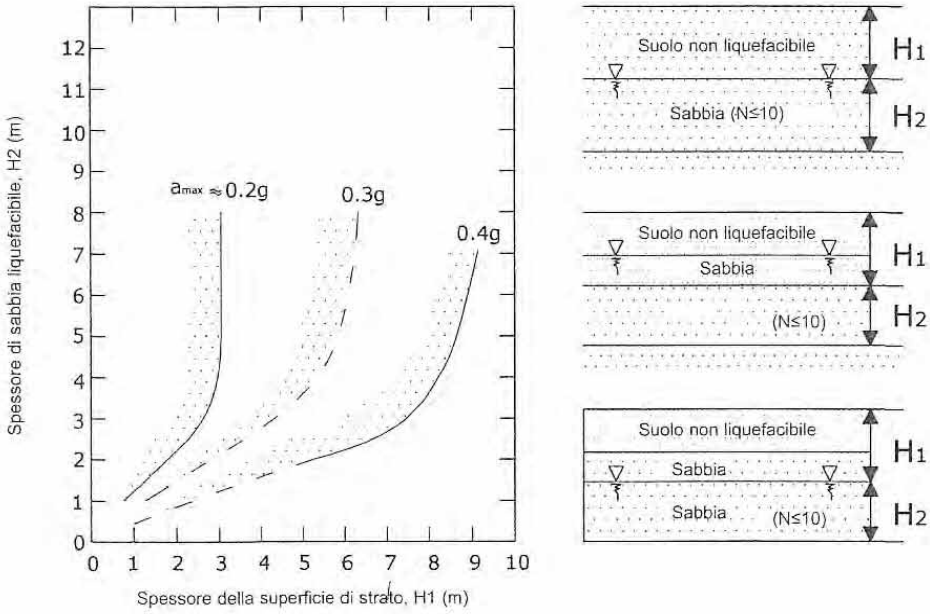


Figure 2. Proposed Boundary Curves for Discriminating Between Occurrence and Non-occurrence of Surface Effects of Liquefaction (After Ishihara, 1985)



(a) (a)

Relazione fra lo spessore dello strato liquefacibile e lo spessore dello strato sovrapposto (Ishihara, 1985)

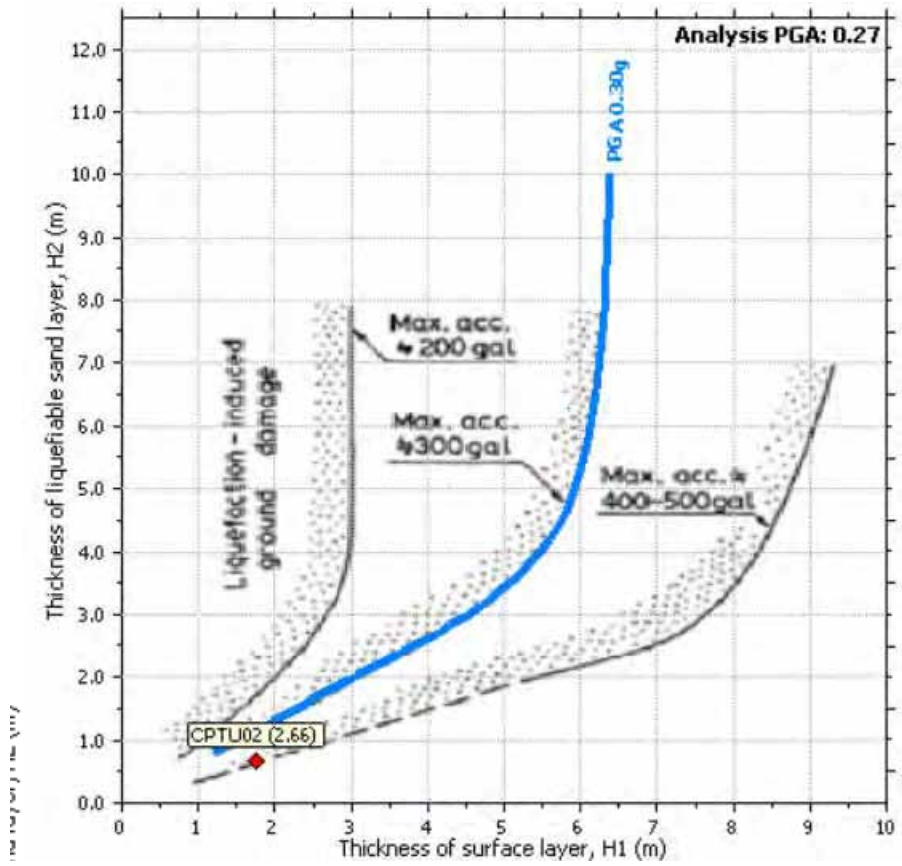
Valutazione delle manifestazioni superficiali in funzione del rapporto fra lo spessore dello strato superficiale non liquefacibile e quello sottostante liquefacibile

Accelerazione [gal] 1 gal = 1 cm/s²	Condizione	Propagazione della liquefazione verso l'alto	Manifestazioni superficiali
200	$h_1 \geq 3$ m e $h_2 < 3$ m	IMPEDITA	NO
	$h_1 \leq 3$ m e $h_2 > 3$ m	NON IMPEDITA	SI
300	$h_1 < 5$ m e $h_2 > 4$ m	NON IMPEDITA	SI
	$h_1 > 5$ m e $h_2 < 4$ m	IMPEDITA	NO
400 - 500	$h_1 < 7$ m e $h_2 > 3$ m	NON IMPEDITA	SI
	$h_1 > 7$ m e $H_2 < 3$ m	IMPEDITA	NO

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CPTu02

- Metodo di Boulanger & Idriss (2014)



Considerato comunque lo spessore dello strato liquefacibile, lo spessore dello strato non liquefacibile sovrastante e l'accelerazione massima attesa in superficie per il sito d'indagine (0.27g), si evidenzia (dal grafico sopra riportato - Ishihara 1985) che la liquefazione dello strato liquefacibile non si estende in superficie e pertanto non si dovrebbero avere deformazioni attese sulle strutture di fondazione da realizzare

In ogni caso, si sottolinea che la normativa in materia di costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, stabilisce al § (§7.11.3.4.3) che "*L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista*".

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

8. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SITO

a. Indagini geofisiche

a1. I dati ottenuti

L'indagine geofisica è stata eseguita mediante sismica a riflessione ad alta risoluzione e a stazione singola (HVSR) sia per la definizione del picco di risonanza dei terreni di fondazione (**f_o**) sia per la determinazione della categoria di suolo richiesta dalla normativa, mediante la ricostruzione delle **Vs_{Eq}**.

a2. Interpretazione delle indagini geofisiche

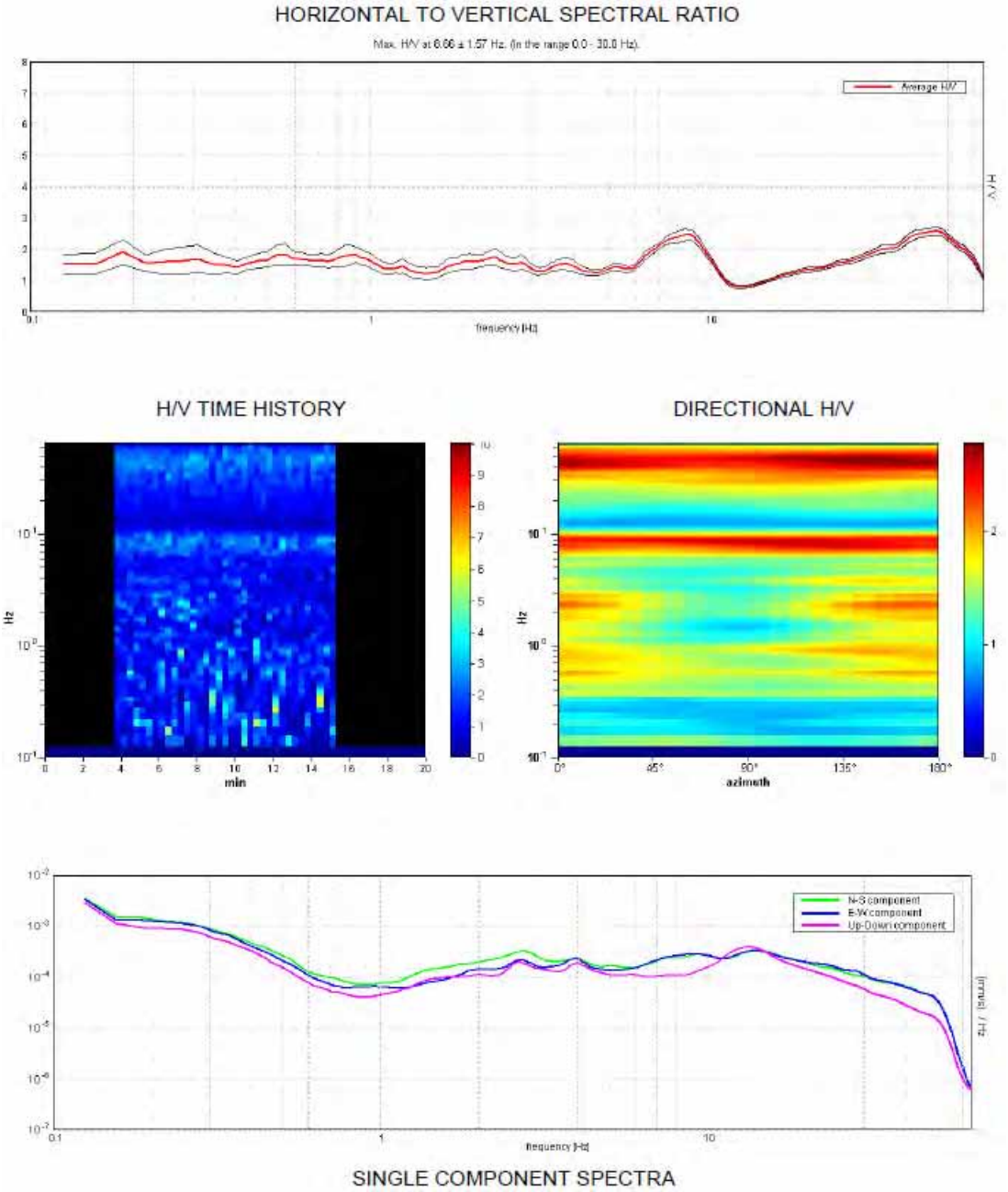
La campagna di prospezione geofisica è stata eseguita nell'ottobre 2019. Tale indagine ha consistito nelle acquisizioni di microtremori a stazione singola di tipo HVSR e nella definizione del profilo di Vs mediante analisi sismica a riflessione. I dati ottenuti dalla curva HVSR forniscono utili indicazioni soprattutto per quanto riguarda le frequenze di risonanza e sui fattori di amplificazione sismica dei suoli durante un terremoto mentre attraverso la tecnica a riflessione è stato possibile definire l'andamento delle Vs con la profondità e quindi la definizione delle V_{SEq} ai fini della classificazione sismica dei suoli di fondazione come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.
Dall'analisi dei risultati delle indagini geofisiche specifiche si è riscontrato che il terreno di fondazione su cui andrà realizzato l'intervento in esame, appartiene alla categoria di sottosuolo "C", ai sensi del D.M. 17/01/18.
Le acquisizione HVSR, risultano in parte convalidate dalle linee guida SESAME 2005.
si riportano di seguito i report delle indagini sismiche a stazione singola (HVSR) e a riflessione ad alta risoluzione:

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CASTELFRANCO (MO) - via Solimei - HVSR01

Strumento: Tromino - Micromed Srl
Inizio registrazione: 16/10/19 Fine registrazione: 16/10/19
Nomi canali: NORTH-SOUTH; EAST-WEST; UP-DOWN
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 0h20'00" tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Secondo le linee guida SESAME, 2005.

0.0-30.0Hz frequency range **Peak frequency (Hz): 8.66 (±1.57)** **Peak HVSR value: 2.5 (±0.3)**

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.66 > 0.5	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6059 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz**		OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.688 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.47 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$			NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.568 < 0.432		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.170 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

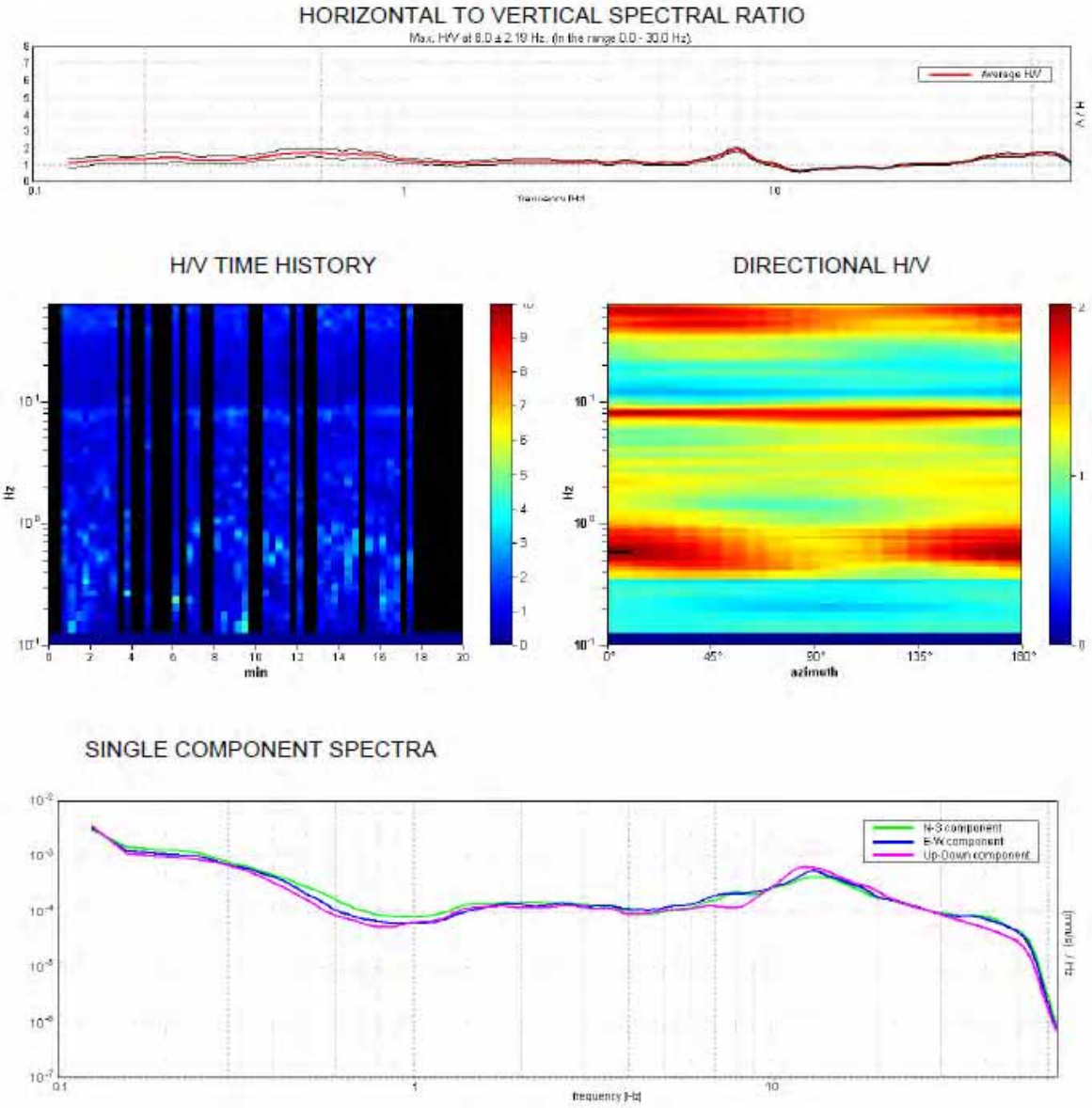
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CASTELFRANCO (MO) - via Solimei - HVSR02

Strumento: Tromino - Micromed Srl
Inizio registrazione: 16/10/19 Fine registrazione: 16/10/19
Nomi canali: NORTH-SOUTH; EAST-WEST; UP-DOWN
Durata registrazione: 0h20'00''. Analizzato 0h20'00'' tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Secondo le linee guida SESAME, 2005.

0.0-30.0Hz frequency range **Peak frequency (Hz): 8.0 (±2.2)** **Peak HVSR value: 1.9 (±0.3)**

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.00 > 0.5	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5600 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz**		OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.9 > 2		NO
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$			NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.188 < 0.4		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.118 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

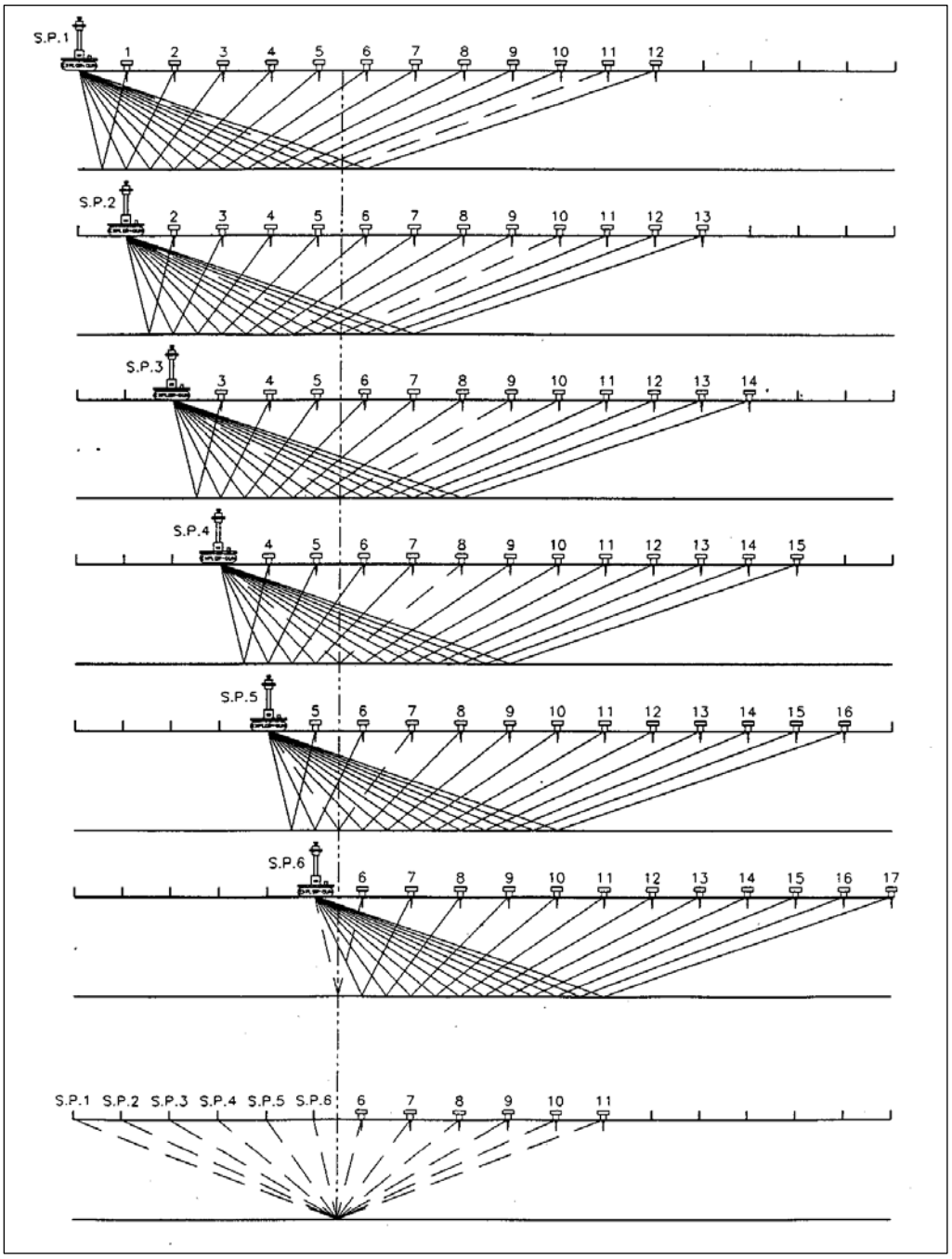
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

CASTELFRANCO (MO) - via Solimei - Sismica a riflessione ad alta risoluzione

L'indagine ha avuto lo scopo di caratterizzare i terreni in profondità dal punto di vista sismico, in particolar modo per la misura bidimensionale delle velocità sismiche di taglio (Vs) fino al raggiungimento del *bedrock sismico*.
Lo stendimento sismico è stato effettuato mediante n. 60 geofoni a interdistanza2 m per una lunghezza complessiva di 120 m. Come sorgente sismica è stato utilizzato un dispositivo mini-vibroseis. I vantaggi di una sorgente vibrazionale rispetto a quella impulsiva vengono illustrati di seguito. Sullo stack sismico finale sono riportati valori di velocità sismica Vs, rappresentati con opportuna scala cromatica, ottenuti a seguito dell'analisi di velocità bidimensionale. Segue una breve descrizione dei metodi geofisici utilizzati e delle modalità esecutive delle prospezioni ed a conclusione del rapporto lavori, vengono commentati i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati
La tecnica sismica a riflessione è il metodo geofisico più largamente impiegato soprattutto nella ricerca di strutture geologiche e tettoniche profonde.
La tecnica di prospezione più comune presuppone il cosiddetto rilievo continuo: gli orizzonti riflettenti vengono seguiti in modo continuo lungo il profilo mediante stendimenti simmetrici (*split spread*) o asimmetrici (*end on*) rispetto al punto di energizzazione. Il risultato di un profilo sismico dipende in gran parte dai parametri utilizzati nel corso dell'acquisizione dati, parametri che vengono scelti dopo aver realizzato test preliminari.
In via teorica si può considerare il *maximum offset* (distanza tra il punto di energizzazione più lontano dallo stendimento e l'ultimo geofono dello stendimento stesso) circa uguale alla profondità che si vuole raggiungere; il *minimum offset* (distanza fra il punto di energizzazione ed il geofono ad esso più vicino) dovrebbe essere il più piccolo possibile al fine di registrare anche i primi arrivi sismici delle onde rifratte, indispensabili per le correzioni statiche, compatibilmente con l'esigenza di evitare sia la saturazione del segnale ai geofoni, sia la registrazione di disturbi che, in prossimità della sorgente, hanno un'ampiezza tale da occultare completamente gli eventi riflessi.
Un altro punto fondamentale è la scelta della distanza intergeofonica, che è funzione del *maximum offset*, del *minimum offset*, del numero di canali disponibili e della risoluzione richiesta.
Una riflessione si verifica sempre in presenza di altri segnali sismici o "rumori" che possono interferire con essa o addirittura oscurarla; da qui la necessità di migliorare il più possibile il rapporto segnale/disturbo con vari espedienti.
Una delle tecniche più diffuse è quella di operare con la cosiddetta "copertura CDP" (*Common Depth Point*), ovvero riunire i dati provenienti dallo stesso punto della superficie riflettente. In seguito si dovranno apportare le dovute correzioni in tempi, misurate durante la determinazione della velocità media al di sopra del riflettore (percorsi diversi dell'onda riflessa legati a differenti distanze sorgente- geofono) e quindi sommare le tracce relative ai tragitti esaminati (*stacking*) rafforzando il segnale riflesso

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

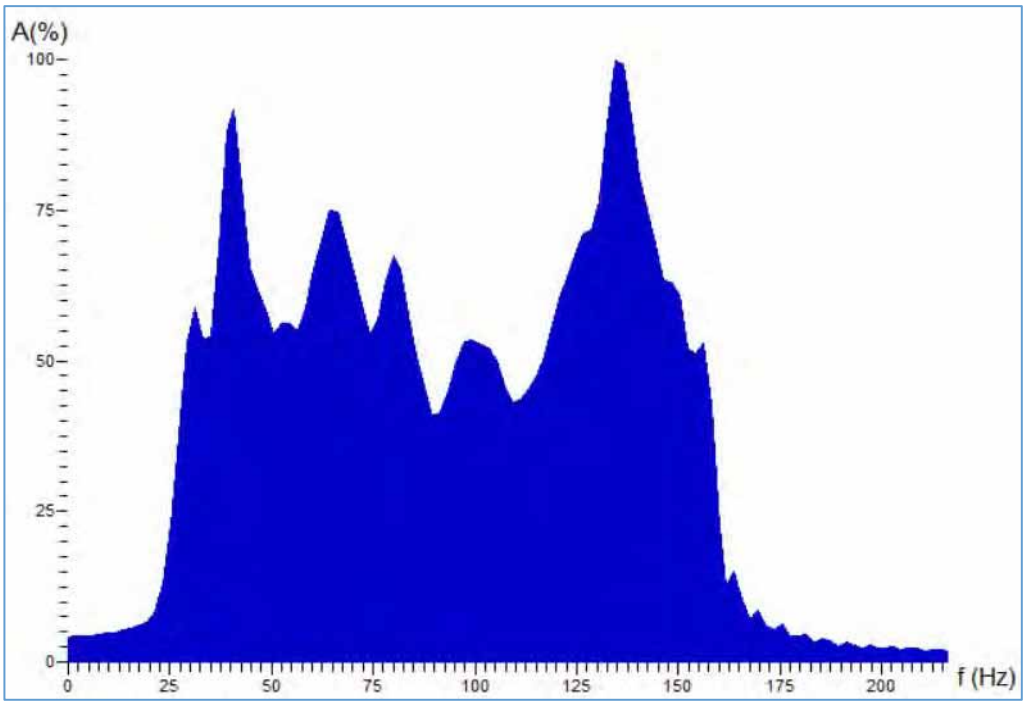


Registrando quindi più segnali riflessi da uno stesso punto riflettente (copertura multipla) che abbiano seguito percorsi diversi, è evidente che gli impulsi che giungono in fase (segnali) si sommano e quelli non in fase (disturbi vari) si attenuano.

Le coperture multiple più usate vanno dal 1200% al 2400% ordine in funzione del dettaglio e del miglioramento del segnale che si vuole ottenere

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

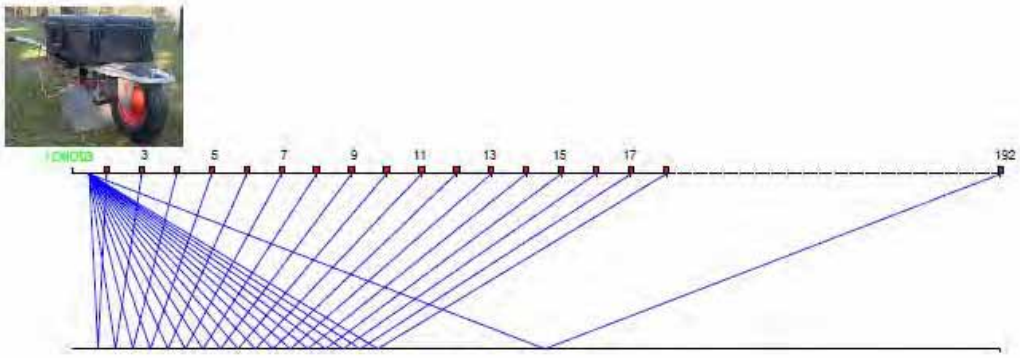
Le operazioni di campagna sono iniziate col posizionamento dei geofoni sul terreno, il loro collegamento tramite morsetti bipolari ai cavi sismici e la connessione di questi ultimi al sismografo. In seguito è stata verificata la trasmissione del segnale di riferimento tra apparato sorgente e sismografi e la ricezione degli eventi sismici su tutti i geofoni. Infine sono state realizzate alcune energizzazioni di prova al fine di scegliere le frequenze (sweep) da immettere nel terreno ed i parametri ottimali d'acquisizione sul sismometro; vedasi esempio di spettro di frequenza adottato (20-160 Hz) riportato in figura sotto

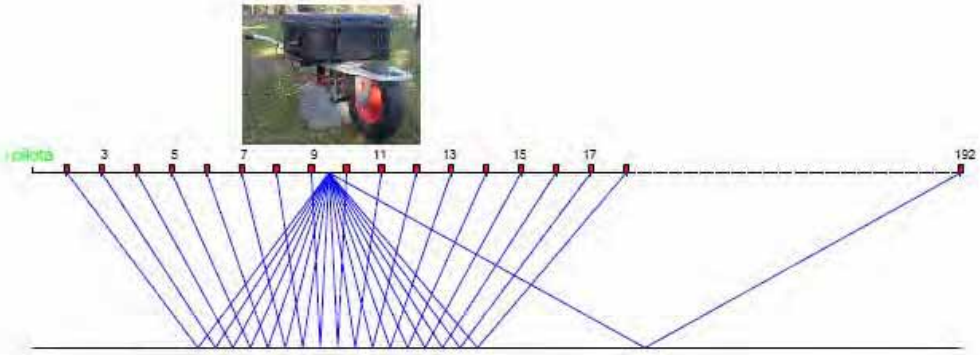


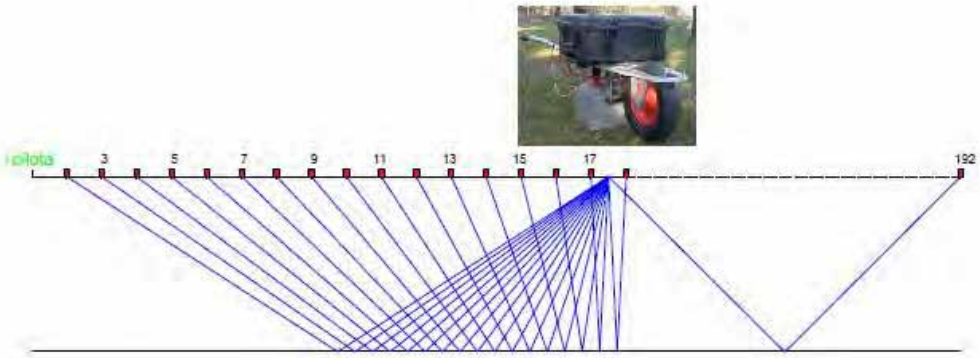
Spettro di frequenza sweep 20-160 Hz

Dopo aver effettuato la taratura della strumentazione, si è proceduto alla prospezione sismica a riflessione vera e propria in modo tale che dopo ogni energizzazione (o somma di energizzazioni) su ciascun punto d'energizzazione prestabilito, si fosse acquisito e registrato il segnale sull'hard-disk del pc portatile collegato al sismografo per la successiva elaborazione dati. Su ogni punto d'energizzazione vibrazionale, per generare le onde di taglio S sono state eseguite due energizzazioni: la prima che iniziava con la fase positiva e la seconda con quella negativa; successivamente durante l'elaborazione dati si è sommata alla prima per aumentarne l'ampiezza in fase dei segnali riflessi e diminuire il rumore ambientale. Come sorgente d'energia è stato utilizzato il nostro sistema esclusivo Vibroseis ElVis III generando le onde di taglio S su ogni geofono per ottenere una copertura del 3000%.
Le energizzazioni così realizzate consentono di avere a disposizione una reale copertura ed una quantità di dati tale da coprire, con la giusta geometria dei raggi ed in maniera omogenea, le intere sezioni sismiche in tutti i settori e fino alle profondità adeguate senza lasciare tratti scoperti o disomogenei

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione







Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Sulla linea LS i dati sono stati registrati utilizzando n. 3 sismografi Geometrics Geode con 24 canali per unità e capacità di 64000 campioni per traccia, per complessivi 60 geofoni attivi su ogni sismogramma. I parametri di acquisizione sono riportati in Tabella sottostante

Tempo di registrazione	11 secondi
Intervallo di campionamento	1 millisecondo
Filtri	esclusi
Stendimento	2D variabile rolling end-on, over ed end-off
Geofoni	orizzontali 10Hz interdistanza2 metri
Energizzatore	Vibroseis ElViS III, onde S
Tipo Sweep	20-160 Hz lineare, 10 secondi
Intervallo Punti Vibrazione	2 m (copertura pari al 3000%)
Primo Punto Vibrazione	2 m prima del primo geofono
Ultimo Punto Vibrazione	ultimo geofono (n.60)
Stacks/Punto Vibrazione	1 destra + 1 sinistra

Parametri di acquisizione Vibroseis

Quando si elaborano i dati sismici a riflessione è necessario "traslare" tutti i punti di energizzazione e le posizioni dei geofoni su un piano di riferimento che generalmente è orizzontale (vedi il livello del mare nella ricerca petrolifera) e possibilmente posto alla base dei terreni alterati di superficie.
Nel caso delle nostre due linee il profilo del terreno è pianeggiante e come riferimento è stato utilizzato il piano campagna.
L'elaborazione computerizzata, con impiego del software RadExPro Plus prodotto dall'Università di Stato di Mosca (Russia), è stata articolata come elencato nei principali punti successivi.
Per motivi di spazio e complessità esplicativa, la descrizione dettagliata e finalità applicativa delle singole operazioni di elaborazione riportate sotto, si rimanda alla bibliografia disponibile su testi scientifici e riviste specializzate.

- Correlazione dei sismogrammi;
- Inserimento delle geometrie;
- Mute chirurgico dei primi arrivi (top mute);
- Filtraggio in banda di frequenza (banda passante: 20/40-120/160 Hz;
- Analisi di velocità su CMP gathers;
- Applicazione di un guadagno di tipo AGC;
- Applicazione della correzione normal move out, sorting nel dominio CMP e stack;
- Bilanciamento ampiezze post-stack e filtraggio F-K

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

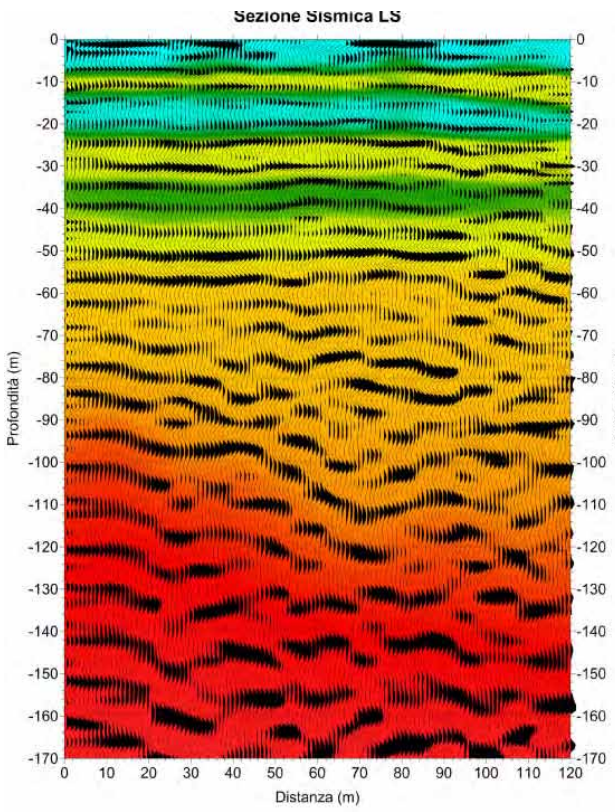
La tecnica sismica a riflessione ad alta risoluzione, con sorgente vibroseis a frequenza variabile (20-160 Hz) e copertura multipla CDP del 3000%, ha permesso di definire con qualità e dettaglio l'assetto geolitologico dei terreni indagati con particolare riguardo ai valori di Vs e al raggiungimento in profondità del *bedrock sismico* (Vs > 800 m/s).
Le analisi di velocità sugli eventi riflessi per l'allineamento dei CDP, oltre alla conversione dei tempi in profondità, hanno permesso di ottenere la distribuzione bidimensionale delle velocità Vs con la scala cromatica rappresentata nella sezione sismica finale di Tavola 2. Nella stessa tavola viene riportata la sezione LS con le isolinee di velocità sismica in onde di taglio (Vs) e n.3 profili Vs estrapolati a inizio, centro e fine sezione (rispettivamente alle progressive metriche 20 – 60 – 100).
Sotto allo strato superficiale (terreni prevalentemente limosi con spessore di circa 6 m e velocità Vs 160 m/s), la successione sismo-stratigrafica presenta diversi livelli riflettenti riferibili ad interfacce di velocità generalmente crescenti in profondità, fatta eccezione per due inversioni di velocità sismica Vs:

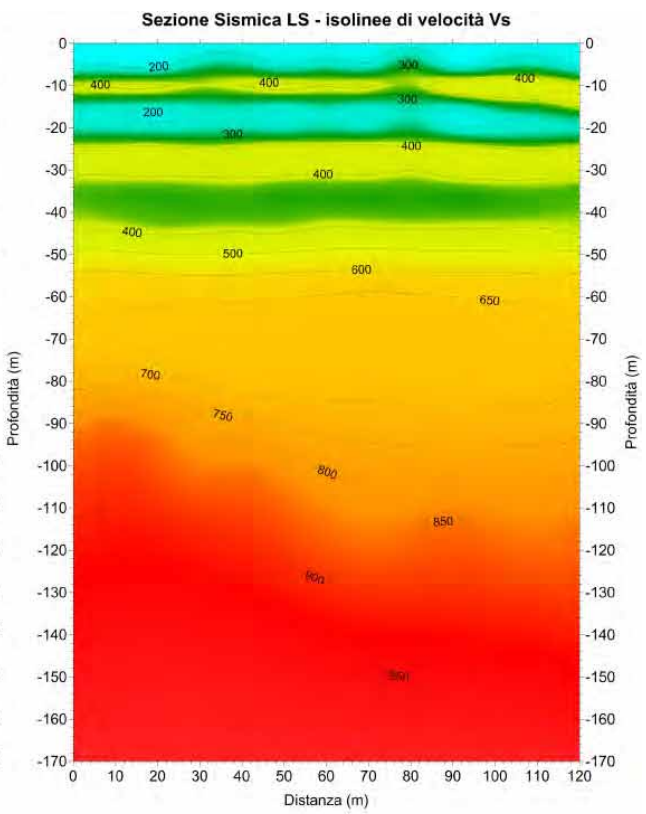
- la prima inversione si individua tra 13 e 23 m di profondità circa, al passaggio da terreni prevalentemente ghiaiosi a terreni meno consistenti costituiti da argille (Vs circa 240 m/sec);

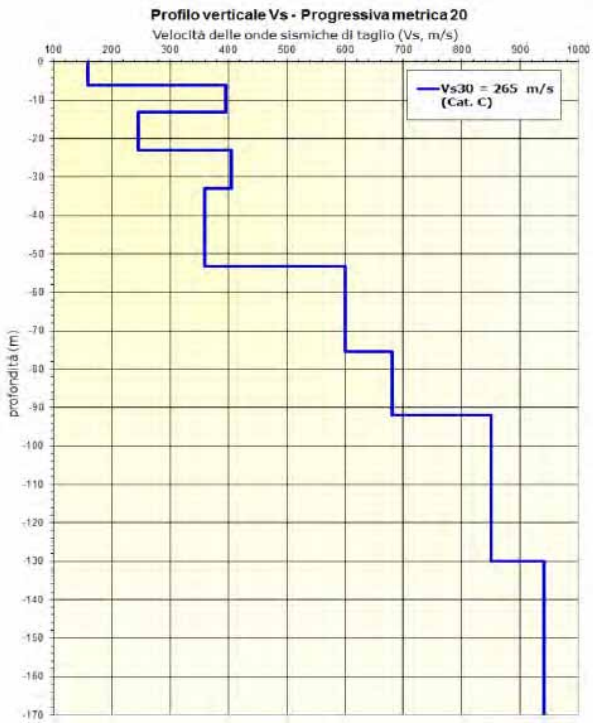
- la seconda rilevante inversione di velocità Vs (circa 360m/sec) si individua tra 33 e 52 m di profondità circa, in questo caso non si hanno dati geognostici di tipo diretto ma si ipotizza sempre un passaggio tra terreni più consistenti di tipo ghiaioso a terreni meno consistenti limosi-argillosi;

Al di sotto queste inversioni di velocità sismica le Vs aumentano gradualmente fino a valori massimi di circa 950 m/sec fino a una profondità stimata di 170 m da piano campagna; non si rilevano quindi ulteriori inversioni di velocità e di conseguenza situazioni che segnalano particolari criticità nella successione verticale dei sismo-strati.
Il riflettore relativo al *bedrock sismico* locale è caratterizzato da una velocità Vs di 850 m/s e, come visibile dai profili Vs riportati qui di seguito, si attesta a profondità comprese tra 92 m (inizio sezione) e 115 m (fine sezione).

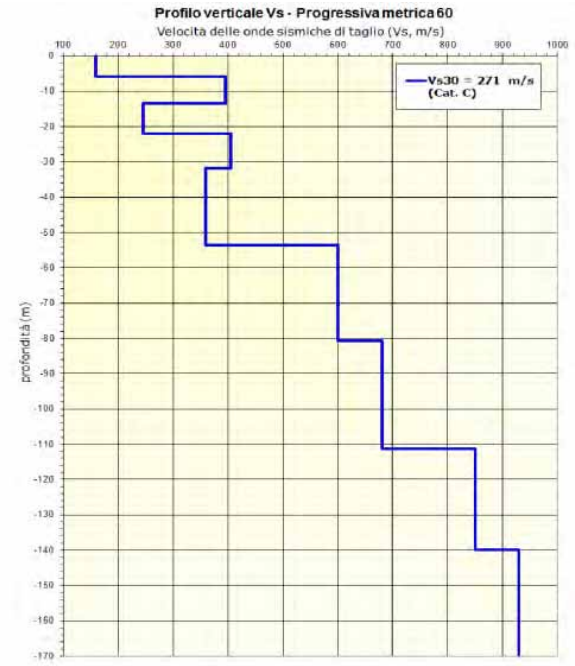
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

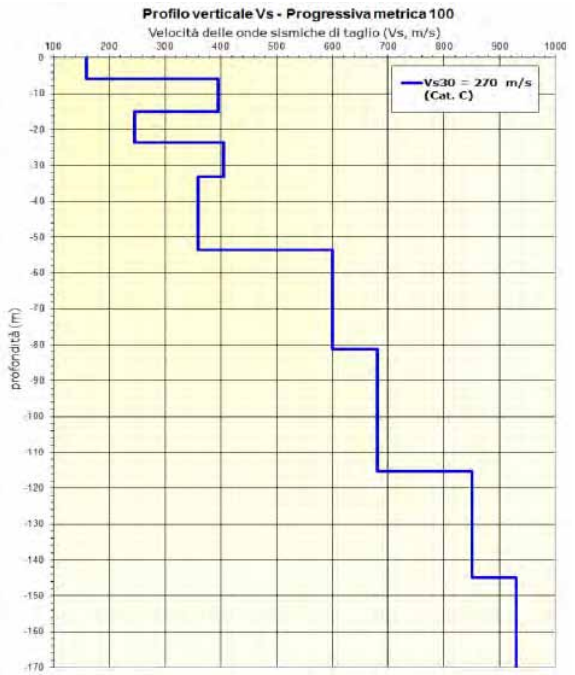






Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione





VsEq /Vs30 (m/s): 265/271 (categoria di sottosuolo "C")

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

b. Indagini geognostiche

b1. I dati ottenuti

Le indagini geognostiche sono state eseguite dalla ditta Prove Penetrometriche Srl di Castelnuovo Rangone (Mo).
Per l'ubicazione delle prove si veda la planimetria riportata in figura 5.1, mentre per le schede delle prove si rimanda all'allegato tecnico inserito nel presente documento.

b2. Interpretazione delle indagini geognostiche

b2a. Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

Durante l'esecuzione del sondaggio sono state eseguite le seguenti attività:

- descrizione delle litologie riportata nella stratigrafia;
- descrizione del colore del terreno;
- descrizione dello stato di addensamento o del grado di consistenza;
- fotografie delle carote depositate in cassetta.

I sondaggi hanno raggiunto rispettivamente la profondità di 10.0 e 20.0 m ed avevano lo scopo di caratterizzare in maniera dettagliata la stratigrafia su cui verrà realizzata l'opera e caratterizzare i terreni di fondazione.
Si riportano di seguito le stratigrafie sintetiche desunte:

Sondaggi	***Stratigrafia sintetica***
Sondaggio S1	0.00 - 1.00 m Terreno di riporto; 1.00 - 1.50 m Limo argilloso di colore nocciola asciutto; 1.50 - 3.50 m Limo argilloso debolmente sabbioso, nocciola ocra, molto consistente, asciutto; 3.50 - 4.30 m Limo sabbioso e sabbia limosa nocciola, grigio nocciola, consistente, umido.; 4.30 - 6.30 m Sabbia limosa / limo sabbioso, grigia, moderatamente addensata /consistente, umida fino a 4,50 m poi satura; 6.30 - 10.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in matrice sabbiosa localmente abbondante.
Sondaggio S2	0.00 - 0.80 m Terreno di riporto; 0.80 - 1.50 m Limo argilloso di colore nocciola asciutto; 1.50 - 3.70 m Limo argilloso sabbioso, grigio-nocciola, da asciutto a umido; 3.70 - 6.30 m Limo con argilla debolmente sabbioso, grigio striato nocciola, da umida a satura; 6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa; 15.00 - 16.10 m Livello di Torba; 16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, moderatamente consistente, umida.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Per le schede dei sondaggi e le immagini fotografiche delle carote si rimanda all'allegato tecnico inserito nel presente documento.

b2b. Prova penetrometrica statica con piezocono CPTu

Dall'analisi dei valori desunti dalla prova penetrometrica statica elettrica con piezocono(CPTu) è stato possibile dettagliare e ricostruire la stratigrafia del sottosuolo e determinare i parametri geotecnici di riferimento dei terreni di fondazione. I valori riportati nelle tabelle della prova penetrometrica statica con piezocono rappresentano i valori della resistenza alla penetrazione della punta elettrica (Qc), infissa nel terreno a velocità costante (v = 2 cm/s), espressi in MPa, i valori della resistenza laterale specifica (fs), in kPa, i valori U (pressione idrostatica nei pori) in kPa ed i valori del rapporto delle resistenze Qc/fs (Rapporto Robertson 1990, 2010 e 2016).
Nei diagrammi sono riportati i valori i valori della resistenza alla penetrazione della punta meccanica (Qc) in Mpa, i valori della resistenza laterale specifica (fs), in kPa, i valori U in kpa (pressione idrostatica nei pori). Il rilievo e la memorizzazione dei dati di prova sono stati eseguiti mediante l'impiego di una punta digitale "MK" della Pagani Geotechnical Equipment, delle seguenti caratteristiche tecniche:

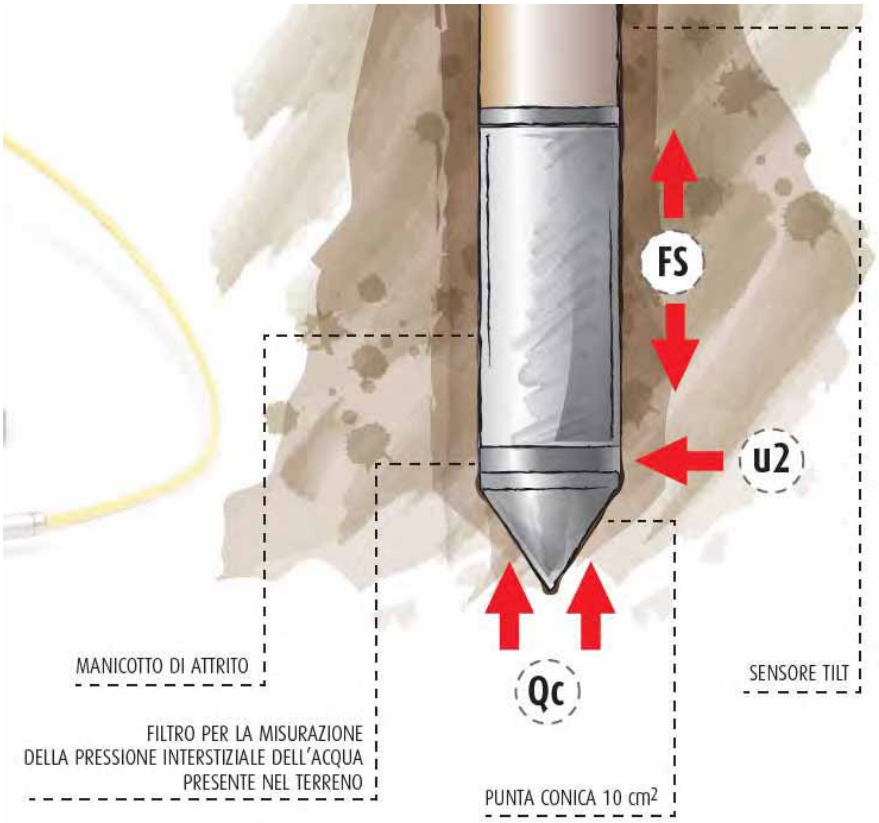
SPECIFICHE TECNICHE

Sensore	Fondo scala	Risoluzione	Precisione
QC	50 - 100 MPa	24 bit	0,005 MPa
FS	1600 kPa	24 bit	0,04 MPa
U2	2500 kPa	24 bit	0,04 MPa
TILT	0° - 20°	12 bit	0,5°

DIMENSIONI

Lunghezza	320 mm	Peso	1,8 kg
Diametro	35,8 mm	Angolo di apertura punta	60°
Sezione	10 cm²	Superficie manicotto laterale	150 cm²

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

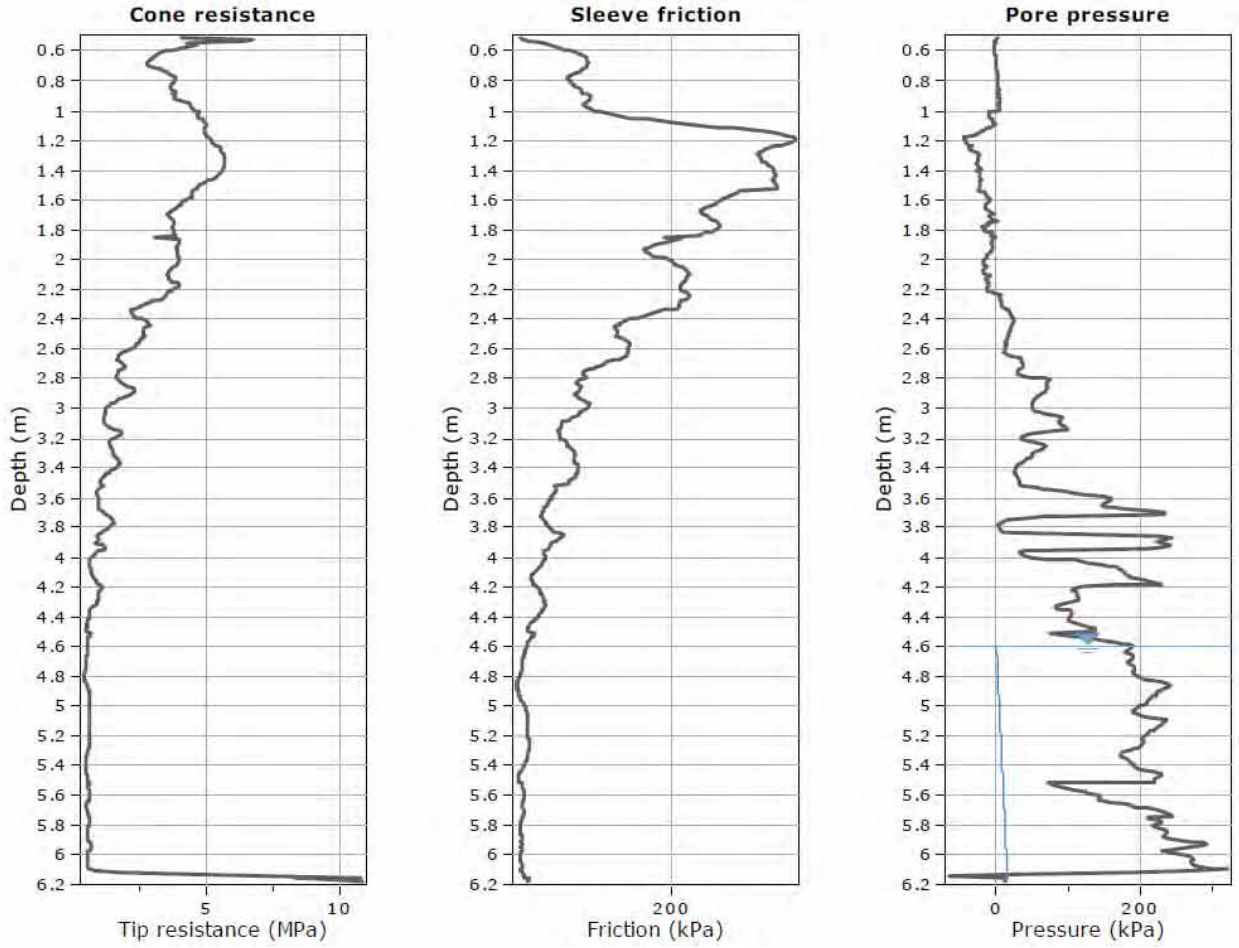


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

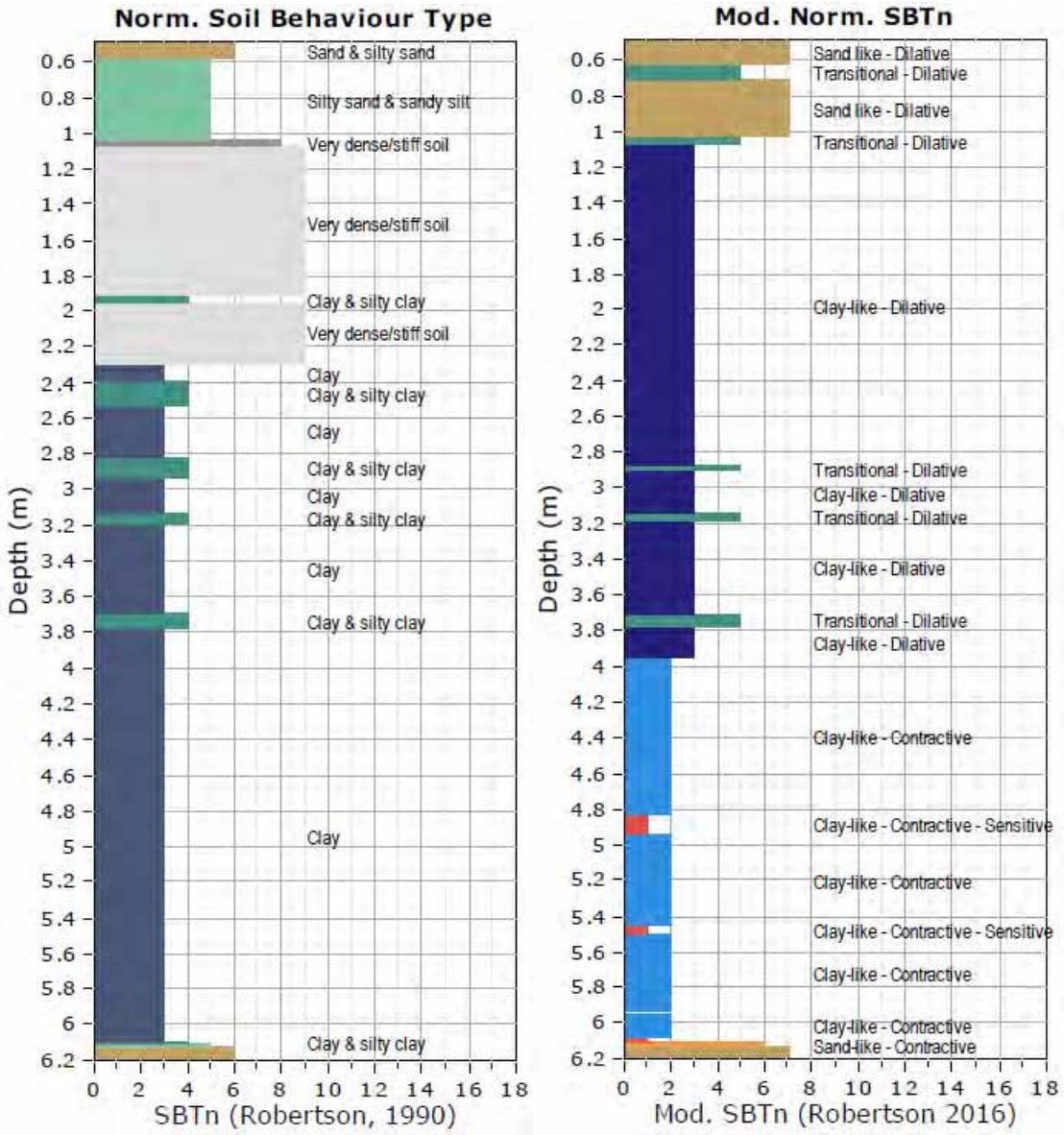
Vengono di seguito riportate le tabelle ed i grafici dei valori desunti dalle prove penetrometriche statiche con piezocono CPTu:

PROVA CPTu01

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: Pagani Piezocono MKj505
Prova eseguita in data: 18/10/2019
Profondità prova: 6.18 m
Località: Castelfranco E. - Via Solimei



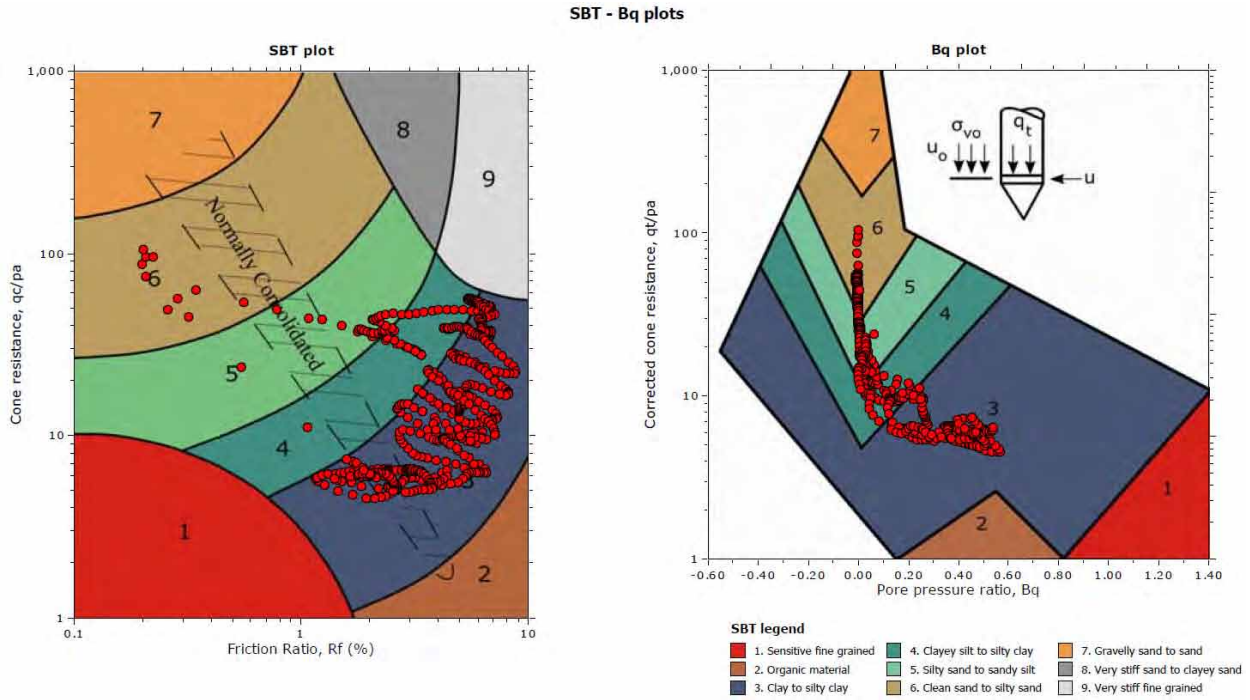
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

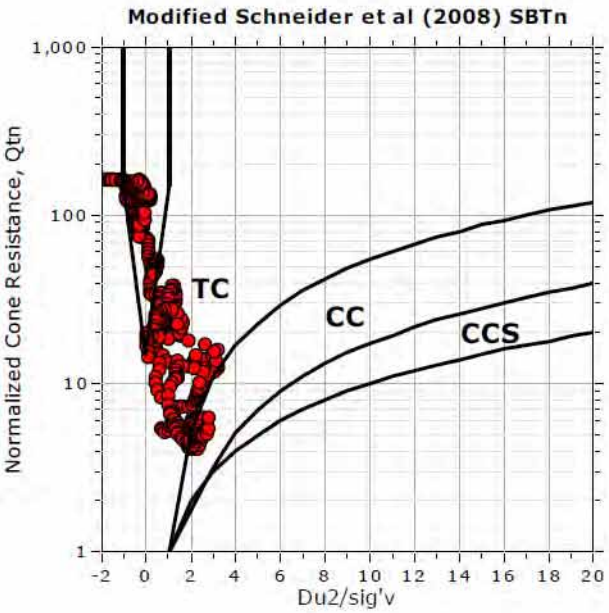


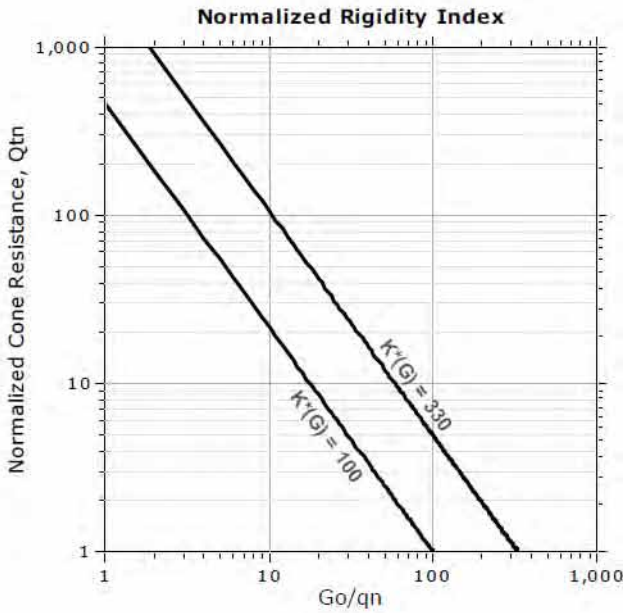
Mod. SBTn legend

1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
2. CC: Clay-like - Contractive
3. CD: Clay-Like: Dilative
4. TC: Transitional - Contractive
5. TD: Transitional - Dilative
6. SC: Sand-like - Contractive
7. SD: Sand-like - Dilative

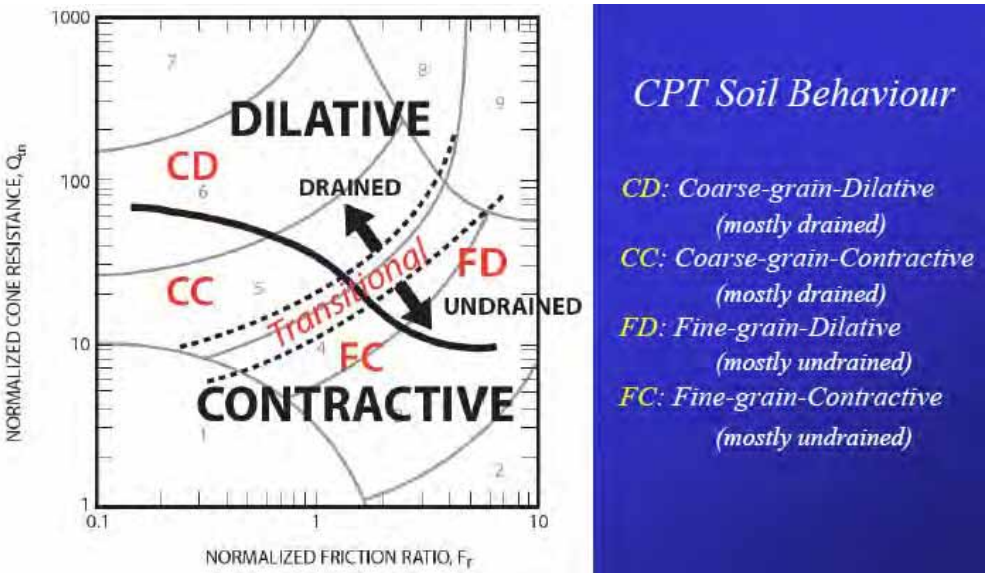
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

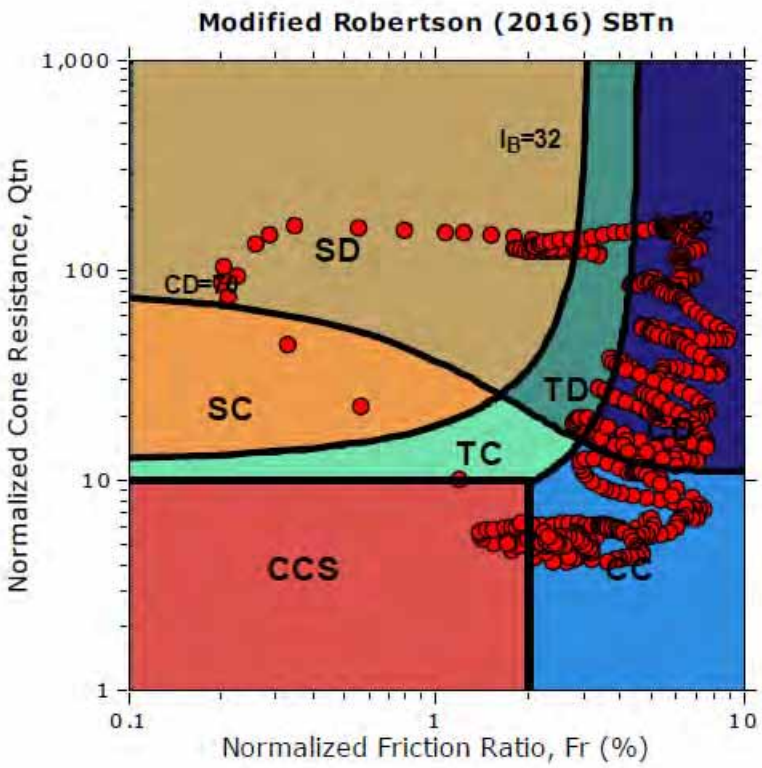






Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



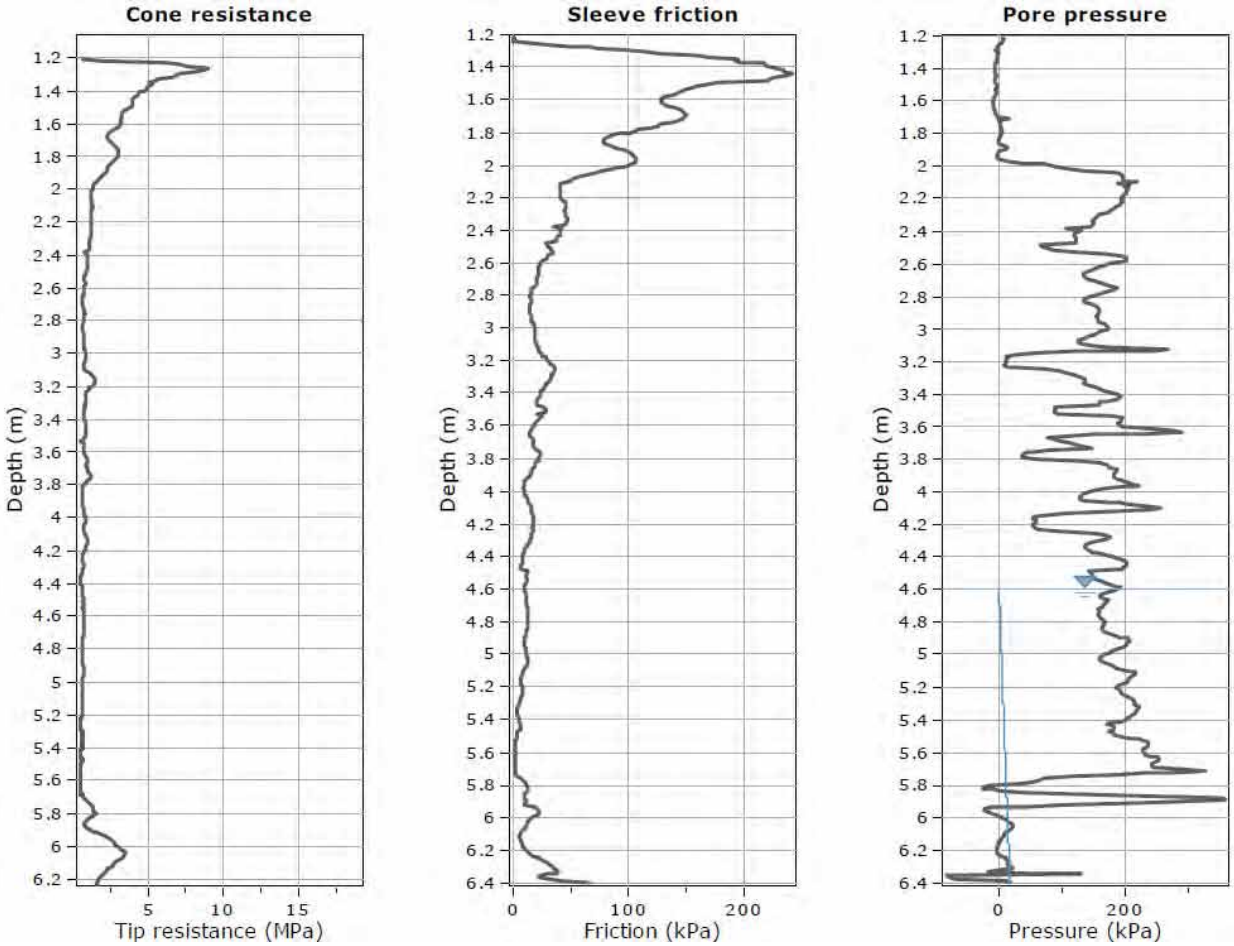


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

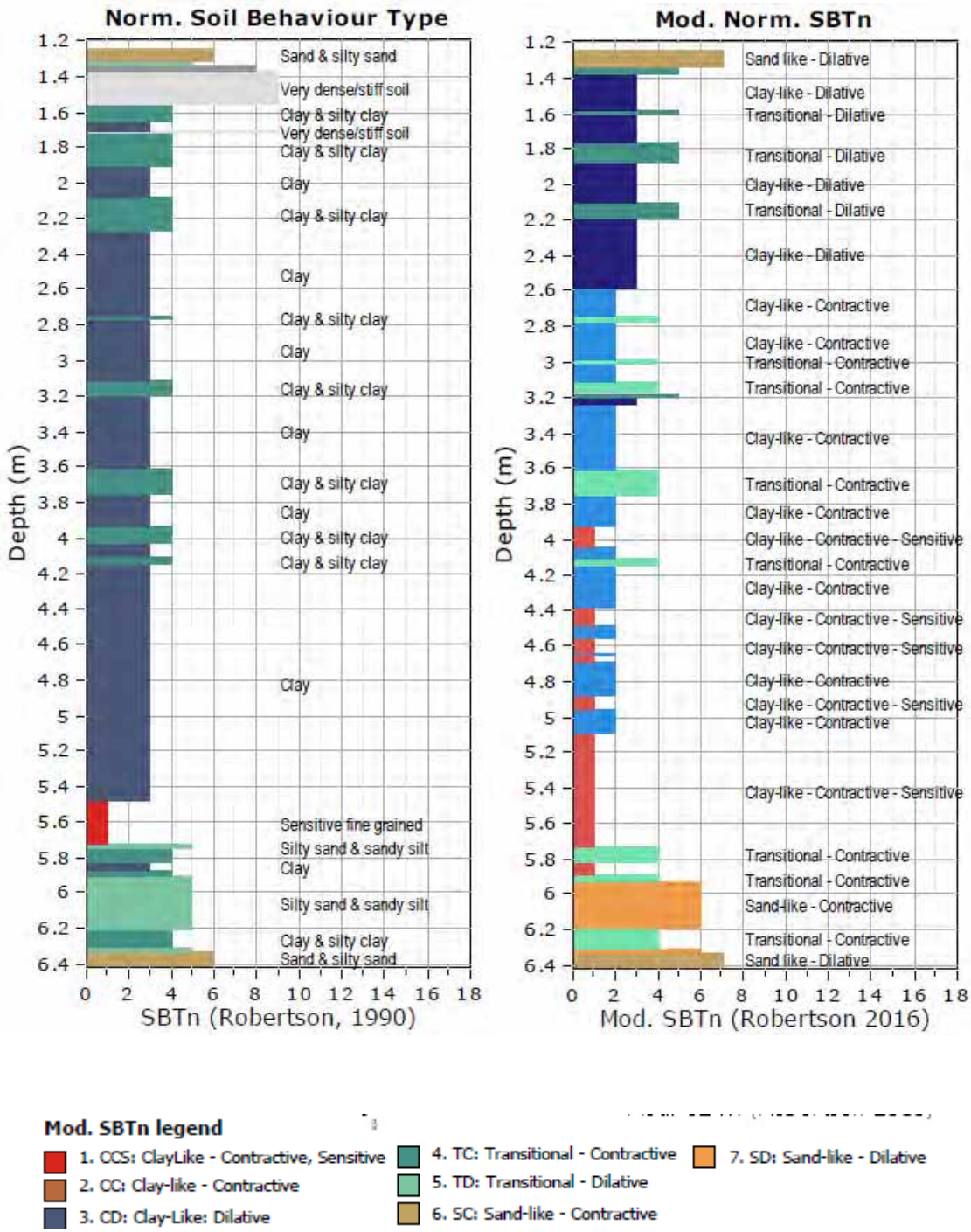
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVA CPTu02

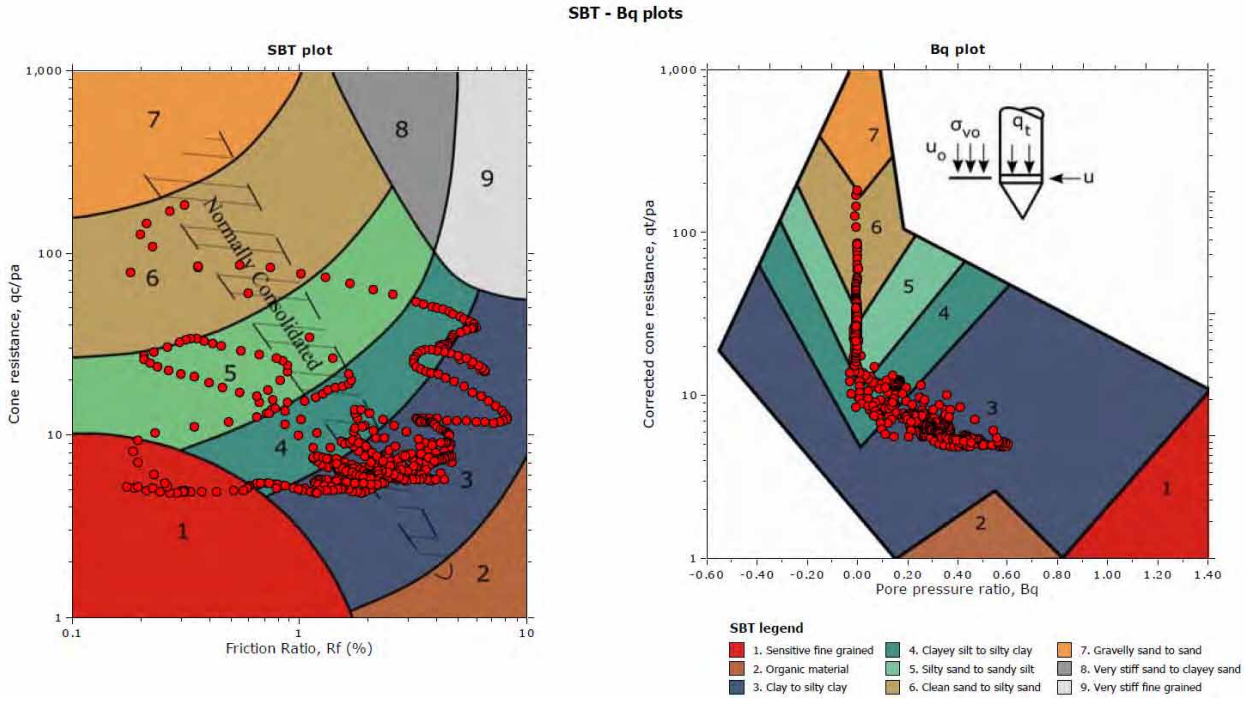
Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: Pagani Piezocono MKj505
Prova eseguita in data: 18/10/2019
Profondità prova: 6.40 m
Località: Castelfranco E. - Via Solimei

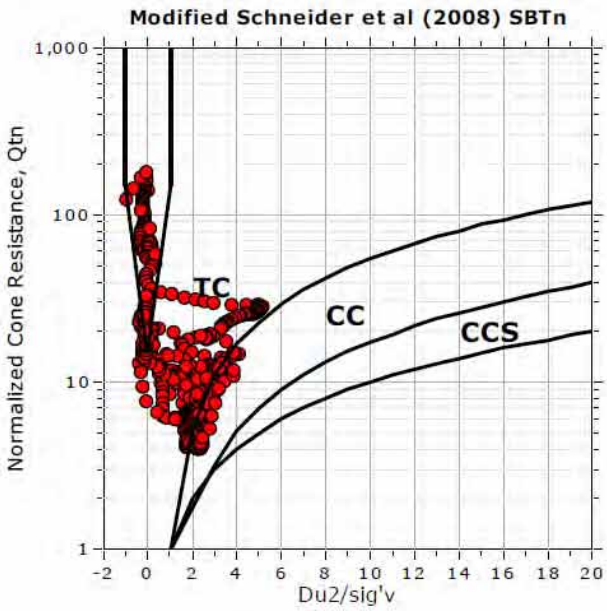


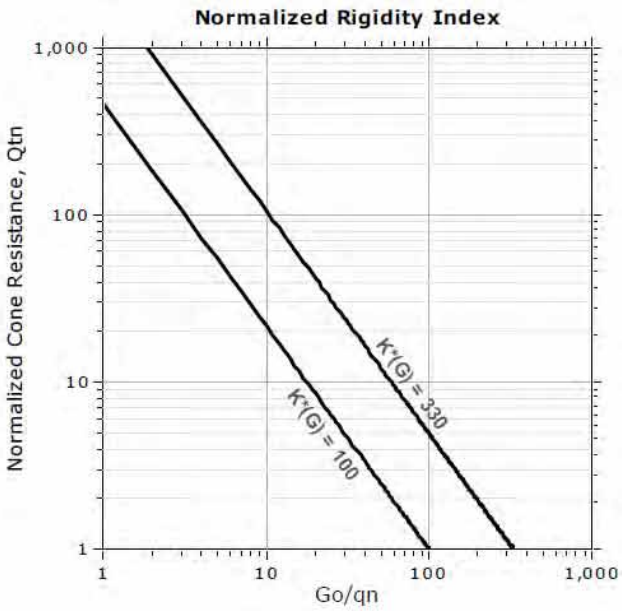
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



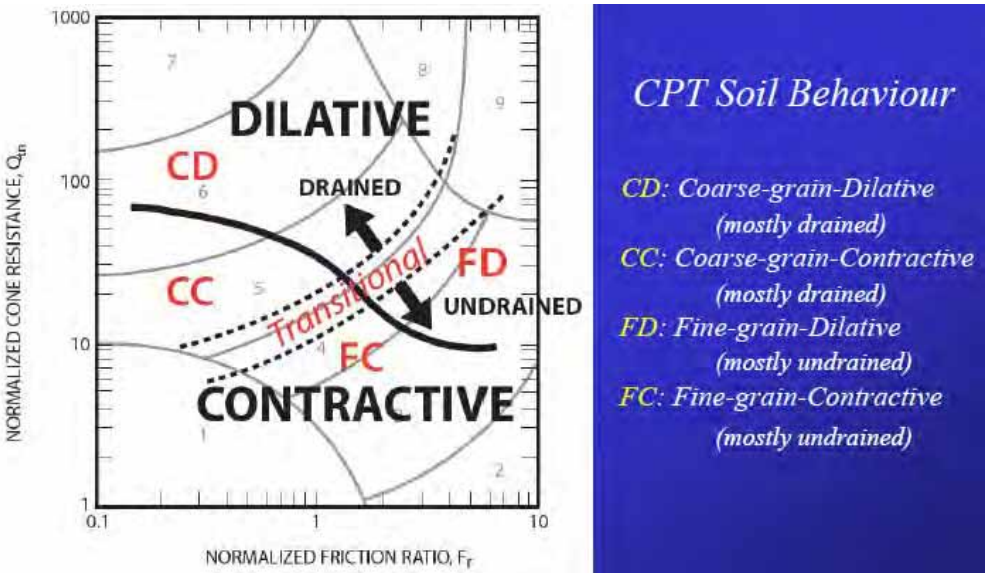
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

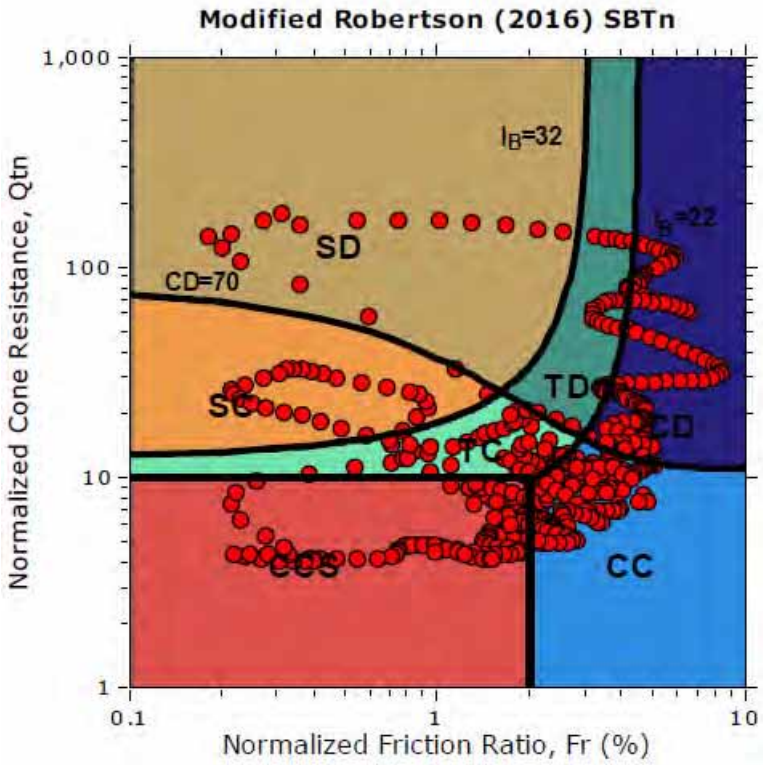






Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione





CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

b2b. Prova penetrometrica statica meccanica CPTm

I valori riportati nelle tabelle della prova penetrometrica statica meccanica rappresentano i valori della resistenza alla penetrazione della punta meccanica (Rp), infissa nel terreno a passo 20cm, espressi in MPa, i valori della resistenza laterale specifica (Rl), in MPa ed i valori del rapporto delle resistenze Rp/Rl (Rapporto Begemann 1965 e Rapporto Schmertmann 1978).
Nei diagrammi sono riportati i valori i valori della resistenza alla penetrazione della punta meccanica (Rp) in MPa, i valori della resistenza laterale specifica (Rl), in MPa ed i valori del rapporto delle resistenze Rp/Rl.
Vengono di seguito riportate le tabelle ed i grafici dei valori desunti dalle prove penetrometriche statiche meccaniche CPTm:

PROVA CPT01

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN
Prova eseguita in data: 17/10/2011
Profondità prova: 6.60 mt
Località: Castelfranco Emilia

Profondità (m)	Lettura punta (Mpa)	Lettura laterale (Mpa)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	1.9	0.0	
0.40	40.00	69.0	40.0	1.9	21.1	4.8
0.60	46.00	75.0	46.0	2.7	17.0	5.9
0.80	38.00	79.0	38.0	2.9	13.1	7.6
1.00	70.00	114.0	70.0	3.7	18.9	5.3
1.20	65.00	120.0	65.0	3.6	18.1	5.5
1.40	56.00	110.0	56.0	2.3	24.3	4.1
1.60	35.00	70.0	35.0	2.4	14.6	6.9
1.80	24.00	60.0	24.0	0.9	26.7	3.8
2.00	16.99	30.0	17.0	0.9	18.9	5.3
2.20	11.00	24.0	11.0	0.6	18.3	5.5
2.40	13.00	22.0	13.0	0.5	26.0	3.8
2.60	9.00	17.0	9.0	0.6	15.0	6.7
2.80	8.00	17.0	8.0	0.5	16.0	6.3
3.00	10.00	17.0	10.0	0.4	25.0	4.0
3.20	9.00	15.0	9.1	0.4	22.8	4.4
3.40	6.00	12.0	6.1	0.3	20.3	4.9
3.60	6.00	11.0	6.1	0.5	12.2	8.2
3.80	8.00	16.0	8.1	0.5	16.2	6.2
4.00	8.00	15.0	8.1	0.4	20.3	4.9
4.20	7.00	13.0	7.1	0.4	17.8	5.6
4.40	6.00	12.0	6.1	0.3	20.3	4.9
4.60	6.00	11.0	6.1	0.3	20.3	4.9
4.80	6.00	11.0	6.1	0.5	12.2	8.2
5.00	6.00	13.0	6.1	0.4	15.3	6.6
5.20	6.00	12.0	6.1	0.4	15.3	6.6
5.40	7.00	13.0	7.1	0.4	17.8	5.6
5.60	9.00	15.0	9.1	1.1	8.3	12.1
5.80	15.00	32.0	15.1	0.5	30.2	3.3
6.00	18.00	26.0	18.1	0.7	25.9	3.9
6.20	26.00	36.0	26.1	1.3	20.1	5.0
6.40	220.00	240.0	220.1	1.3	169.3	0.6
6.60	250.00	270.0	250.1	0.0		0.0

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVA CPT02

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN
Prova eseguita in data: 17/10/2011
Profondità prova: 6.60 mt
Località: Castelfranco Emilia

Profondità (m)	Lettura punta (Mpa)	Lettura laterale (Mpa)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	1.4	0.0	
0.40	57.00	78.0	57.0	1.9	30.0	3.3
0.60	47.00	75.0	47.0	3.0	15.7	6.4
0.80	62.00	107.0	62.0	1.1	56.4	1.8
1.00	90.00	106.0	90.0	5.9	15.3	6.6
1.20	92.00	180.0	92.0	6.1	15.1	6.6
1.40	88.00	180.0	88.0	3.3	26.7	3.8
1.60	50.00	100.0	50.0	3.7	13.5	7.4
1.80	65.00	120.0	65.0	4.3	15.1	6.6
2.00	55.00	120.0	55.0	3.5	15.7	6.4
2.20	43.00	96.0	43.0	2.1	20.5	4.9
2.40	35.00	66.0	35.0	2.1	16.7	6.0
2.60	26.00	58.0	26.0	1.0	26.0	3.8
2.80	13.00	28.0	13.0	0.9	14.4	6.9
3.00	13.00	26.0	13.0	0.6	21.7	4.6
3.20	9.00	18.0	9.1	0.5	18.2	5.5
3.40	7.00	15.0	7.1	0.6	11.8	8.5
3.60	8.00	17.0	8.1	0.4	20.3	4.9
3.80	8.00	14.0	8.1	0.5	16.2	6.2
4.00	7.00	14.0	7.1	0.3	23.7	4.2
4.20	7.00	11.0	7.1	0.4	17.8	5.6
4.40	7.00	13.0	7.1	0.5	14.2	7.0
4.60	9.00	16.0	9.1	0.5	18.2	5.5
4.80	7.00	15.0	7.1	0.4	17.8	5.6
5.00	6.00	12.0	6.1	0.4	15.3	6.6
5.20	8.00	14.0	8.1	0.5	16.2	6.2
5.40	8.00	16.0	8.1	0.7	11.6	8.6
5.60	10.00	20.0	10.1	0.6	16.8	5.9
5.80	7.00	16.0	7.1	0.5	14.2	7.0
6.00	9.00	16.0	9.1	0.7	13.0	7.7
6.20	9.00	20.0	9.1	1.3	7.0	14.3
6.40	200.00	220.0	200.1	1.3	153.9	0.6
6.60	180.00	200.0	180.1	0.0		0.0

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

c. Il modello geologico-tecnico del volume significativo

La natura litologica dei terreni oggetto dei sondaggi geognostici e delle prove penetrometriche è dedotta dall'analisi delle cassette stratigrafiche e dai diagrammi penetrometrici mediante "Guide for estimating soil type from dutch friction-cone ratio" (Schmertmann, 1969 e Raccomandazioni A.G.I. 1977) per le prove meccaniche cptm e dall'analisi dei diagrammi penetrometrici mediante Robertson (2010, 2016) per le prove con piezocono cptu.
Le sequenze stratigrafiche desunte dall'analisi delle indagini geognostiche e geofisiche evidenziano i seguenti livelli litologici:

0.00 -0.80/1.00 m Materiale di riporto;
0.80/1.00 - 1.00/1.50 m Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A);
1.00/1.50 -3.60/4.30 m Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B);
3.60/4.30 - 6.30 m Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C);
6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D);
15.00 - 16.10 m Livello di Torba (E);
16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F).

La falda, in fase di indagine, è stata rinvenuta a 4.30 m dal p.c..

Infine sulla base delle indicazioni emerse dall'analisi delle prove penetrometriche e sulla base delle litologie presenti si è provveduto a caratterizzare e parametrizzare, dal punto di vista geotecnico, i terreni di fondazione.
In virtù delle considerazioni sopra esposte risulta che i parametrici geotecnici caratteristici per i materiali presenti sono i seguenti:

- In termini di parametri di resistenza:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	c'k(kPa)	ϕ'k(°)	Cuk(kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	3	18	70
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	2	17	60

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3.60/4.30 - 6.30	**Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)**	**17**	**19**	**1**	**20**	**70**
6.30 - 15.00	**Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)**	**20**	**21**	**0**	**32**	**/**
15.00 - 16.10	**Livello di Torba (E)**	**13**	**15**	**0**	**14**	**30**
16.20 - 20.00	**Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)**	**17**	**19**	**5**	**19**	**100**

- In termini di parametri di deformabilità:

Profondità dal p.c. (m)	**Unità Formazionale**	**γ'_d (kN/m³)**	**γ'_w (KN/m³)**	**Coeff. di Poisson (v)**	**Modulo Elastico E' (kPa)**	**Modulo Edometrico E_d (kPa)**
0.00 - 0.80/1.00	**Materiale di Riporto**	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	**Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)**	**17**	**19**	**0.45**		**4500**
1.00/1.50 - 3.60/4.30	**Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)**	**17**	**19**	**0.45**		**4000**
3.60/4.30 - 6.30	**Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)**	**17**	**19**	**0.45**		**3500**
6.30 - 15.00	**Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)**	**20**	**21**	**0.35**	**30000**	

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

15.00 - 16.10	**Livello di Torba (E)**	**13**	**15**	**0.48**		**2000**
16.20 - 20.00	**Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)**	**17**	**19**	**0.42**		**7000**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

9. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E LOCALE

a. Sismicità delle aree di interesse

Allo stato attuale la normativa di riferimento in materia sismica risulta essere il D.M. 17 gennaio 2018 recante "norme tecniche per le costruzioni", entrato in vigore a partire dal 22 marzo 2018.
La classificazione sismica dei comuni della regione Emilia-Romagna introdotta ai sensi del punto 3 dell'Allegato 1 dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 maggio 2003, prevede che il territorio nazionale sia suddiviso in quattro zone sismiche, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione (a_g).
Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formulazione degli elenchi delle medesime zone" all'allegato 1.A" sono individuate quattro zone sismiche orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.
Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima al suolo a_g, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $Vs_{30} > 800\ m/s$ secondo lo schema seguente. I valori di accelerazione delle quattro zone sismiche sono maggiormente specificati rispetto all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 secondo la schema di seguito proposto (tabella 9.1):

Tabella 9.1: Valori di accelerazione al suolo a_g

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g) – OPCM 3519	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g) – OPCM 3472
1	$0.25 < a_g \leq 0.35\ g$	$0.35\ g$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25\ g$	$0.25\ g$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15\ g$	$0.15\ g$
4	$\leq 0.05\ g$	$0.05\ g$

Di seguito si riportano le classificazioni della sismicità dei comuni interessati dagli interventi in base alle vecchie normative e ovviamente anche in base alla nuova e vigente classificazione proposta dall'OPCM 3274/2003 e s.m.i (tabella 9.2).

Tabella 9.2: Classificazione della sismicità del comune e valore dell'accelerazione al suolo a_g

Comune	Classificazione sismica (Decreti fino al 1984)	Classificazione sismica OPCM 3274/2003	a_g
Castelfranco E.	n.c.	3	0.15 g

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

b. Sismicità storica delle aree di intervento

Nella tabella 9.3 sono riportati i dati storici del comune di Castelfranco Emilia, definiti nel Gruppo di lavoro CPTI (2015) Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2015 (CPTI15), INGV, Bologna con aggiornamento DBMI15 (dicembre 2015) reperibile all'indirizzo web http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/

Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
F	1885	02	26	20	48		Pianura Padana	78	6	5.01
3	1898	03	04	21	05		Parmense	313	7-8	5.37
4	1904	02	25	18	47	5	Reggiano	62	6	4.81
NF	1904	11	17	05	02		Pistoiese	204	7	5.10
NF	1912	09	12	21	15		Carpi	13	4	3.76
NF	1913	11	25	20	55		Appennino parmense	73	4-5	4.65
2	1922	05	24	21	17	2	Ferrarese	7	4	3.70
3	1923	06	28	15	12		Modenese	22	6	5.04
4-5	1929	04	19	04	16		Bolognese	82	6-7	5.13
5-6	1929	04	20	01	10		Bolognese	109	7	5.36
6	1929	04	22	08	26		Bolognese	41	6-7	5.10
5-6	1929	04	22	14	19		Bolognese	12	5-6	4.61
6	1929	04	29	18	36		Bolognese	45	6	5.20
3	1929	08	17	04	25		Bolognese	10	4-5	3.89
2	1931	06	10	17	02		Modenese	14	4	4.59
3	1934	09	18	09	37		Vignola	6	4	3.95
5	1963	11	04	15	46		Bassa modenese	5	5	4.16
2	1967	04	03	16	36	1	Reggiano	45	5	4.44
4	1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8	5.51
NF	1971	09	11	23	18	1	Pianura emiliana	15	5	4.19
4	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
3-4	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
4	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
NF	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
NF	1992	04	17	11	59	0	Appennino bolognese	56	4-5	4.11
5	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
NF	1998	02	21	02	21	1	Pianura emiliana	104	5	3.93
3-4	1999	07	07	17	16	1	Frignano	32	5	4.67
3	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

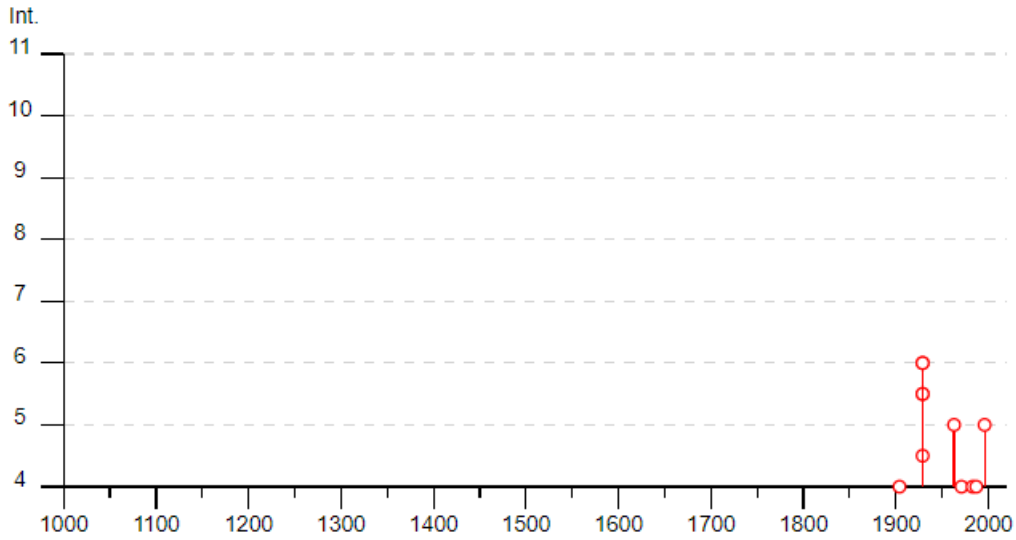


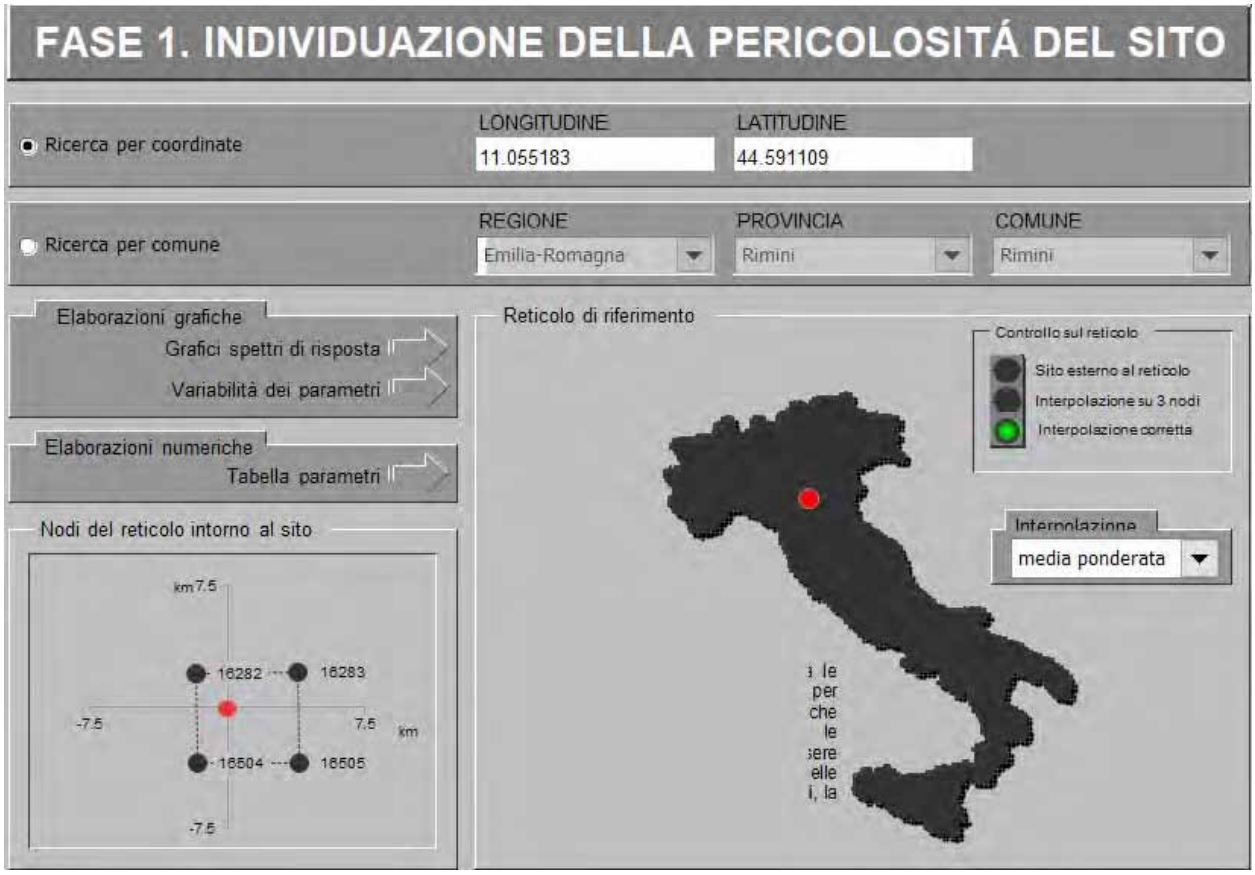
Tabella 9.3: Storia sismica del comune di Castelfranco Emilia (MO).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

c. Individuazione della pericolosità sismica del sito

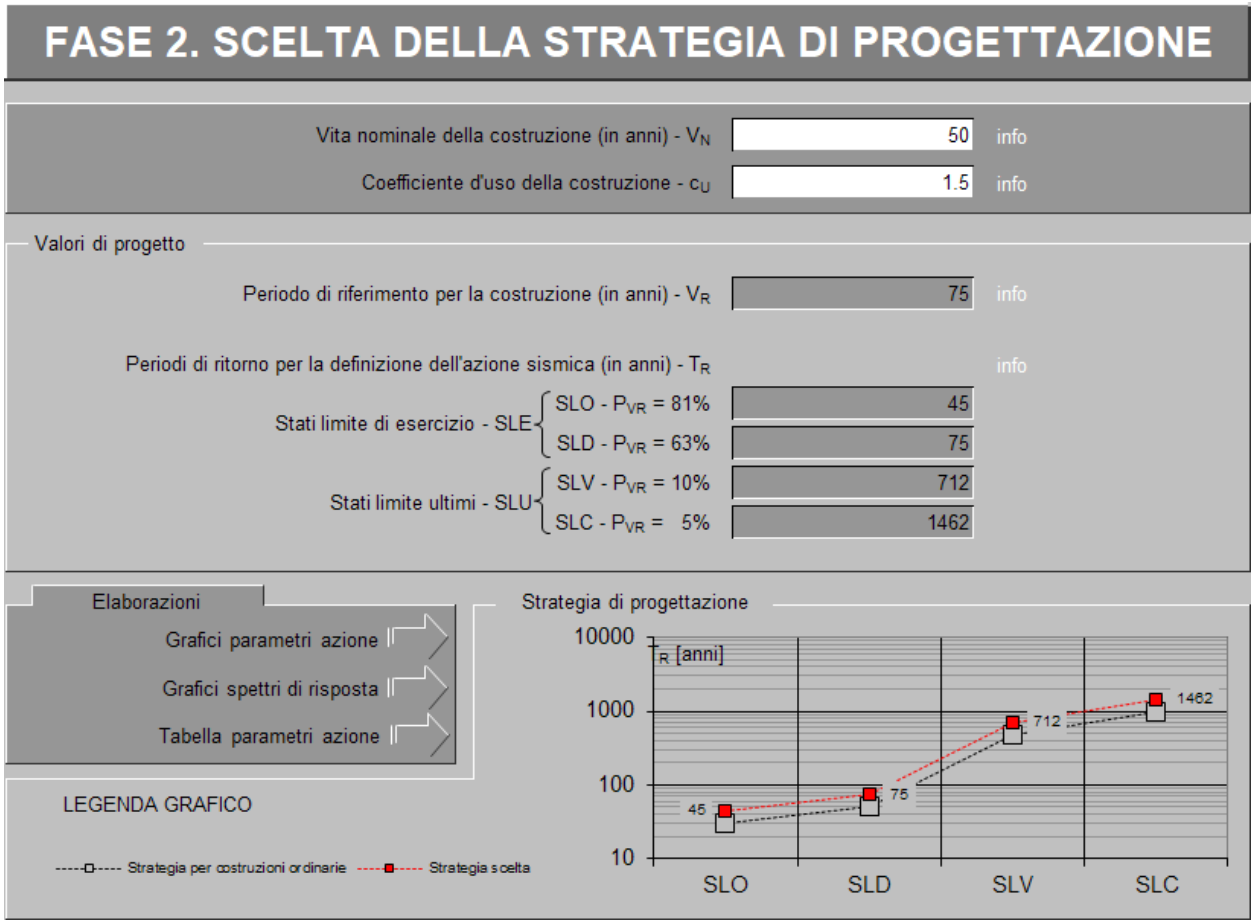
Di seguito si riportano i dati salienti per la definizione della pericolosità sismica del sito che sono stati inseriti nel foglio di calcolo "Spetti NTC v. 1.03" scaricabile dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (http://www.infrastrutture.gov.it/consuplp/).

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione

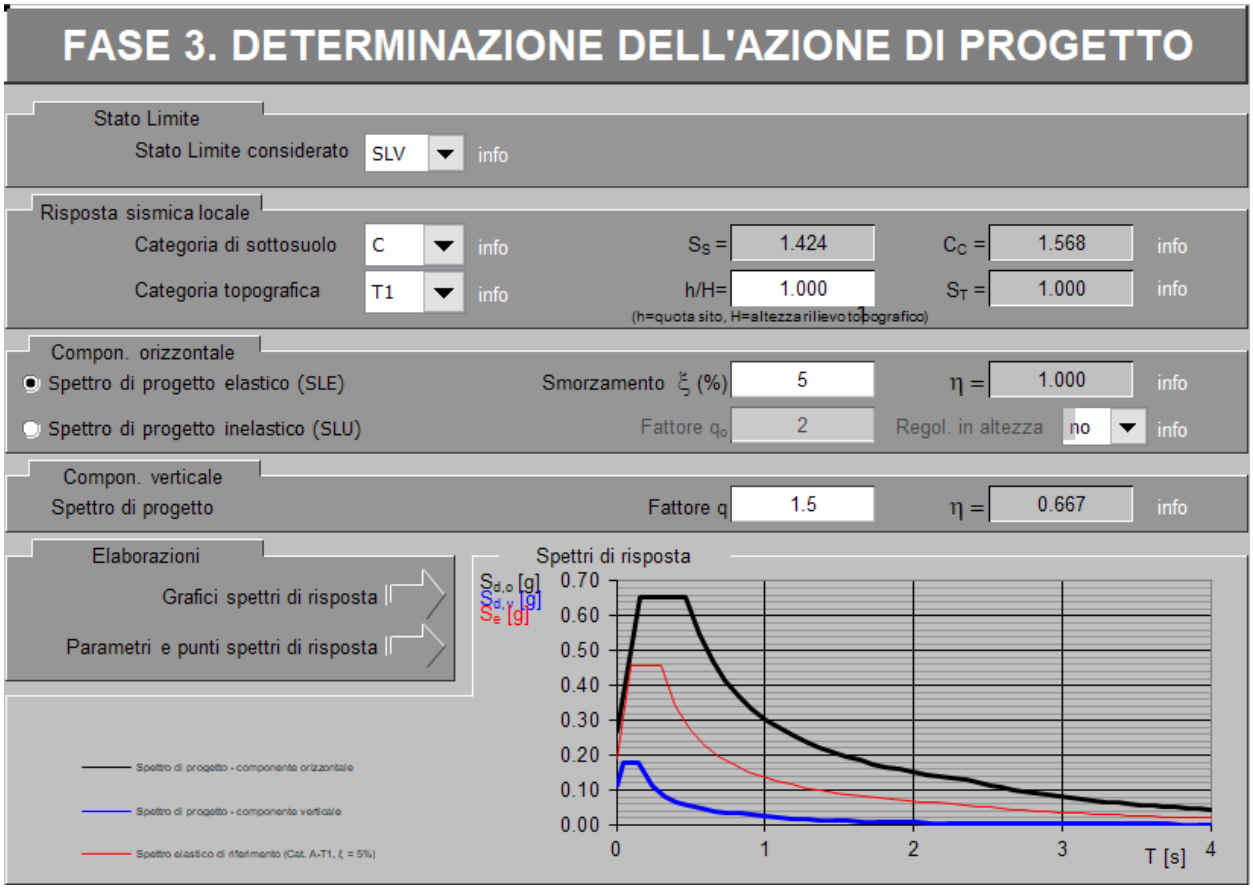


STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.059	2.505	0.268
SLD	75	0.074	2.483	0.277
SLV	712	0.190	2.421	0.296
SLC	1462	0.244	2.420	0.302

Tabella 9.4: Valori dei parametri a_g, F_o, T_c* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno Stato Limite.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

FASE 3 - Determinazione dell'azione di progetto



d. Ricostruzione del profilo sismo-stratigrafico del sito

In Pianura Padana la superficie di base del Sistema Emiliano Romagnolo (0.45 Ma) è la più recente superficie di discordanza angolare in scala regionale.
I terreni più recenti che registrano diffuse deformazioni alla mesoscala sono le Sabbie di Imola e il Sistema Emiliano-Romagnolo inferiore (SERI) di età compresa tra 0.8 e 0.45 Ma; risulta dunque evidente, anche da osservazioni di campagna, che gran parte del margine appenninico-padano e del sottosuolo padano-adriatico sono stati interessati da deformazioni più recenti di 0.45 Ma.
Nell'area di studio la SERS è indicata a una profondità compresa tra 50 e 100 m. Dall'analisi delle prove eseguite con sismica a riflessione ad alta risoluzione risulta che fino alla profondità di circa 100 m si registrano aumenti delle velocità di propagazione delle onde sismiche fino 550/600 m/s. La profondità di circa 100-120 m da p.c. può essere considerata come la quota del bedrock sismico.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

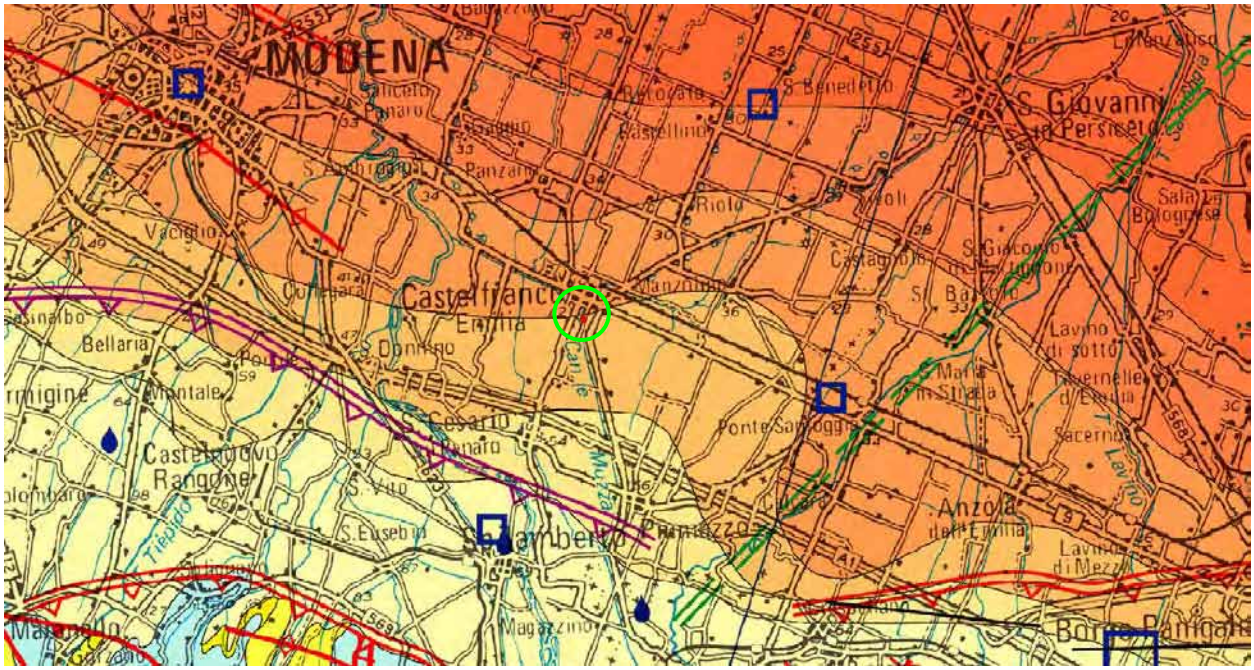


Figura 9.1: Carta Sismotettonica redatta dalla Regione Emilia Romagna (2016).

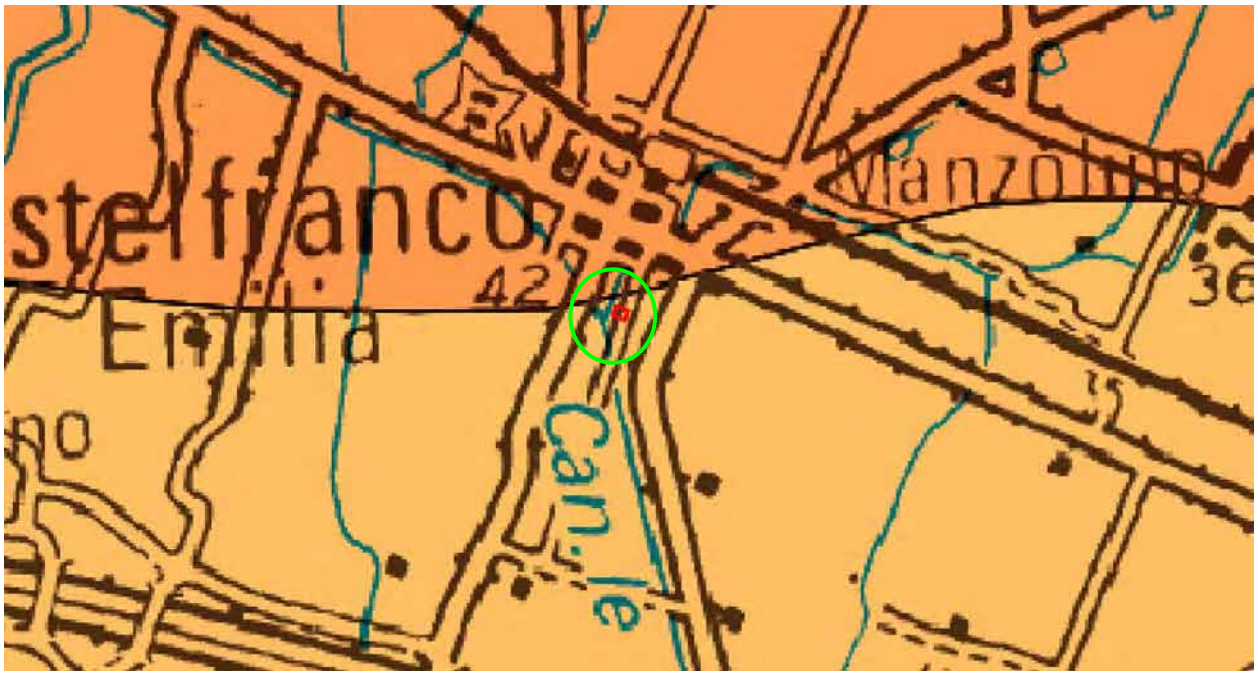
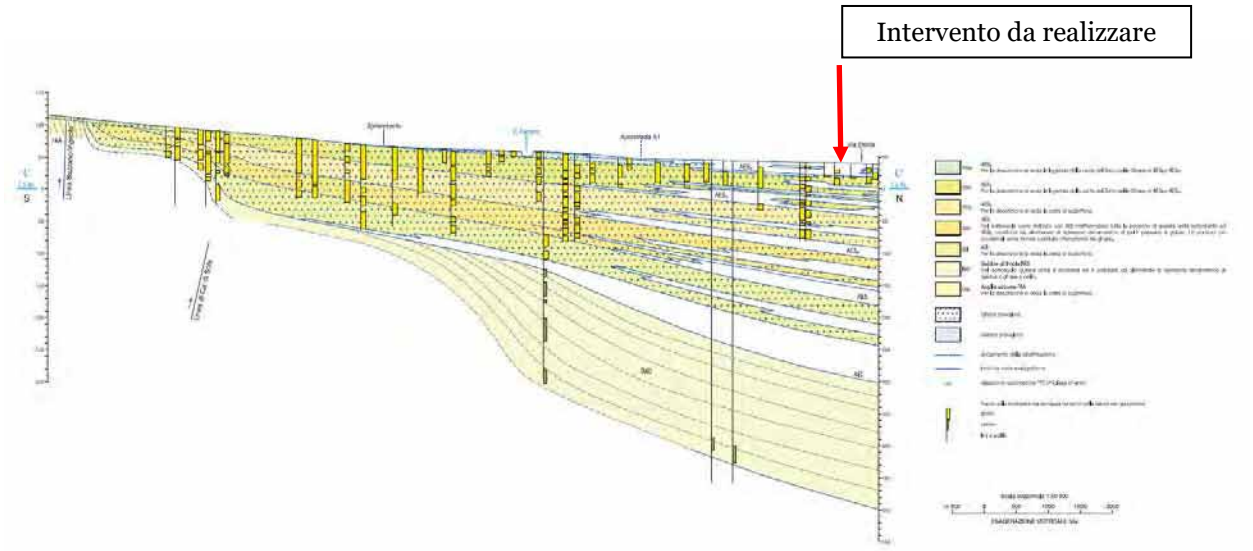


Figura 9.2: Particolare della Carta Sismotettonica redatta dalla Regione Emilia Romagna (2016).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

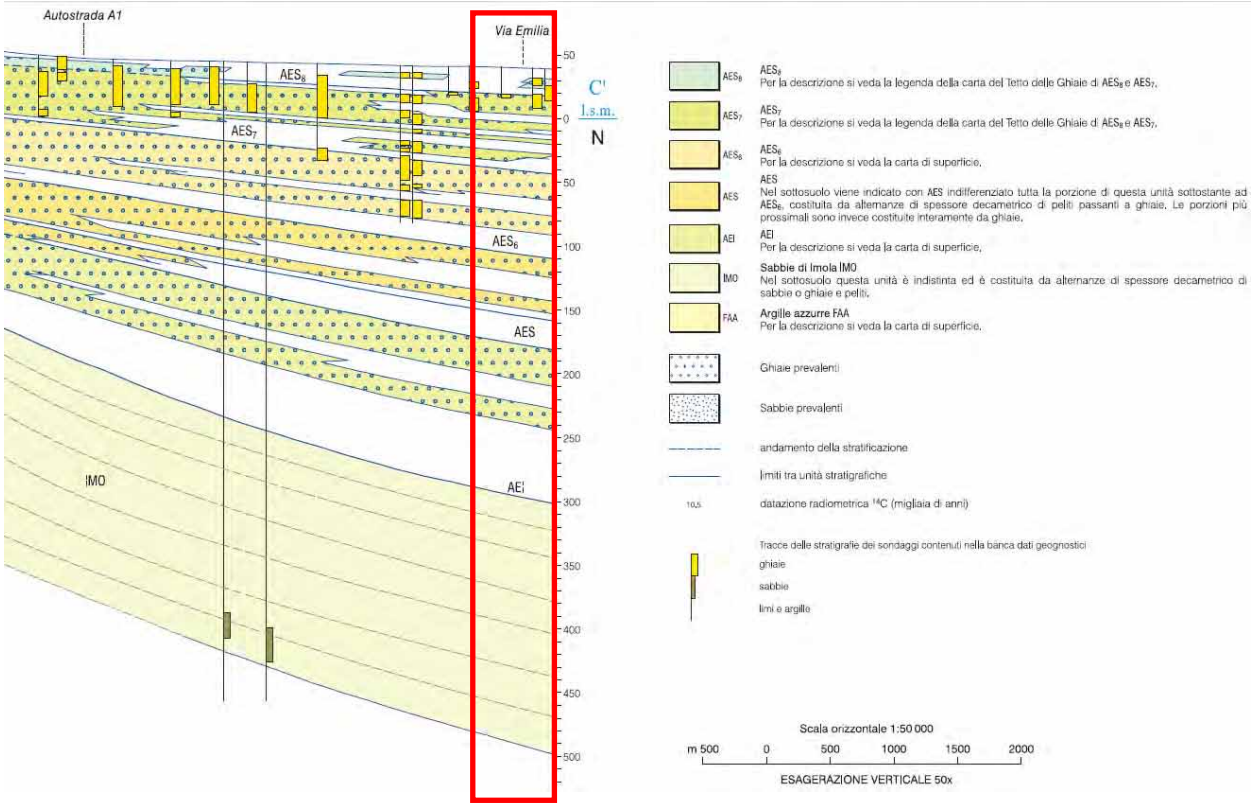
Tali dati desunti dalla Carta sismotettonica di cui sopra sono stati integrati con la banca dati geognostica della Regione Emilia Romagna e le sezioni profonde ricavate. La profondità del bedrock sismico risulta pertanto ipotizzata a 100-120 m di profondità.

Si riporta la Sezione 12 con ubicata l'area di realizzazione dell'intervento in progetto ed un suo particolare (in rosso la freccia con ubicato l'intervento).



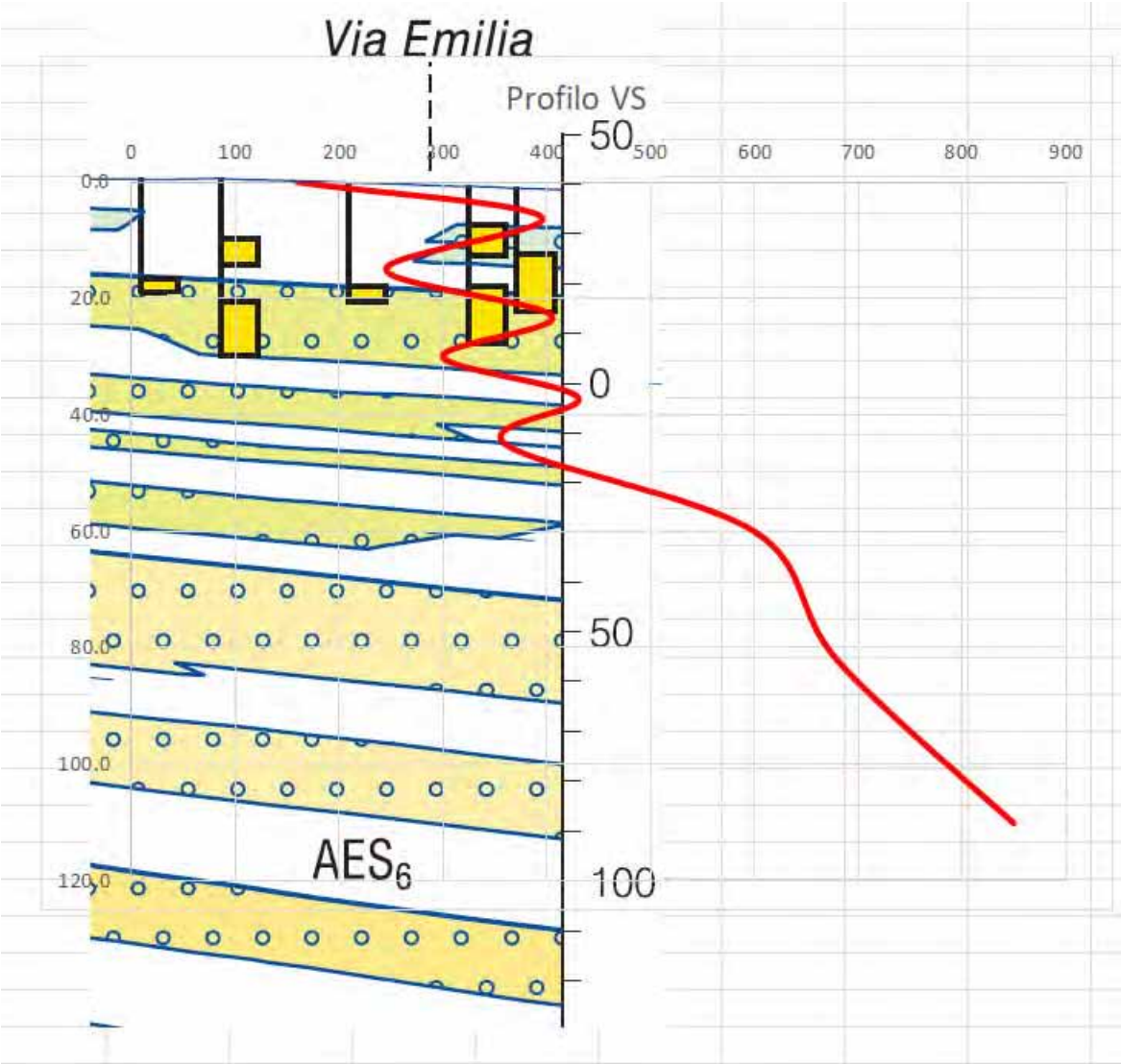
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Particolare Sezione 12



Ai fini della ricostruzione della geologia profonda necessaria all'individuazione del bedrock sismico utile per le analisi di risposta sismica locale (RSL) da effettuare sono stati utilizzati i dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate nel sito e i dati dei pozzi (in prossimità dell'intervento) profondi.
Nel confronto tra la sezione geologica 12 ed i dati di cui sopra si può individuare la profondità del bedrock sismico (in rosso il profilo di Vs fino alla profondità del bedrock sismico)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



Prof.	Spessore	Vs
0.0	6.00	160
6.0	9.00	395
15.0	8.00	245
23.0	7.00	405
30.0	7.00	300
37.0	8.00	430
45.0	15.00	360
60.0	22.15	600
82.2	28.00	680
110.2	38.00	850

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

e. Risposta sismica locale (RSL)

e1. Premessa

Per il sito di indagine è stato effettuato lo studio dell'analisi di risposta simica locale (RSL) finalizzata alla valutazione dell'azione sismica in superficie.
Tale analisi costituisce lo studio di "riferimento" del sito in esame, i cui risultati sono stati conseguiti opportunamente nei confronti delle SLV per strutture di tipo ordinario (Classe III).
Si ricorda che le norme NTC2018 al Paragrafo 3.2.2 recitano: "Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2……." .
Dal punto di vista strettamente fisico, per analisi di risposta sismica locale si intende la valutazione quantitativa delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite da un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S).

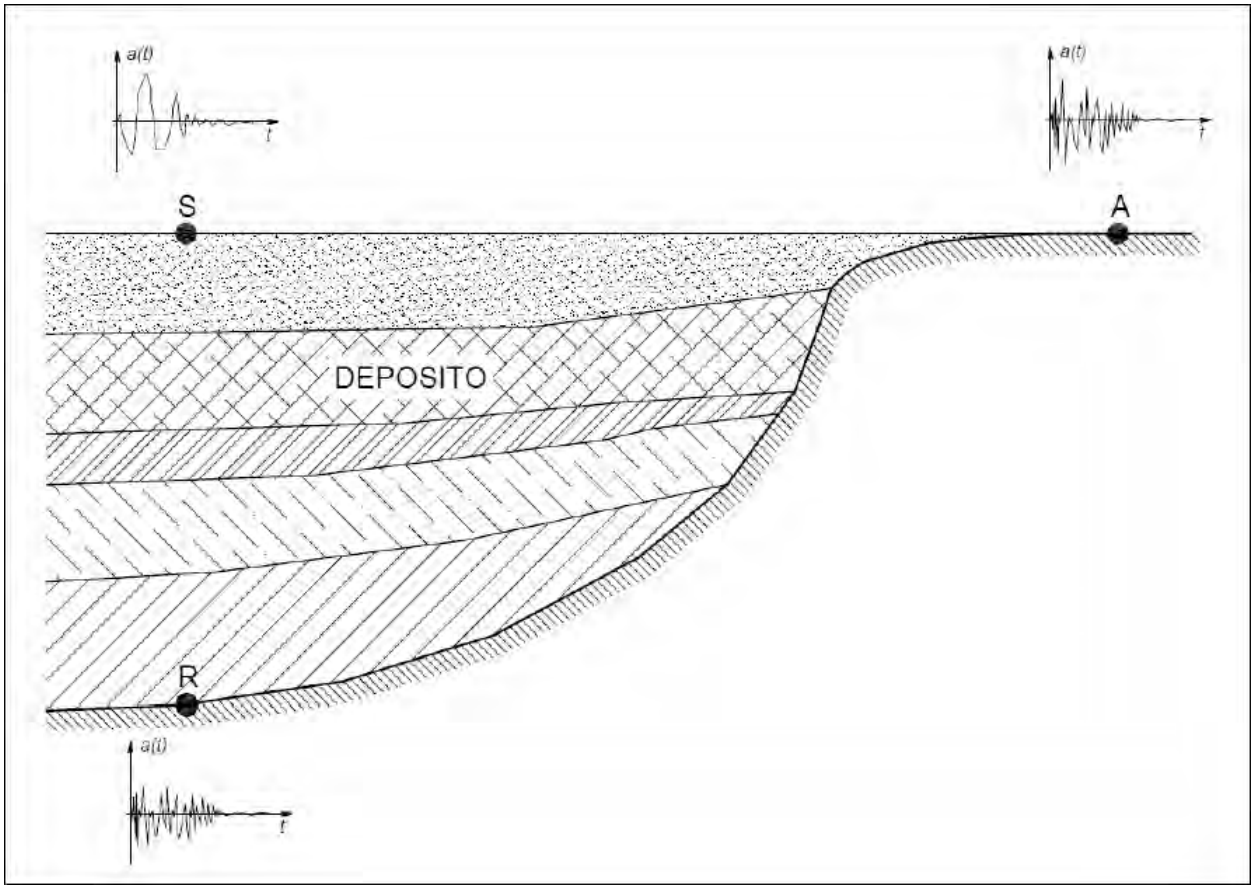


Figura 9.3: Schema di riferimento per la valutazione della risposta sismica locale.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Dal punto di vista tecnico, è forse più significativa una valutazione alternativa di tale fenomeno, cioè quella che assume come moto sismico di riferimento quello relativo ad un ipotetico (o reale) affioramento della formazione rocciosa di base (A). La valutazione quantitativa della risposta sismica locale può quindi effettuarsi sulla base del confronto tra le diverse grandezze rappresentative del moto sismico alla superficie del terreno e quello di riferimento (roccia di base o affiorante), nel dominio del tempo o delle frequenze. Nel dominio del tempo un parametro spesso utilizzato è il fattore di amplificazione:

$$FA = \frac{a_{max,S}}{a_{max,A}}$$

dove $amax,S$ rappresenta l'accelerazione massima registrata sulla superficie del deposito e $amax,A$ l'accelerazione massima sulla roccia affiorante. Tale fattore può risultare maggiore o minore dell'unità identificando un effetto di amplificazione o di smorzamento. Il fattore di amplificazione così definito però ha il limite di non descrivere l'effetto di "filtraggio" esercitato dal deposito nei confronti del moto sismico di riferimento, ma si limita a descriverne soltanto gli effetti di amplificazione in termini di ampiezza. Operando nel dominio delle frequenze, un parametro spesso utilizzato ed in grado di superare i limiti del fattore di amplificazione è la cosiddetta funzione di trasferimento:

$$H(f) = \frac{F_S(f)}{F_A(f)}$$

dove $F_S(f)$ ed $F_A(f)$ sono entrambe funzioni complesse della frequenza e rappresentano rispettivamente lo spettro di Fourier del moto in superficie al deposito e lo spettro di Fourier del moto su roccia affiorante. Entrambe i termini del rapporto sono funzioni complesse e pertanto anche il loro rapporto (funzione di trasferimento) risulta una funzione complessa; è utile far riferimento al modulo di tale funzione (spettro di ampiezza) detto *funzione di amplificazione*:

$$A(f) = |H(f)|$$

Dal punto di vista fisico tale funzione è in grado di indicare quali componenti del moto sismico (in termini di frequenza), rispetto al moto di riferimento, sono state amplificate ed in che rapporto e quali componenti sono state smorzate. Tuttavia, è necessario osservare che è lecito applicare il principio di sovrapposizione degli effetti, e quindi le trasformate di Fourier, solo se la risposta meccanica del terreno è governata da leggi costitutive di tipo lineare. In tali ipotesi, la funzione di amplificazione è una proprietà della geometria del sito e delle caratteristiche meccaniche dei materiali che lo costituiscono.
Operando nel dominio delle frequenze, nota la funzione di trasferimento, è possibile ottenere, mediante un'operazione detta di *convoluzione*, il moto in superficie a partire dal moto di riferimento.

$$F_S(f) = H(f)\, F_A(f)$$

Questo significa che il moto in superficie ottenuto è fortemente condizionato dal contenuto in frequenza del moto di riferimento, il quale a sua volta è caratterizzato da contenuti in frequenza dipendenti da

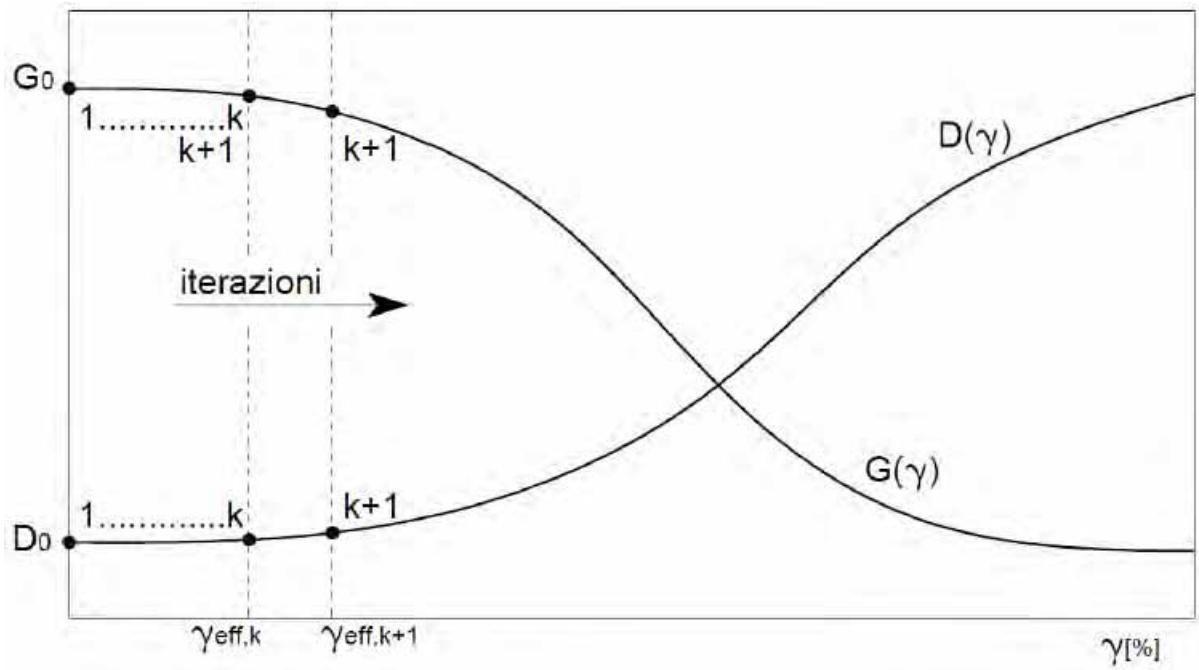
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

meccanismo di sorgente, magnitudo e percorso di propagazione. Si osservi inoltre, che la risposta meccanica di un sottosuolo reale non è affatto lineare e pertanto la funzione di trasferimento non può essere univoca, ma dipendente dal livello deformativo raggiunto dal terreno e quindi dalle caratteristiche del moto sismico che lo attraversa. In altre parole, se l'energia del moto sismico che attraversa il deposito è bassa, il livello deformativo raggiunto sarà lieve e viceversa se l'energia del moto è elevata; nei due casi le funzioni di trasferimento risultano differenti.
Pertanto, dovendo tener conto del comportamento non lineare del terreno, oltre che di aspetti legati alla topografia o alla morfologia sepolta, nei casi pratici è necessario ricorrere a delle procedure numeriche. Le possibili procedure utilizzate per tener conto del legame costitutivo non lineare nella soluzione dell'equilibrio dinamico del sistema di equazioni si distinguono in:
- *Analisi lineare equivalente* che consiste nell'esecuzione di una serie di analisi lineari complete che utilizzano dei parametri di rigidezza e smorzamento secanti dei materiali, i quali vengono aggiornati fino al soddisfacimento di un certo criterio di convergenza;
- *Analisi non lineare incrementale* che consiste nell'integrazione passo-passo delle equazioni del moto ottenute nel rispetto dei legami costitutivi non lineari del terreno.

Mentre il primo schema di analisi si presta ad una soluzione sia nel dominio del tempo che nel dominio delle frequenze, il secondo schema di analisi ricerca necessariamente la soluzione nel domino del tempo, vista l'impossibilità di applicare il principio di sovrapposizione degli effetti e quindi l'analisi di Fourier.
Lo schema lineare equivalente e largamente adottato nella pratica professionale in quanto rappresenta il giusto compromesso tra l'accuratezza dei risultati ottenuti e l'onere computazionale. Sono infatti numerosi i codici di calcolo che adottano tale schema indipendentemente che si tratti di un problema monodimensionale, bidimensionale o tridimensionale. L'algoritmo lineare equivalente può essere sintetizzato nei seguenti passi:

- Si assumono dei valori iniziali per i moduli elastici e per i rapporti di smorzamento viscoso dei materiali;
- A partire dal terremoto di riferimento, schematizzato come accelerogramma in ingresso, si integrano le equazioni del moto dinamico in modo da ottenere le deformazioni massime γmax in ogni punto del modello;
- Dalle deformazioni massime si ottengono le deformazioni effettive mediante la relazione $\gamma eff = \beta\ \gamma max$ (β: rapporto di deformazione effettiva dipendente dalla magnitudo dell'evento sismico e variabile tra 0.5 e 0.7);
- Dalle deformazioni effettive, mediante le curve che descrivono la non linearità del terreno (Figura sottostante), vengono ottenuti i valori aggiornati dei moduli di taglio e dei rapporti di smorzamento viscoso;

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



- Con i valori dei parametri dei materiali così ottenuti si ritorna al punto 2. fintanto che non risulta soddisfatto il seguente criterio di convergenza:

$$\left|\gamma_{eff}{}^{k} - \gamma_{eff}{}^{k-1}\right| \leq toll$$

dove con l'indice k indica la generica iterazione e $toll$ un valore di tolleranza massimo assunto per le deformazioni a taglio.

L'analisi di RSL è stata condotta secondo i seguenti step:

e2. Ricostruzione del modello sismo-stratigrafico del sottosuolo.

La ricostruzione accurata del modello sismo e geologico-tecnico è desumibile dal paragrafo precedente, che ha permesso anche la ricostruzione del profilo di velocità delle onde di taglio fino al substrato di terreno molto rigido caratterizzato dalla velocità delle onde di taglio > 800 m/s. E' stato utilizzato un modello deterministico poiché nonostante le incertezze negli strati più profondi si ritiene che la ricostruzione del modello sismo stratigrafico sia congrua con le evidenze sperimentali misurate.

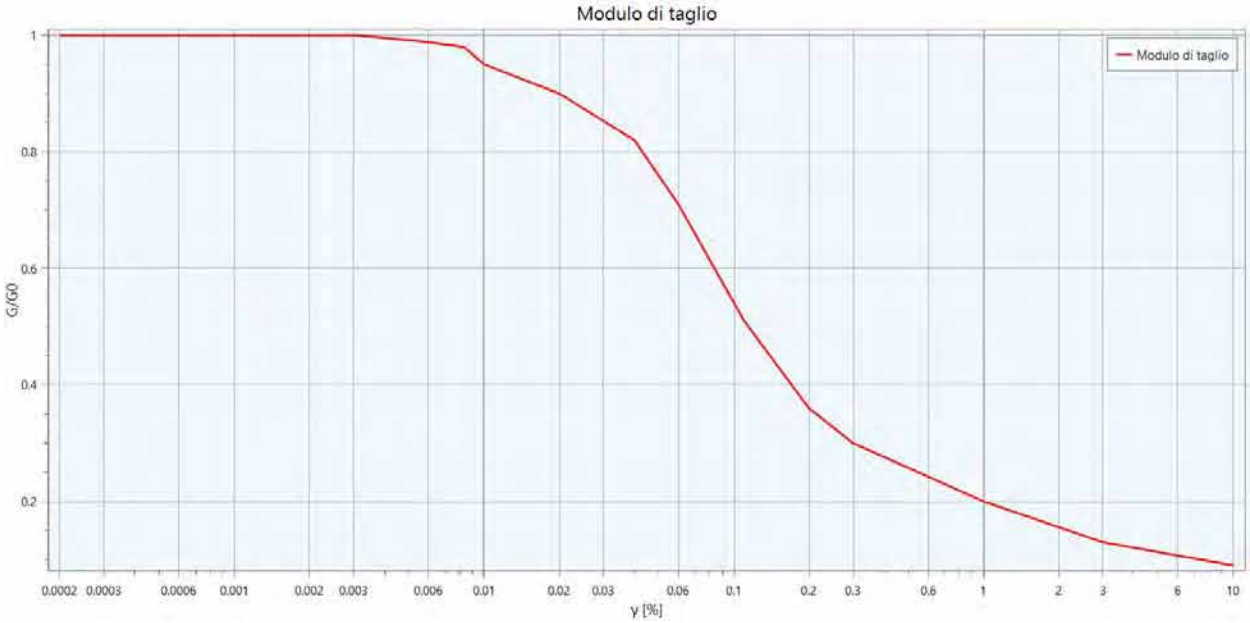
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

	Strato	Spessore [m]	ρ [Kg/m³]	Vs [m/s]	Ni	Modello geotecnico	Colore
1	**Strato (1)**	**6.00**	**1700.00**	**160.00**	**0.45**	**Argilla limosa RER 7.5m**	
2	Strato (2)	9.00	2000.00	395.00	0.35	Ghiaie_Yokota	
3	Strato (3)	8.00	1800.00	245.00	0.45	Clay Seed & Sun (1989)	
4	Strato (4)	7.00	2000.00	405.00	0.35	Ghiaie_Yokota	
5	Strato (5)	7.00	1800.00	300.00	0.45	Idriss (1990), Clay	
6	Strato (6)	8.00	2000.00	430.00	0.35	Ghiaie_Rollins	
7	Strato (7)	15.00	1800.00	360.00	0.40	Vucetic & Dobry, PI=15	
8	Strato (8)	22.00	2100.00	600.00	0.30	EPRI (93), 500-1000 ft	
9	Strato (9)	28.00	2100.00	680.00	0.30	EPRI (93), 500-1000 ft	

Per definire il comportamento non lineare dei terreni di fondazione sottoposti a carichi ciclici si è fatto riferimento, non avendo effettuate indagini dinamiche di laboratorio, a curve disponibili in letteratura sulle stesse tipologie di materiali e, ove disponibili, prelevate anche alle stesse profondità. In particolare per i tre strati in cui è stato discretizzato il terreno fino al bedrock sismico si sono utilizzate le seguenti curve di degrado dei materiali (in termini di Modulo di taglio e Fattore di smorzamento all'aumentare della deformazione):

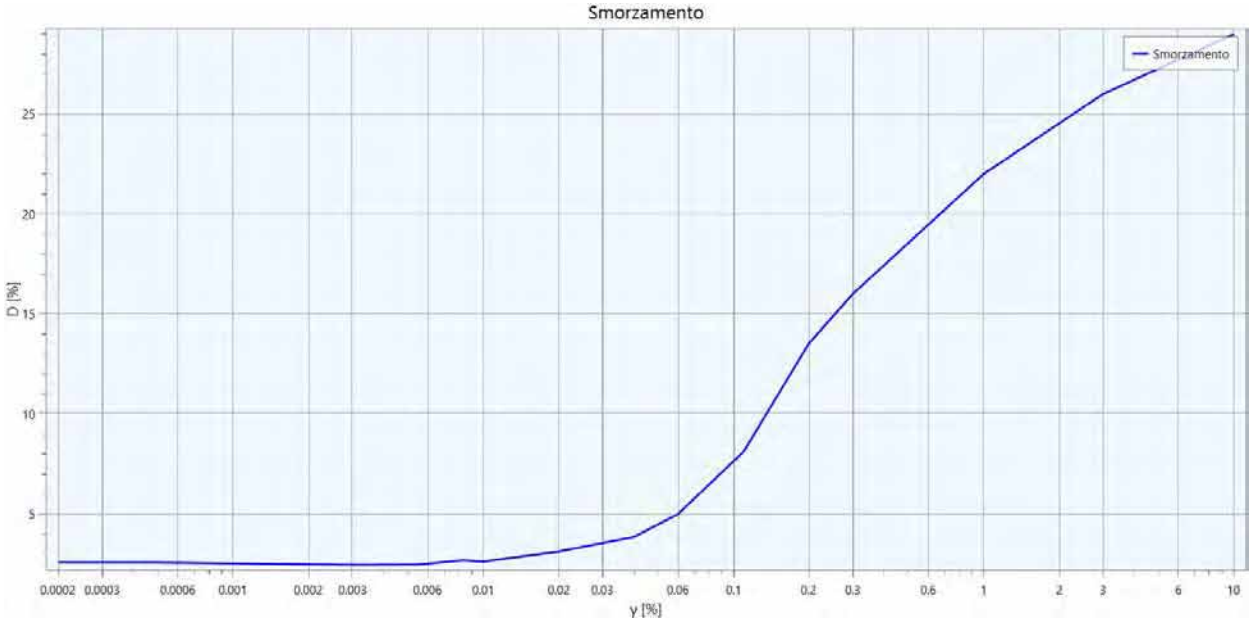
Materiale 1: Limo Argilloso e sabbioso

Modulo di taglio G



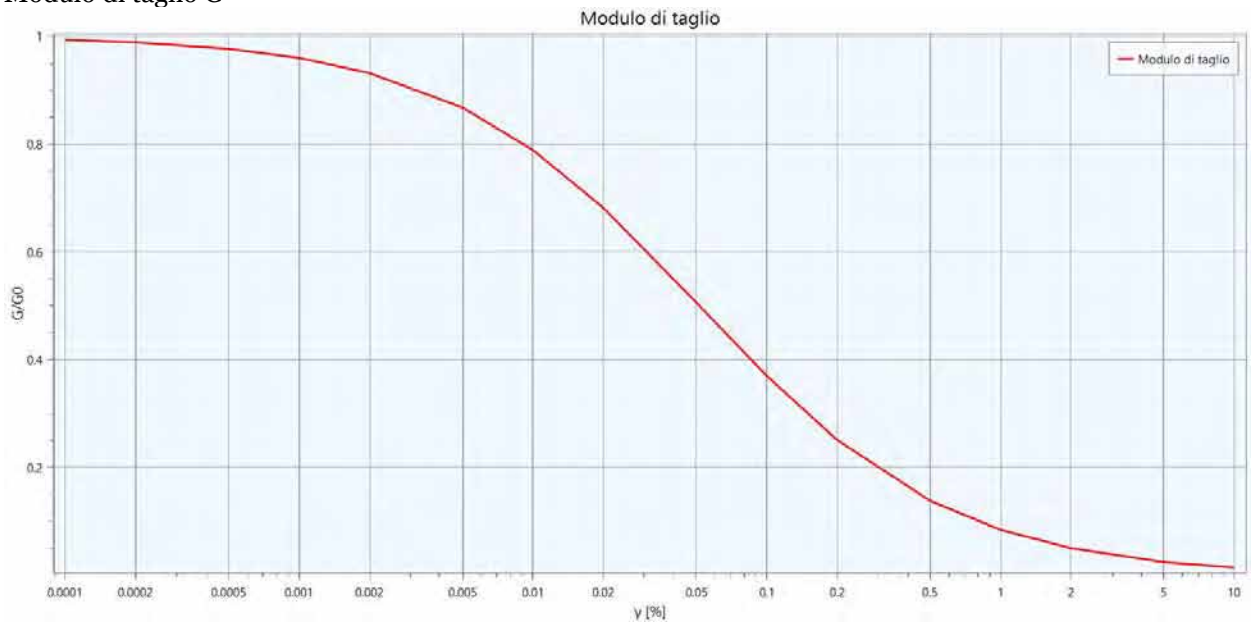
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento



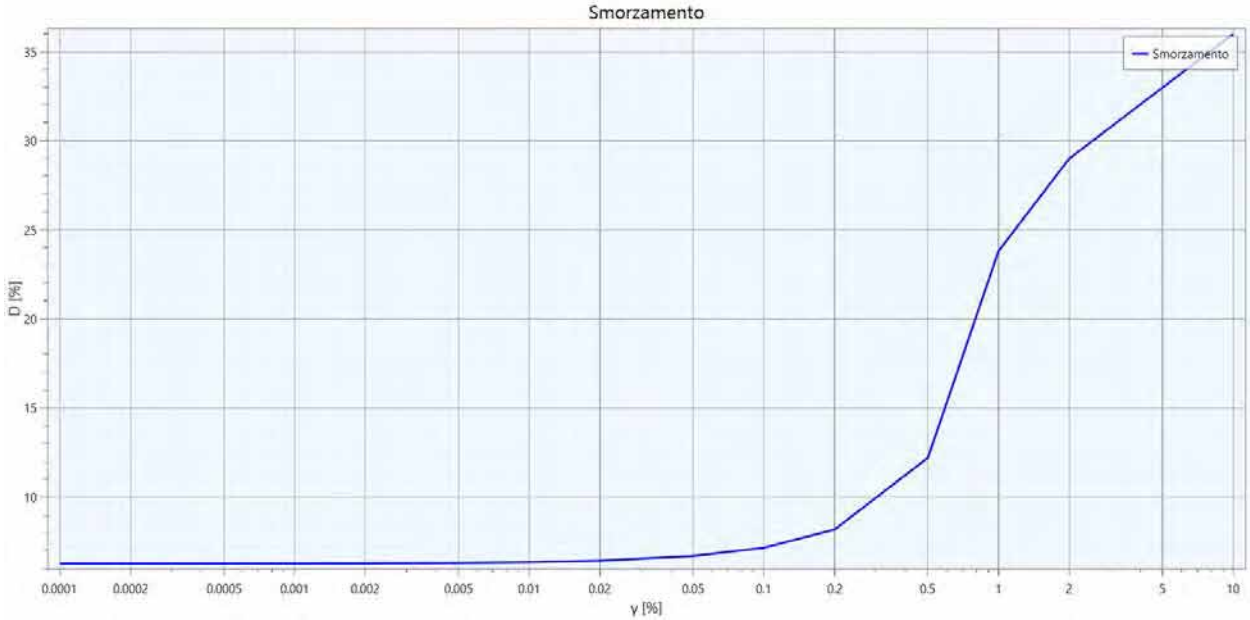
Materiale 2: Ghiaie

Modulo di taglio G



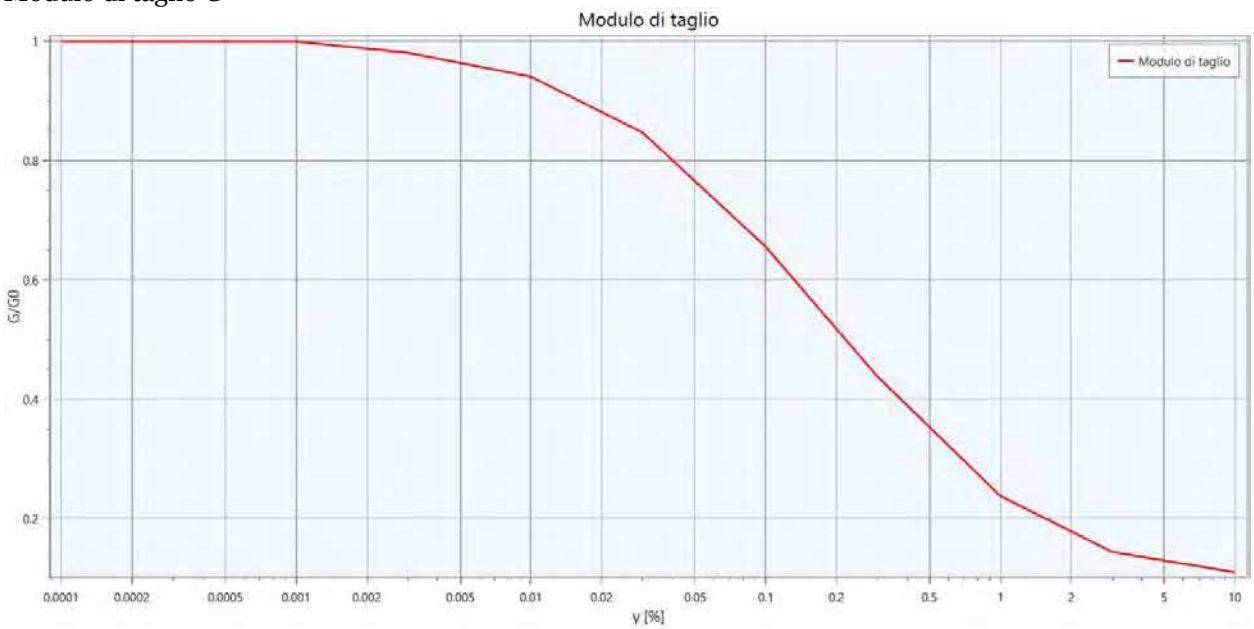
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



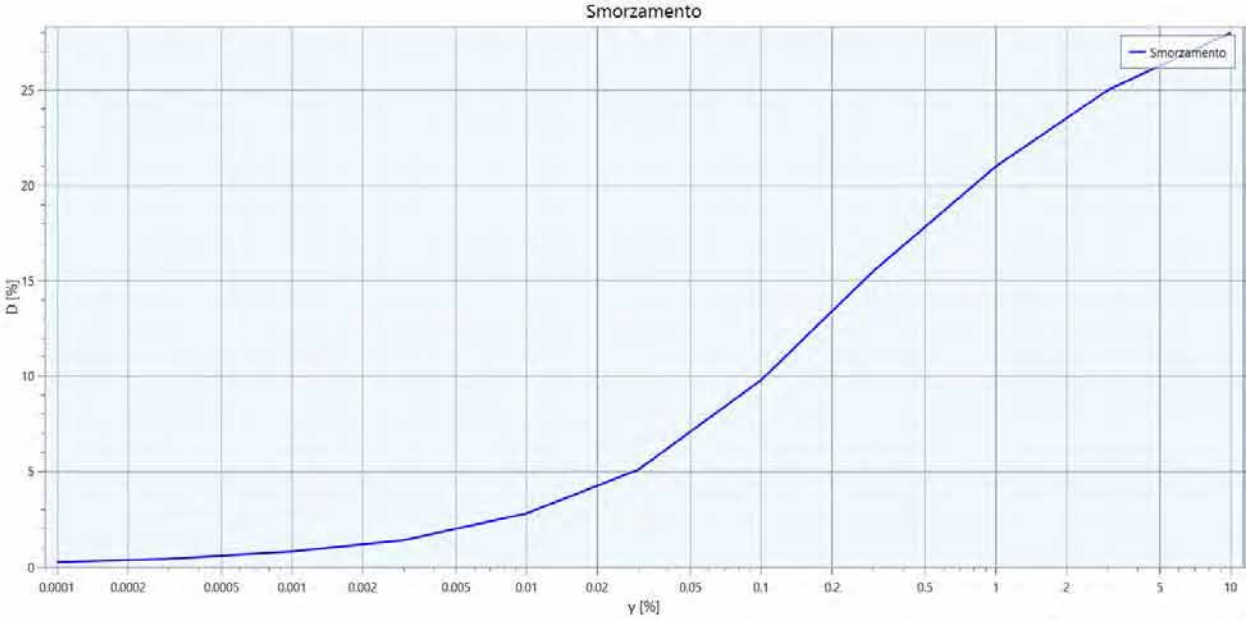
Materiale 3: Argille

Modulo di taglio G



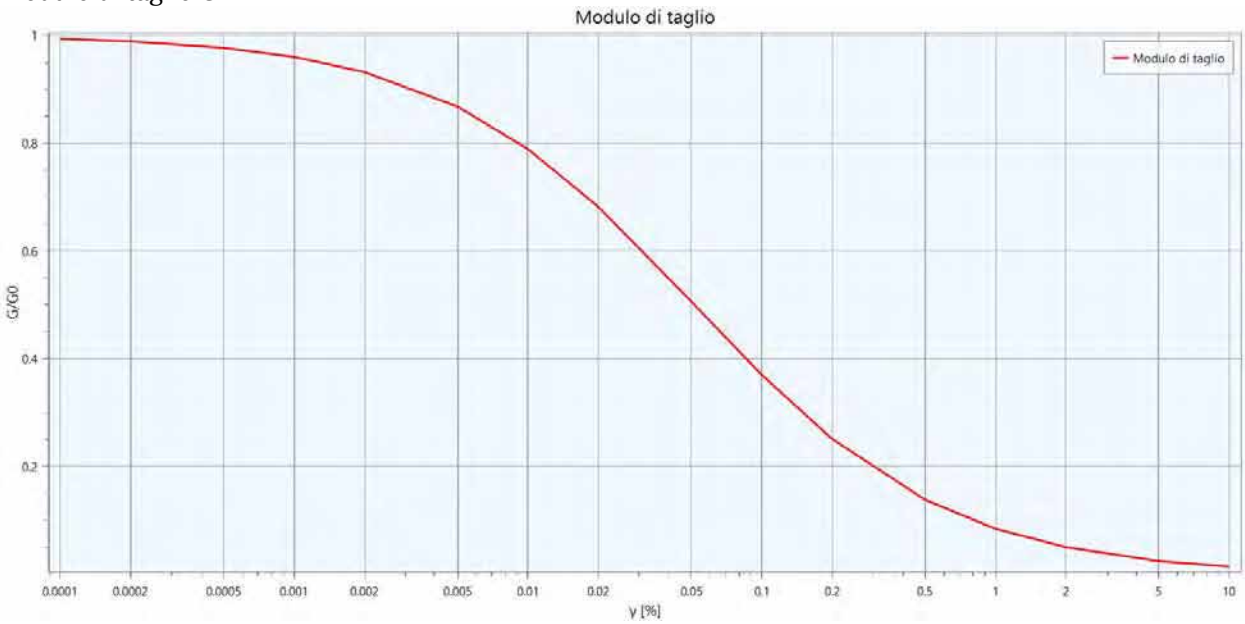
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



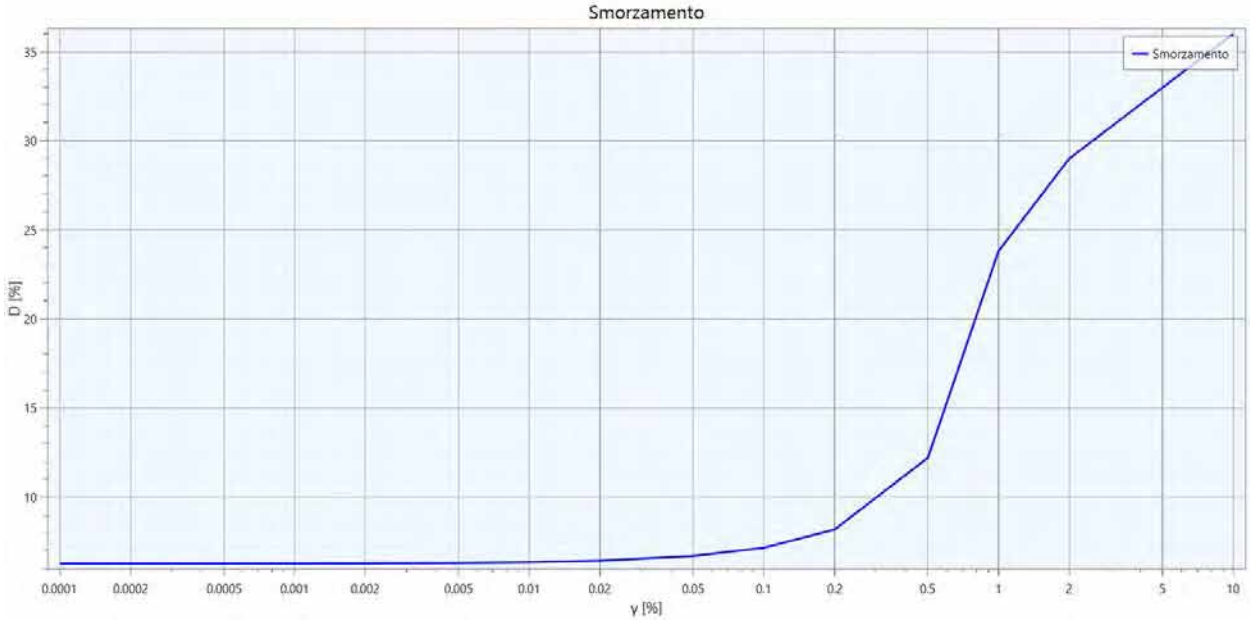
Materiale 4: Ghiaie

Modulo di taglio G



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D

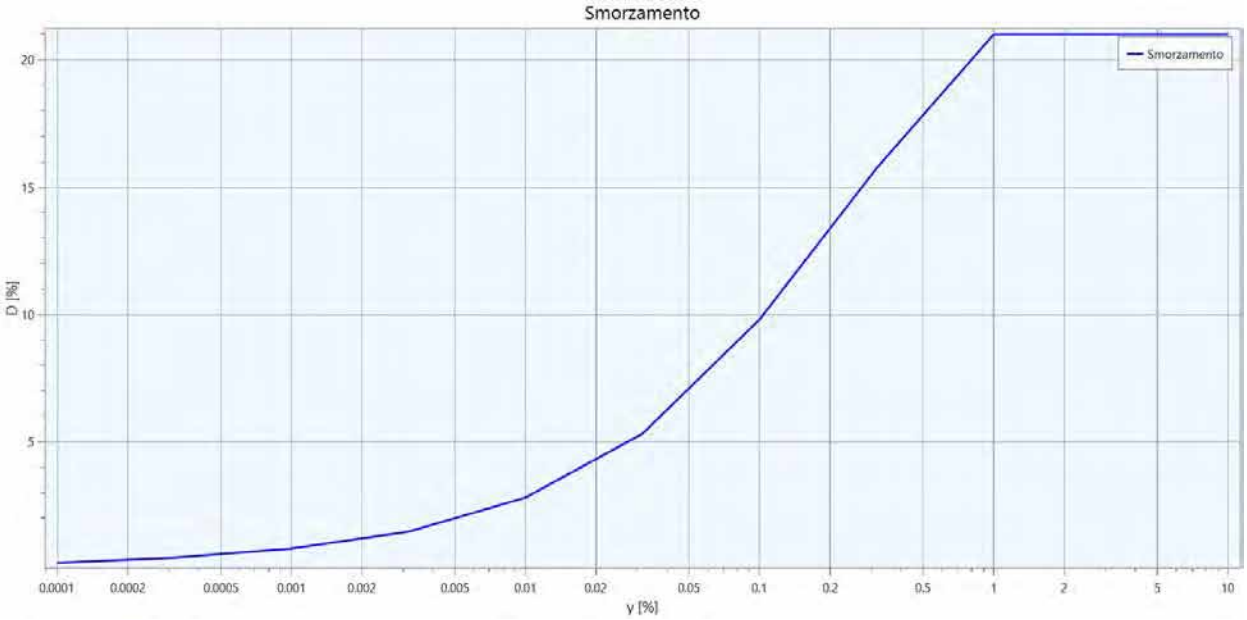


Materiale 5: Argille

Modulo di taglio G

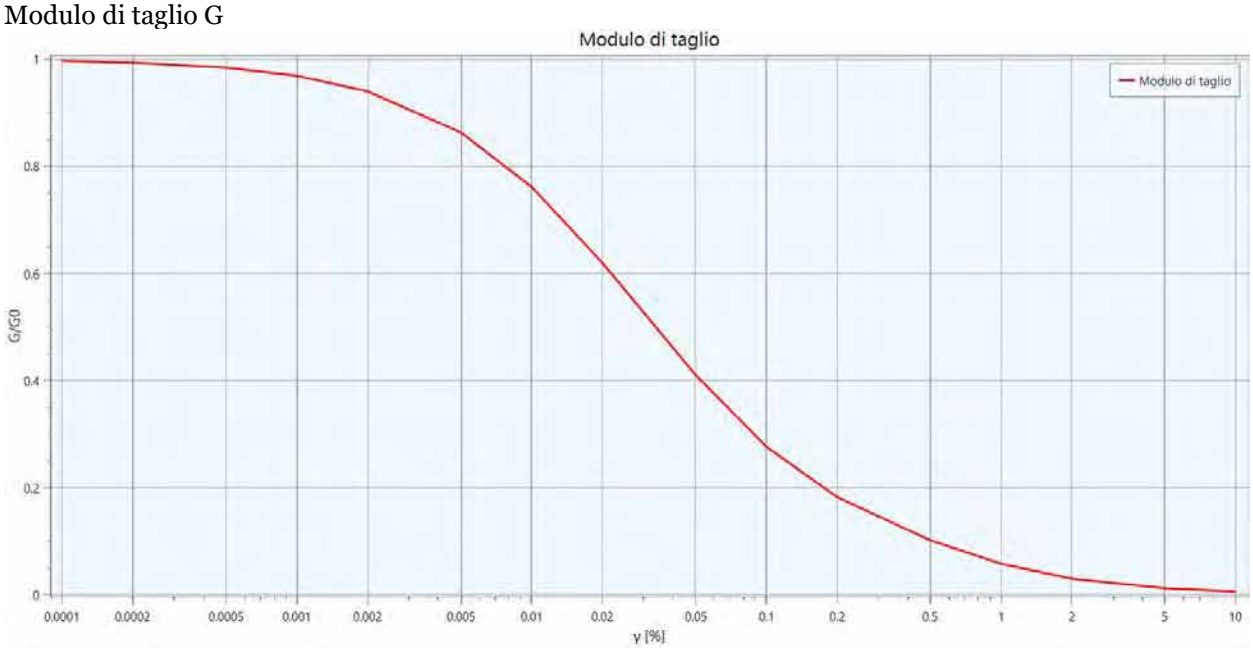
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



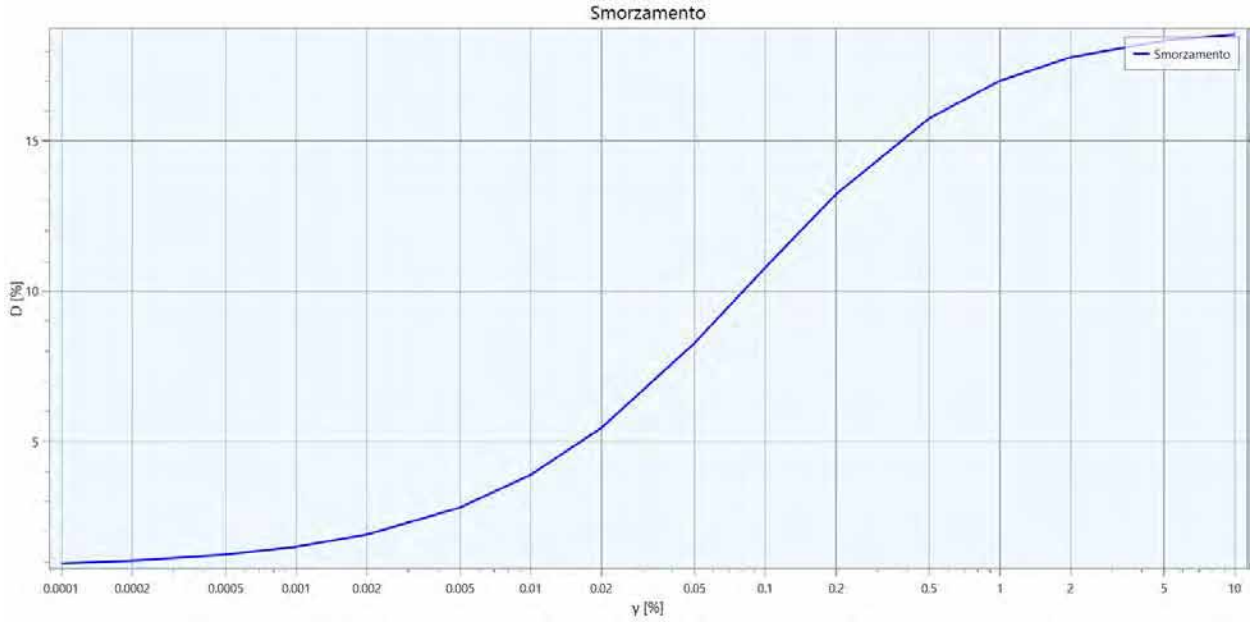
Materiale 6: Ghiaie

Modulo di taglio G



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D

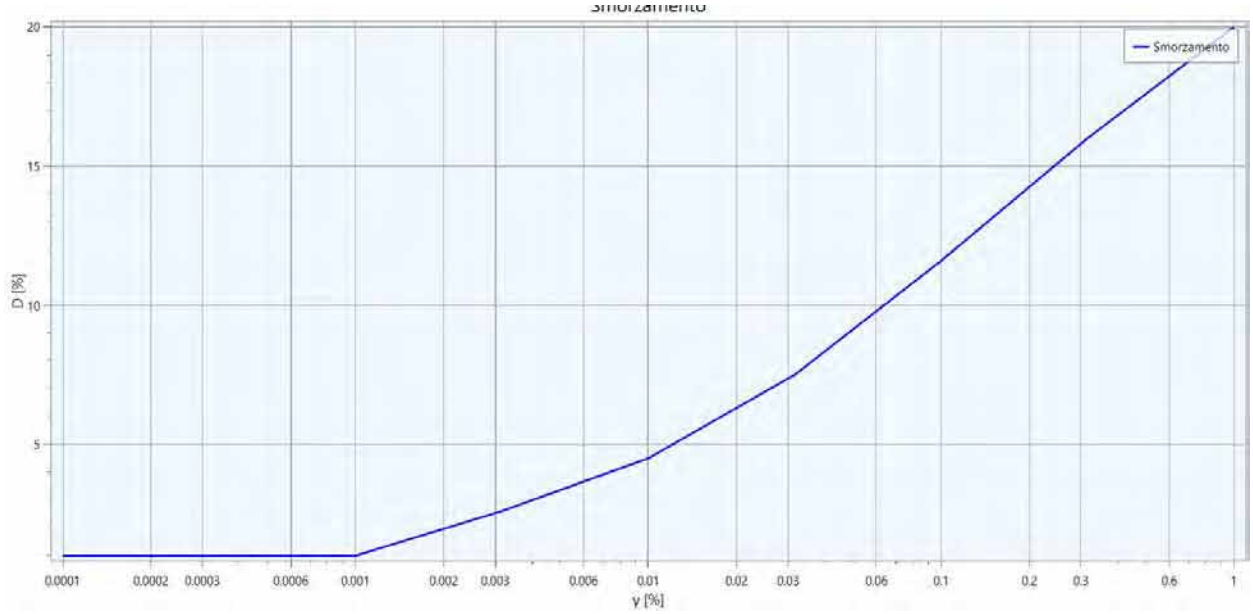


Materiale 7: Argille

Modulo di taglio G

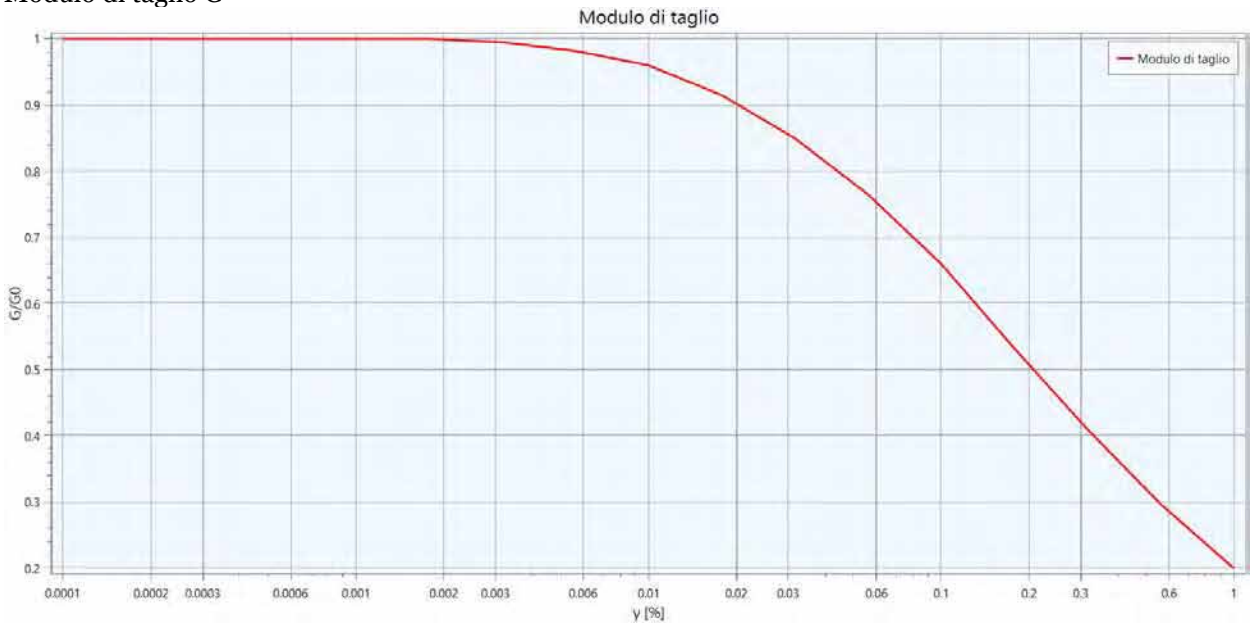
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



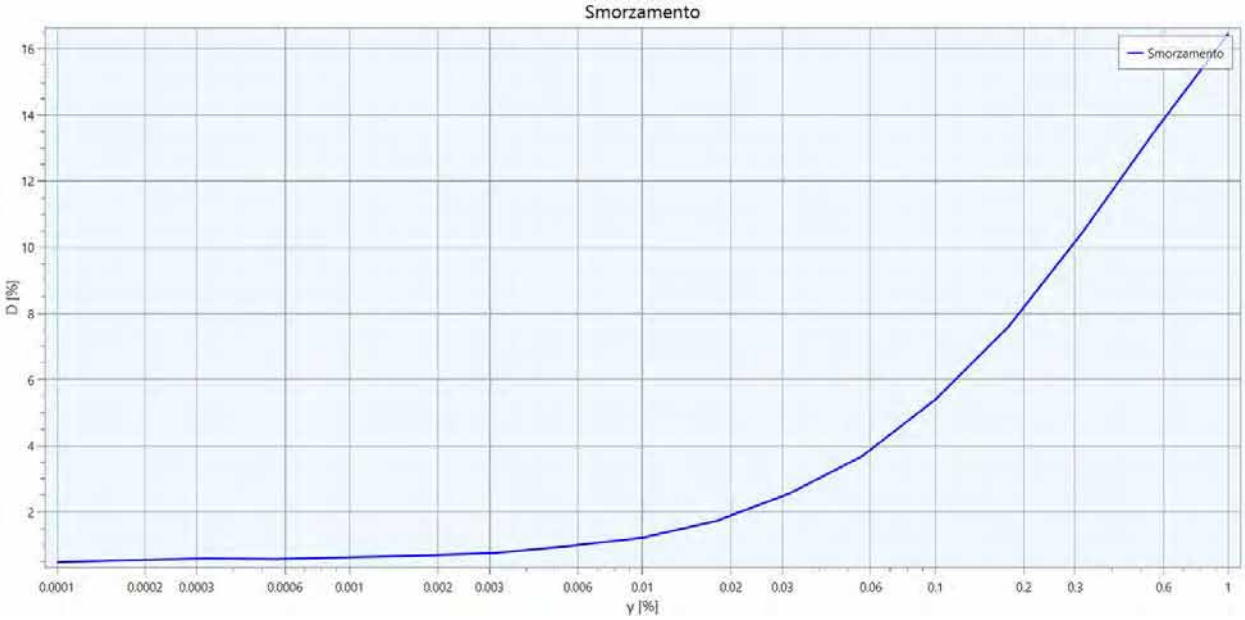
Materiale 8: Ghiaie

Modulo di taglio G



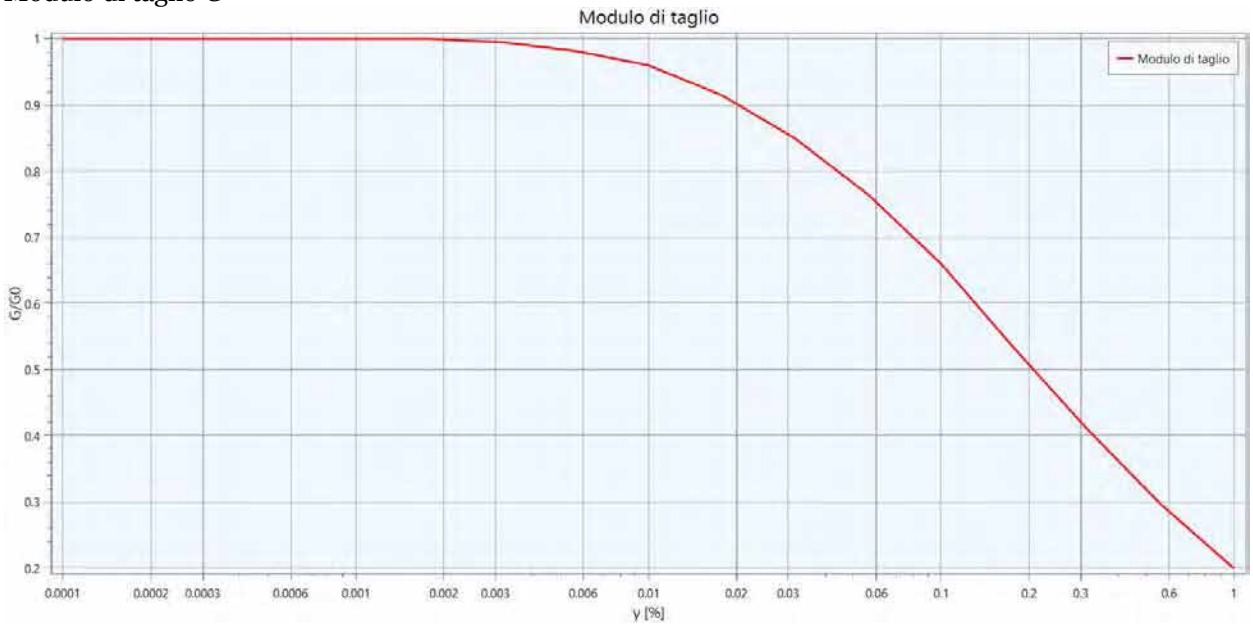
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



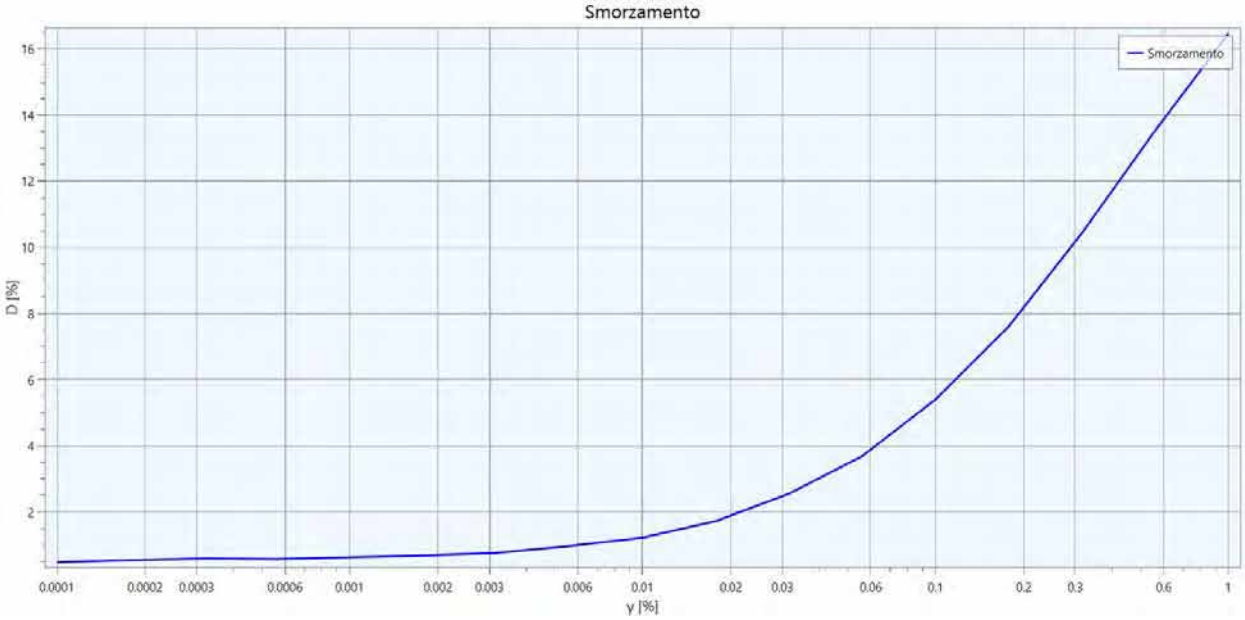
Materiale 9: Ghiaie

Modulo di taglio G



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Smorzamento D



e3. Definizione del modello di calcolo

Il codice di calcolo adottato per le simulazioni numeriche è LSR2D - Stacec Srl. Tale codice consente di ottenere una soluzione numerica del problema di propagazione delle onde sismiche in un modello mono (1D) o bidimensionale (2D), il cui schema di analisi adottato è quello lineare equivalente nel dominio del tempo e le equazioni del moto vengono assemblate mediante il metodo degli elementi finiti nell'ipotesi di materiale viscoelastico in tensioni totali.
Nel modello bidimensionale (2D) il deposito viene discretizzato in una mesh di elementi di forma triangolare o quadrangolare, consentendo una efficace modellazione della variazione geometrica del contatto deposito-basamento, così come delle irregolarità della superficie topografica e dei contatti stratigrafici.
La scelta della griglia di calcolo rappresenta un punto fondamentale dell'analisi in quanto da essa dipende l'accuratezza della soluzione. In generale è possibile affermare che tanto più è fitta la mesh tanto più sarà accurata la soluzione, tuttavia una mesh troppo fitta fa aumentare notevolmente gli oneri computazionali; per contro una mesh troppo grossolana si traduce in un filtraggio delle componenti di alta frequenza poiché le piccole lunghezze d'onda non possono essere adeguatamente modellate da nodi troppo distanti tra loro. A tal proposito è stato scelto che la dimensione di ogni elemento non sia inferiore ad a 1/8 della più piccola lunghezza d'onda considerata nell'analisi:

$$p \leq \frac{1}{8}\frac{Vs}{f_{\max}}$$

dove Vs è la velocità di propagazione delle onde del materiale costituente l'elemento e $fmax$ è la massima frequenza considerata nell'analisi (in genere 20-25 Hz).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Il moto sismico di input $\ddot{u}b$ viene applicato simultaneamente a tutti i nodi della base sotto forma di onde trasversali SV e/o onde di compressione P (in plane motion) con direzione di propagazione verticale ed ha il significato fisico di un moto registrato su affioramento piano del basamento (outcropping bedrock). Per tenere conto della perdita di energia per radiazione alla base del modello sono presenti degli smorzatori viscosi lineari aventi costanti di smorzamento pari a:

$cx=\rho_b V_{S,b}$
$cy=\rho_b V_{P,b}$

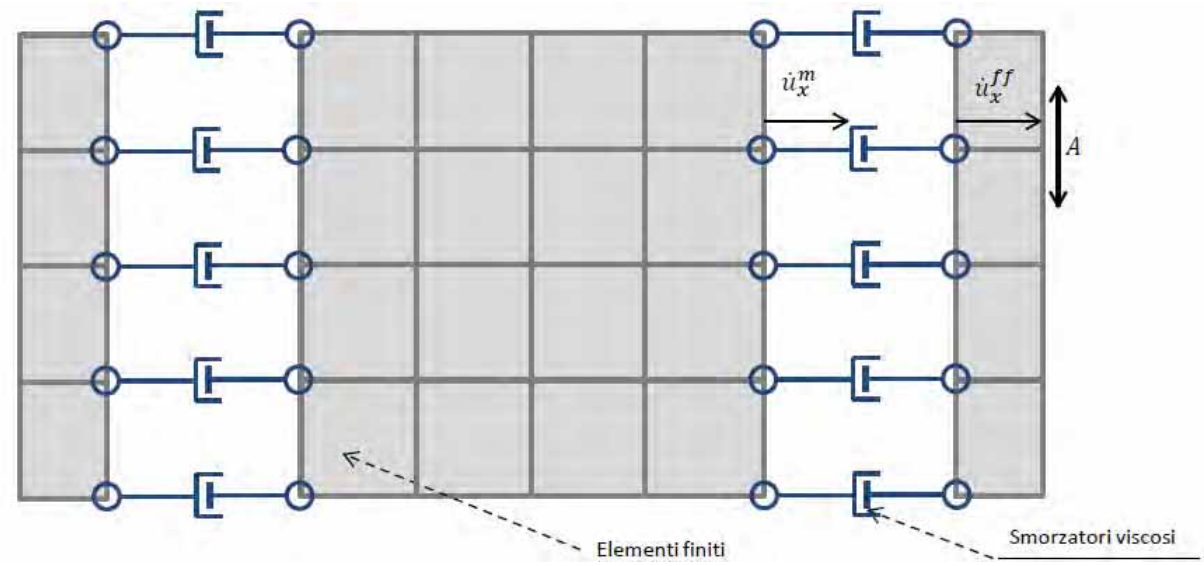
Nel sistema di equazioni globale tali coefficienti vengono assemblati all'interno della matrice di smorzamento $\boldsymbol{Cb}$.
Gli spostamenti in corrispondenza delle frontiere laterali del modello dovrebbero essere uguali a quelli di una colonna di terreno isolata in condizioni di campo libero. Se lo smorzamento del terreno è relativamente alto, tale condizione può essere raggiunta semplicemente allontanando di una certa distanza dalla regione di interesse le frontiere laterali ed assegnando delle restrizioni cinematiche nei confronti della componente verticale (condizione 1). Tuttavia, se lo smorzamento del terreno è basso la distanza necessaria per il raggiungimento della condizione desiderata risulta molto elevata, producendo un notevole incremento dei costi computazionali. Un metodo alternativo, è quello di "applicare" il moto di campo libero in modo tale che le frontiere agiscano come un sistema in grado di assorbire le onde riflesse che altrimenti verrebbero artificialmente reintrodotte nel modello. Nel codice LSR2D questo è implementato mediante l'accoppiamento di smorzatori viscosi tra i nodi delle frontiere laterali del modello e i nodi di opportune colonne di terreno monodimensionali (colonne free-field) in grado di descrivere il moto in condizioni di campo libero. Le coordinate dei nodi delle frontiere laterali del modello e delle colonne free-field sono uguali. È necessario, per il corretto funzionamento di tali condizioni al contorno, che le frontiere laterali del modello siano perfettamente verticali. Le forze interne agli smorzatori vengono ottenute mediante le seguenti equazioni:

$$F_x = -\rho V_p\left(\dot{u}_x^m - \dot{u}_x^{ff}\right) A \qquad (1)$$

$$F_y = -\rho V_s\left(\dot{u}_y^m - \dot{u}_y^{ff}\right) A \qquad (2)$$

- ρ: densità di massa del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- Vp: velocità delle onde P del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- Vs: velocità delle onde S del terreno adiacente alla frontiera laterale;
- A: area di influenza relativa al nodo su cui agisce lo smorzatore;
- $\dot{u}xm$: velocità del nodo del modello in direzione x;
- $\dot{u}ym$: velocità del nodo del modello in direzione y;
- $\dot{u}xff$: velocità del nodo della colonna free-field in direzione x;
- $\dot{u}yff$: velocità del nodo della colonna free-field in direzione y.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



Le componenti della velocità dei nodi delle colonne laterali ad ogni istante di tempo vengono ottenute mediante una soluzione numerica monodimensionale a masse concentrate dell'equazione di propagazione delle onde. Tale soluzione è affidata ad un processo di calcolo che opera in parallelo rispetto a quello impiegato per la soluzione del modello principale. In altre parole, per il generico passo di integrazione temporale, vengono dapprima ottenute le componenti delle velocità delle colonne di campo libero attraverso la soluzione 1D, per poi essere convertite in carichi applicati al modello principale mediante le equazioni (1) e (2). Tali forze vengono assemblate all'interno del vettore $\boldsymbol{F}_{ff}(t)$ presente al secondo membro delle equazioni globali del moto.
Le risposta dissipativa del terreno viene modellata mediante il modello lineare viscoso e quindi, dal punto di vista matematico, attraverso la matrice di smorzamento globale $\boldsymbol{C_e}$. Essa viene ottenuta mediante una procedura di assemblaggio delle matrici locali di smorzamento degli elementi finiti presenti nel modello, le quali al loro volta sono ottenute mediante lo schema di smorzamento classico (alla Rayleigh). Per elemento i-esimo, questo prevede:

$$C_i = \alpha_{R,i} M_i + \beta_{R,i} K_i$$

dove $\alpha_{R,i}$ e $\beta_{R,i}$ sono i coefficienti di Rayleigh, M_i e K_i rispettivamente la matrice di massa e di rigidezza del singolo elemento finito.
I coefficienti di Rayleigh per il singolo elemento vengono determinati sulla base di due pulsazioni angolari globali ω_n e ω_m mediante le seguenti relazioni:

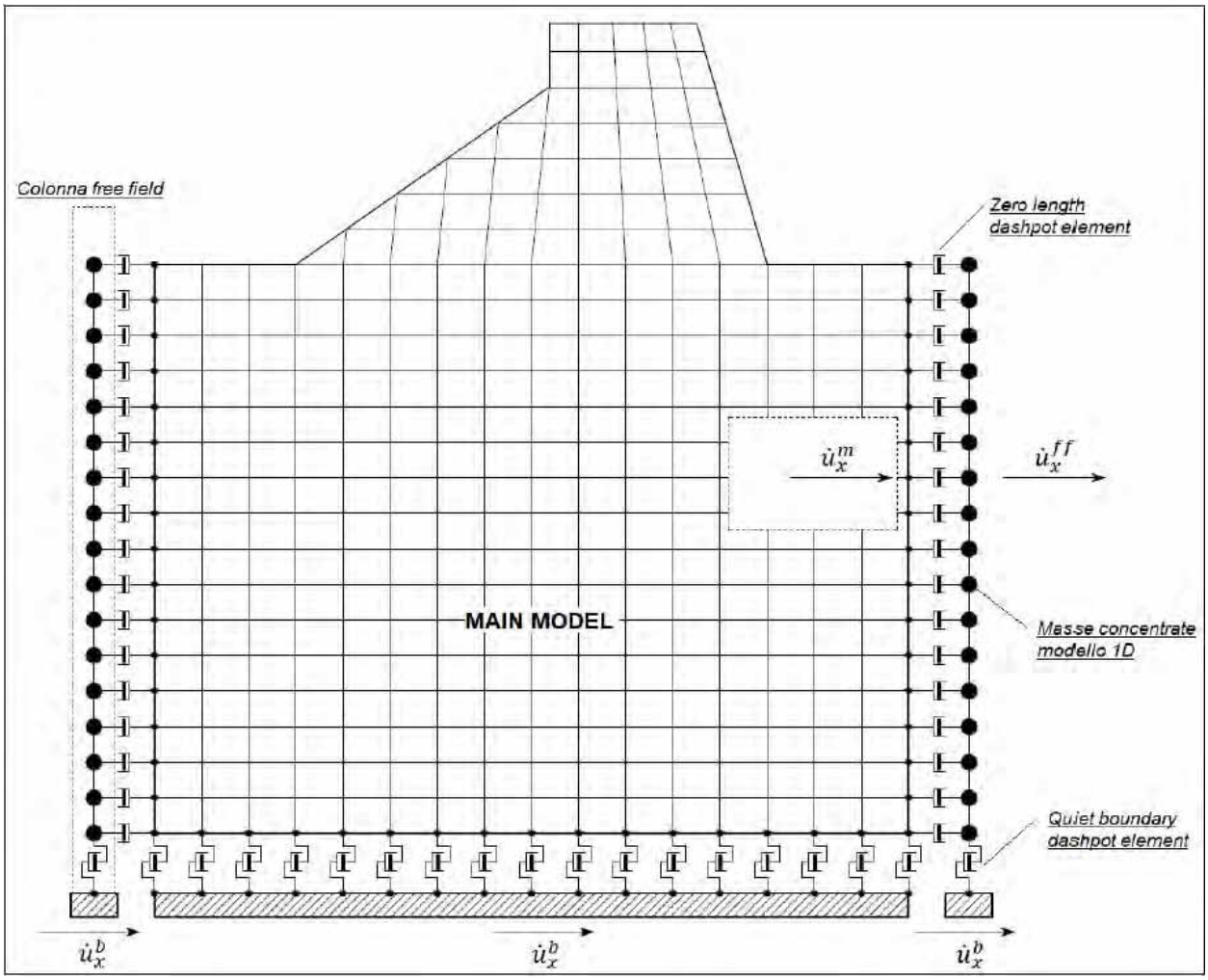
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

$$\alpha_{R,i} = \xi_i \frac{2\,\omega_n\,\omega_m}{\omega_n + \omega_m}$$

$$\beta_{R,i} = \xi_i \frac{2}{\omega_n + \omega_m}$$

dove:
- ξ_i: rapporto di smorzamento viscoso dell'i-esimo elemento finito;
- ω_n: prima frequenza naturale circolare dell'intero deposito (calcolata mediante analisi modale dal solutore);
- $\omega_m = n\ \omega_n$: essendo n l'intero dispari che approssima per eccesso il rapporto tra la frequenza predominante dell'input sismico ω_I e la frequenza ω_n.

La schematizzazione del modello agli elementi finiti adottato dal codice di calcolo LSR2D è riportata nella figura sottostante,



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

l'equilibrio dinamico globale per tale sistema può essere espresso mediante la seguente relazione:

$$\boldsymbol{M}\,\ddot{\boldsymbol{u}} + (\boldsymbol{C_e} + \boldsymbol{C_b})\dot{\boldsymbol{u}} + \boldsymbol{K}\boldsymbol{u} = -\boldsymbol{M}\boldsymbol{I_x}\,\ddot{u}_{b,x}(t) - \boldsymbol{M}\boldsymbol{I_y}\,\ddot{u}_{b,y}(t) + \boldsymbol{F}_{ff}(t)$$

dove:
- $\boldsymbol{M}$: matrice di massa globale del sistema;
- $\boldsymbol{C_e}$: matrice di smorzamento globale del sistema relativa agli elementi finiti;
- $\boldsymbol{C_b}$: matrice di smorzamento globale del sistema relativa agli smorzatori viscosi presenti alla base del modello;
- $\boldsymbol{K}$: matrice di rigidezza globale del sistema;
- $\ddot{\boldsymbol{u}}$: vettore delle accelerazioni globali del sistema;
- $\dot{\boldsymbol{u}}$: vettore delle velocità globali del sistema;
- $\boldsymbol{u}$: vettore degli spostamenti globali del sistema;
- $\boldsymbol{I_x}$: vettore globale di trascinamento in direzione orizzontale;
- $\boldsymbol{I_y}$: vettore globale di trascinamento in direzione verticale;
- $\ddot{u}b,x(t)$: storia temporale in direzione orizzontale dell'accelerazione in input;
- $\ddot{u}b,y(t)$: storia temporale in direzione verticale dell'accelerazione in input;
- $\boldsymbol{F}_{ff}(t)$: forze dinamiche dovute alle condizioni free-field.

La soluzione delle equazioni del moto all'*n*-simo istante di tempo viene ottenuta mediante un algoritmo di integrazione diretta nel dominio del tempo (metodo di Newmark). I metodi di integrazione facenti parti della famiglia dei metodi di Newmark si basano sulle seguenti espressioni:

$$\dot{u}_n = \dot{u}_{n-1} + \Delta t[(1-\gamma)\ddot{u}_{n-1} + \gamma\,\ddot{u}_n]$$

$$u_n = u_{n-1} + \Delta t\,\dot{u}_{n-1} + \frac{\Delta t^2}{2}[(1-2\beta)\ddot{u}_{n-1} + 2\ddot{u}_n]$$

Nel codice di calcolo LSR2D viene utilizzato il metodo CAA (Constant Average Acceleration Method) che risulta incondizionatamente stabile e non introdurre alcun damping numerico nella soluzione [Hughes, 1987]. In tal caso i coefficienti del γ e β valgono rispettivamente 0.5 e 0.25.
Riscrivendo l'equazione del moto nella seguente forma:

$$M\,\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = p$$

l'algoritmo di soluzione numerica viene di seguito illustrato.
Note le condizioni iniziali in termini di spostamento e di velocità, si determina l'accelerazione iniziale attraverso la relazione:

$$\ddot{u}_0 = M^{-1}(p_0 - C\dot{u}_0 - Ku_0)$$

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Assegnata l'ampiezza Δt dell'intervallo di integrazione, si calcolano le seguenti costanti:

$$\widehat{K} = \frac{1}{\beta \Delta t^2} M + \frac{\gamma}{\beta \Delta t} C + K; \qquad A = \frac{1}{\beta \Delta t} M + \frac{\gamma}{\beta} C; \qquad B = \frac{1}{2\beta} M + \Delta t \left(\frac{\gamma}{2\beta} - 1\right) C$$

Per ogni intervallo di integrazione si calcolano le quantità:

$$\Delta \hat{p}_n = \Delta p_n + A \dot{u}_n + B \ddot{u}_n; \qquad \Delta u_n = \frac{\Delta \hat{p}_n}{\widehat{K}}$$

$$\Delta \dot{u}_n = \frac{\gamma}{\beta \Delta t} \Delta u_n - \frac{\gamma}{\beta} \dot{u}_n - \Delta t \left(\frac{\gamma}{2\beta} - 1\right) \ddot{u}_n; \qquad \Delta \ddot{u}_n = \frac{1}{\beta \Delta t^2} \Delta u_n - \frac{1}{\beta \Delta t} \dot{u}_n - \frac{1}{2\beta} \ddot{u}_n$$

da cui si ottiene:

$$u_{n+1} = u_n + \Delta u_n; \qquad \dot{u}_{n+1} = \dot{u}_n + \Delta \dot{u}_n; \qquad \ddot{u}_{n+1} = \ddot{u}_n + \Delta \ddot{u}_n$$

Sostituendo n con n+1, si ripete il procedimento per il successivo intervallo di integrazione, e così via per tutti gli istanti di tempo.
Nel modello monodimensionale (1D), qui adottato, il deposito è rappresentato da una colonna di terreno utilizzando un modello di propagazione lineare delle onde, con proprietà dinamiche del terreno variabili in funzione del livello deformativo. Si basa anch'esso sul codice SHAKE ed è possibile eseguire analisi lineari elastiche, dove le proprietà del terreno sono mantenute costanti, oppure analisi equivalenti lineari dove le proprietà elastiche e lo smorzamento vengono fatte variare a seconda della curva di decadimento del terreno scelto. Il codice di calcolo non permette di eseguire analisi non lineari ed inoltre lavora esclusivamente in termini di tensioni totali.
Il comportamento meccanico dei terreni sotto l'effetto di carichi ciclici ad elevata frequenza è alquanto complesso e caratterizzato da marcata non linearità, accumulo di deformazioni permanenti, dissipazione di energia e degradazione progressiva delle caratteristiche meccaniche per effetto del numero di cicli di carico applicati. In presenza di fluido interstiziale, alle suddette problematiche si aggiunge l'accumulo di sovrappressioni interstiziali in condizioni di drenaggio impedito o parziale, che sono comunque le più frequenti, in considerazione della velocità di applicazione del carico.
La modellazione di tali fenomeni richiede l'utilizzo di legami costitutivi complessi, che oltretutto difficilmente riescono a riprodurre simultaneamente tutte le specificità del comportamento dei terreni. Per tale ragione spesso si preferisce fare riferimento a modelli costitutivi semplificati che, pur non essendo rigorosi, riescono a riprodurre il comportamento in modo adeguato in riferimento alla specifica applicazione.
In particolare, per quanto riguarda la risposta sismica dei depositi, l'approccio visco-elastico lineare equivalente rappresenta un valido compromesso tra semplificazione delle analisi ed accuratezza dei risultati. La strategia consiste sostanzialmente nel fare riferimento alle soluzioni visco-elastiche lineari per la propagazione delle onde sismiche adeguando in modo iterativo i parametri costitutivi in funzione del livello deformativo indotto dal moto sismico nel terreno.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Tale modello lineare equivalente, studia il comportamento tra tensione e deformazione del terreno basandosi sul modello di Kelvin-Voigt, illustrato in figura sottostante. La tensione τ dipende dalla deformazione γ e dalla sua derivata γ', secondo la relazione:

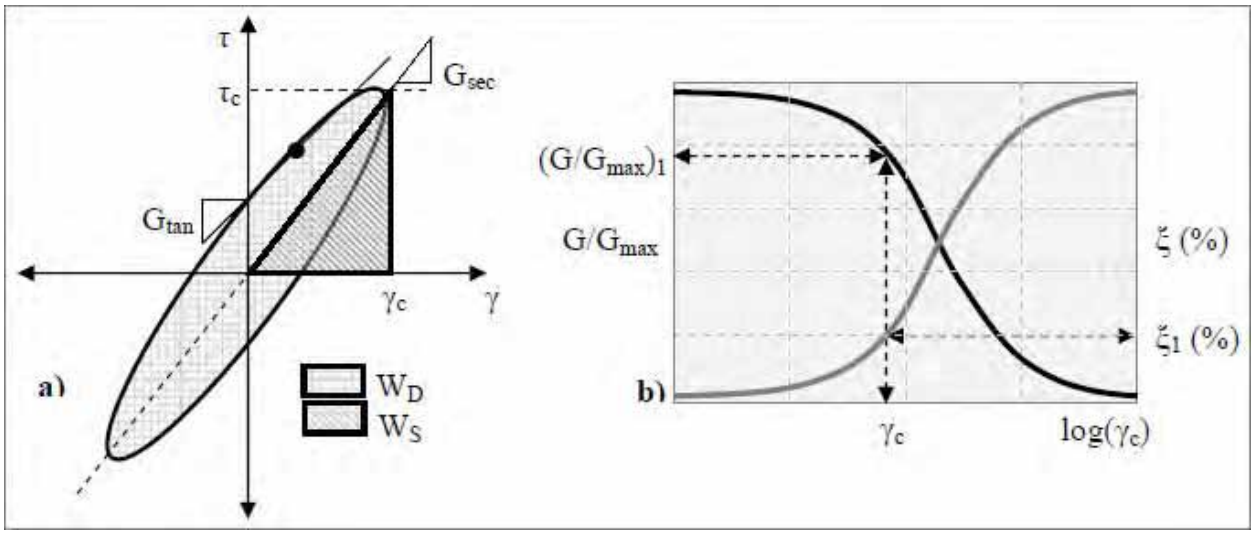
$$\tau = G\,\gamma + \eta\,\dot{\gamma}$$

dove:

- G : Modulo di taglio;
- η : viscosità del mezzo.

Il comportamento non lineare del terreno, durante un ciclo di carico, viene approssimato per come mostrato in figura. Il modulo di taglio equivalente, G, è preso considerando il modulo di taglio secante Gs. È possibile notare come alla fine di un ciclo controllato e simmetrico di tensioni si ha:

$$G_s = \frac{\tau_c}{\gamma_c}$$



Modello lineare equivalente; a) ciclo di isteresi; b)curve di non linearità

La curva Gs- γ non può avere una forma arbitraria ma deriva dalla curva τ - γ e sussiste seguente relazione:

$$\frac{d\tau}{d\gamma} = G_s(\gamma) + \frac{dG_s}{d\gamma}\,\gamma \geq 0$$

La descrizione del comportamento meccanico dei terreni nei confronti dei carichi ciclici non può peraltro prescindere dalla dissipazione intrinseca di energia che si verifica durante i cicli di carico-scarico. Il parametro di riferimento a tal riguardo è costituito dal coefficiente di smorzamento D, definito come:

$$D = \frac{1}{4\,\pi}\,\frac{\Delta W^{dissp}}{W^{max}}$$

dove:

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

ΔW^{dissp}: quantità di energia dissipata, per unità di volume, dal terreno durante un ciclo di carico armonico;
W^{max} : massima energia di deformazione, per unità di volume, immagazzinata dal terreno durante lo stesso ciclo di carico armonico.

In definitiva la risposta non lineare del terreno tramite il modello viscoelastico lineare equivalente viene riassunta mediante delle curve di riduzione del modulo di taglio e di incremento del rapporto di smorzamento
La procedura iterativa che consente di ottenere la risposta non lineare del sistema consiste nell'eseguire una sequenza di analisi lineari, con aggiornamento iterativo dei parametri di rigidezza e smorzamento, fino al raggiungimento di un prefissato criterio di convergenza. Facendo riferimento alla stratigrafia inserita, lo schema della procedura iterativa su cui è basato il modello lineare equivalente, da applicare ad ogni strato in cui è stato discretizzato il profilo stratigrafico:

1) definizione di curve $G=G(\gamma)$ e $D=D(\gamma)$ per i diversi strati;

2) inizializzazione dei valori del modulo di taglio e del fattore di smorzamento ai livelli di piccole deformazioni (G_0 e D_0);

3) calcolo della risposta dinamica del suolo e valutazione della deformazione massima a taglio in ogni strato;

4) aggiornamento dei valori $G_1=G(\gamma_1)$ e $D_1=D(\gamma_1)$;

5) iterazione dei passi 3 e 4 fino a convergenza ($\gamma_{i-1} \sim \gamma_i$).

Il programma permette di ricavare diversi dati di output come lo spettro di risposta in termini di accelerazione, velocità e spostamento in superficie, deformazioni e sforzi di taglio e molti altri dati utili allo svolgimento dell'analisi sismica locale.
In base agli output di interesse definiti nella scheda precedente il programma restituisce i risultati dell'analisi, sia in versione grafica che tabulare.

e4. Definizione del moto di input (scelta delle azioni sismiche)

Sulla base delle indicazioni fornite ai paragrafi 3.2.3.6 e 7.11.3.1 contenute nelle NTC 18 si è provveduto ad utilizzare accelerogrammi naturali (il numero minimo che consente di far riferimento ai valori medi dei risultati) selezionati da banche accelerometriche digitali imponendo i criteri di scelta e spettro-compatibilità imposti dalle NTC 18.
Per la selezione delle combinazioni degli accelerogrammi naturali compatibili con gli spettri da normativa si è utilizzato il programma REXEL versione 3.5, sviluppato dall'Università degli Studi di Napoli Federico II (http://www.reluis.it/).
Gli accelerogrammi selezionati sono stati tutti registrati su siti rocciosi affioranti e sono caratterizzati da valori di magnitudo e distanza epicentrale così caratterizzati:

- Magnitudo momento: $5 < Mw < 6.5$;
- Distanza epicentrale (Repi): Repi < 20 Km;

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

- Sito di registrazione: sottosuolo di categoria A (Vs > 800 m/s);

La tolleranza adottata sui valori di distanza è tipicamente maggiore di quella sui valori di magnitudo, poiché quest'ultima ha un' influenza maggiore sulle caratteristiche del moto sismico.
L'altro criterio importante e restrittivo adottato per la selezione degli accelerogrammi reali è quello della spettro-compatibilità. Gli accelerogrammi selezionati per il sito in esame sono spettro-compatibili, in media, con lo spettro di risposta elastico su suolo di categoria A prescritto dalle NTC 18 per il periodo di ritorno di 712 anni, nell'intervallo di periodo specificato (fino a 2 secondi). Al fine di ottenere la spettro-compatibilità, gli accelerogrammi selezionati sono stati tutti scalati linearmente al valore di accelerazione di picco prescritta dalle NTC 18 per il sito in oggetto. Le componenti orizzontali degli accelerogrammi utilizzati nelle analisi, il confronto tra i corrispondenti spettri, lo spettro medio e lo spettro di normativa delle NTC 18 sono illustrati nelle figure sottostanti.

DB - ITACA 2.3

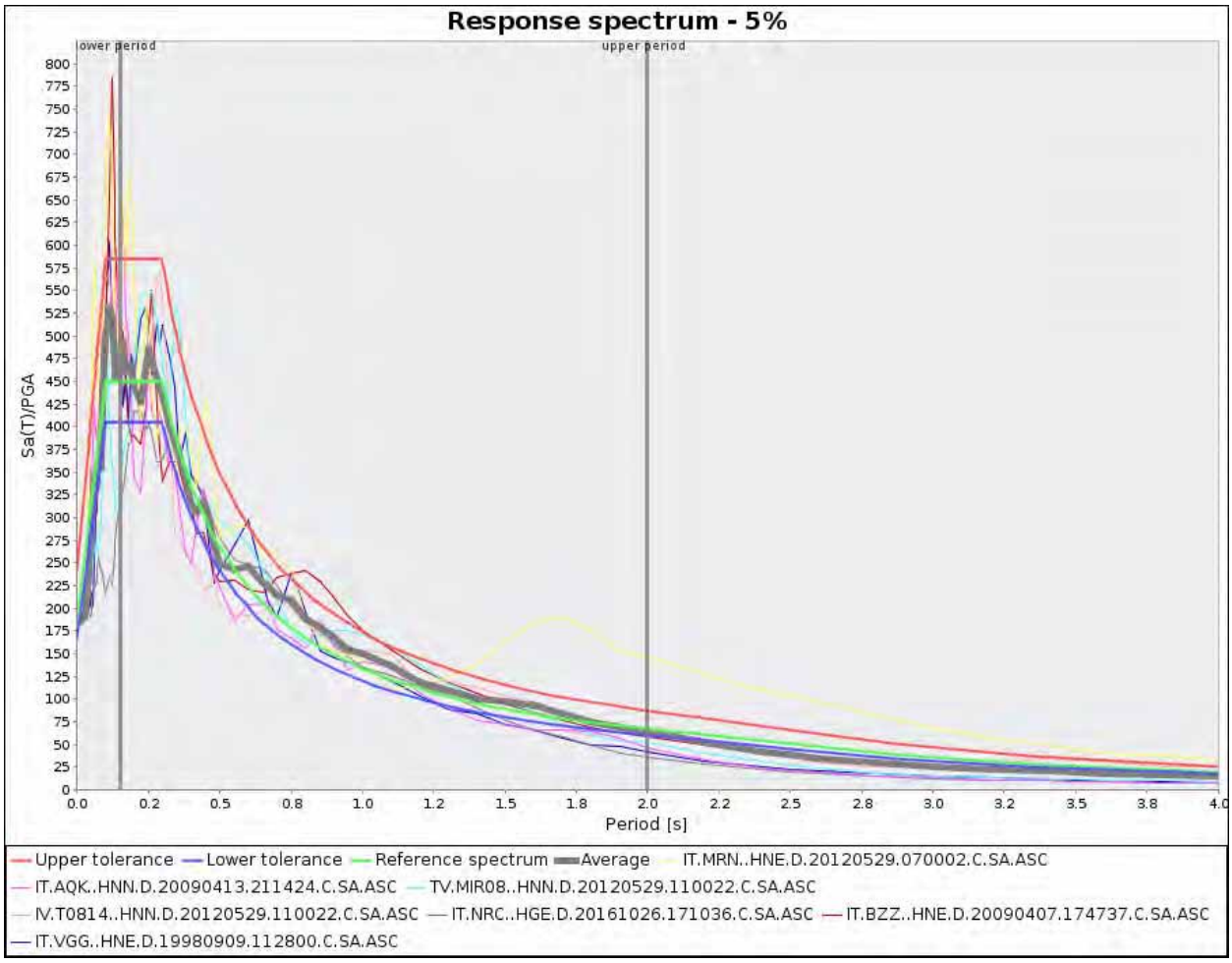
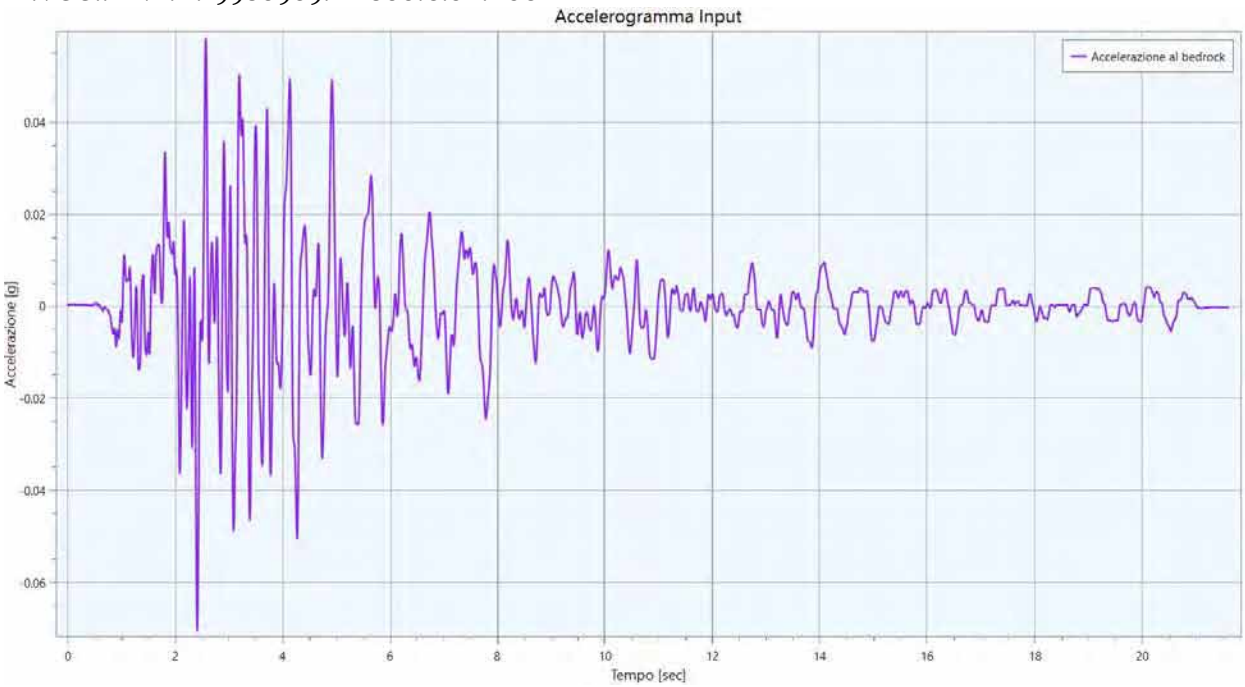


Figura: Spettro-compatibilità tra lo spettro medio (Average spectrum), ottenuto da 7 registrazioni accelerometriche naturali (componente orizzontale), e lo spettro risposta elastico (Target spectrum) per il sito in oggetto.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

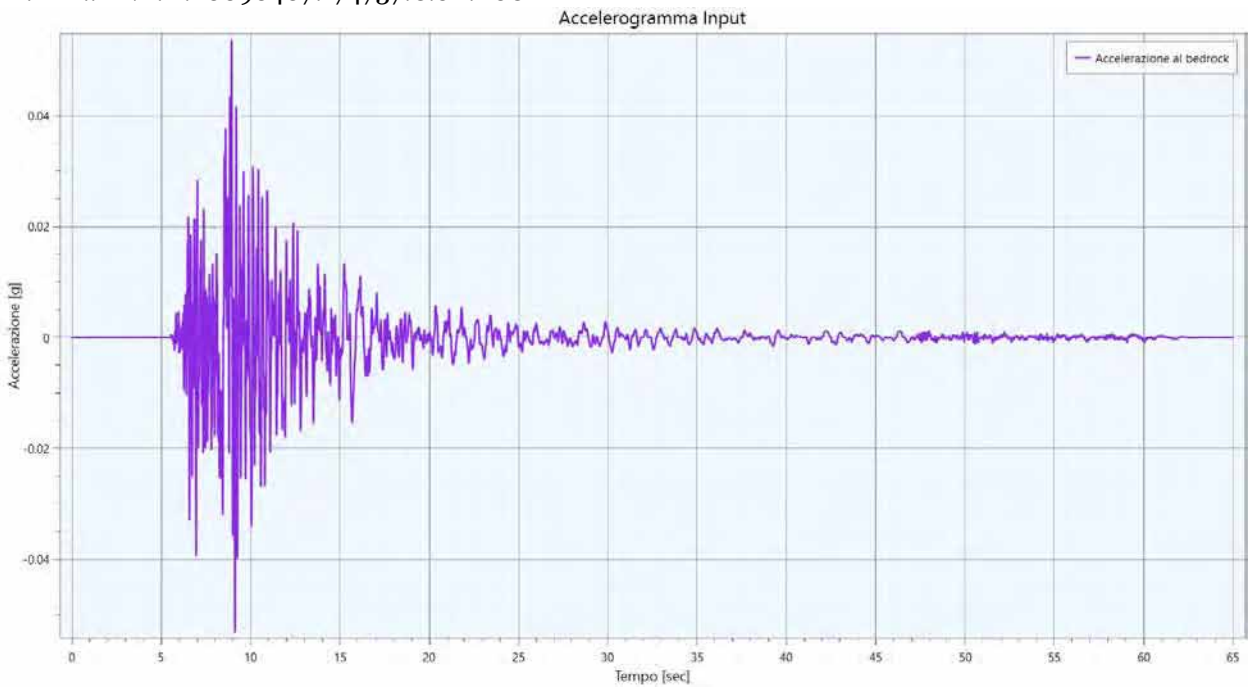
Nella scelta si è altresì cercato di accostare segnali con forme differenti, sia a componente impulsiva che vibratoria (più ricca nelle basse frequenze) e con altrettanto differenti caratteristiche di durata (aspetto fortemente dipendente dalla distanza nonché da fattori geologici e sismogenetici) nonché di frequenza fondamentale. In tal senso l'Intensità di Arias (Ia cm/s), oltre agli altri parametri, è stato utilizzata come indicatore per valutare il contenuto energetico rappresentativo di ciascun segnale.
Si riportano di seguito gli accelerogrammi di input:

Scaled records and corresponding scale factors
==========
IT.VGG..HNE.D.19980909.112800.C.SA.ASC 2.687
IT.BZZ..HNE.D.20090407.174737.C.SA.ASC 3.493
IT.NRC..HGE.D.20161026.171036.C.SA.ASC 0.630
IV.T0814..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC 2.028
TV.MIR08..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC 2.270
IT.AQK..HNN.D.20090413.211424.C.SA.ASC 9.331
IT.MRN..HNE.D.20120529.070002.C.SA.ASC 0.845
IT.VGG..HNE.D.19980909.112800.C.SA.ASC

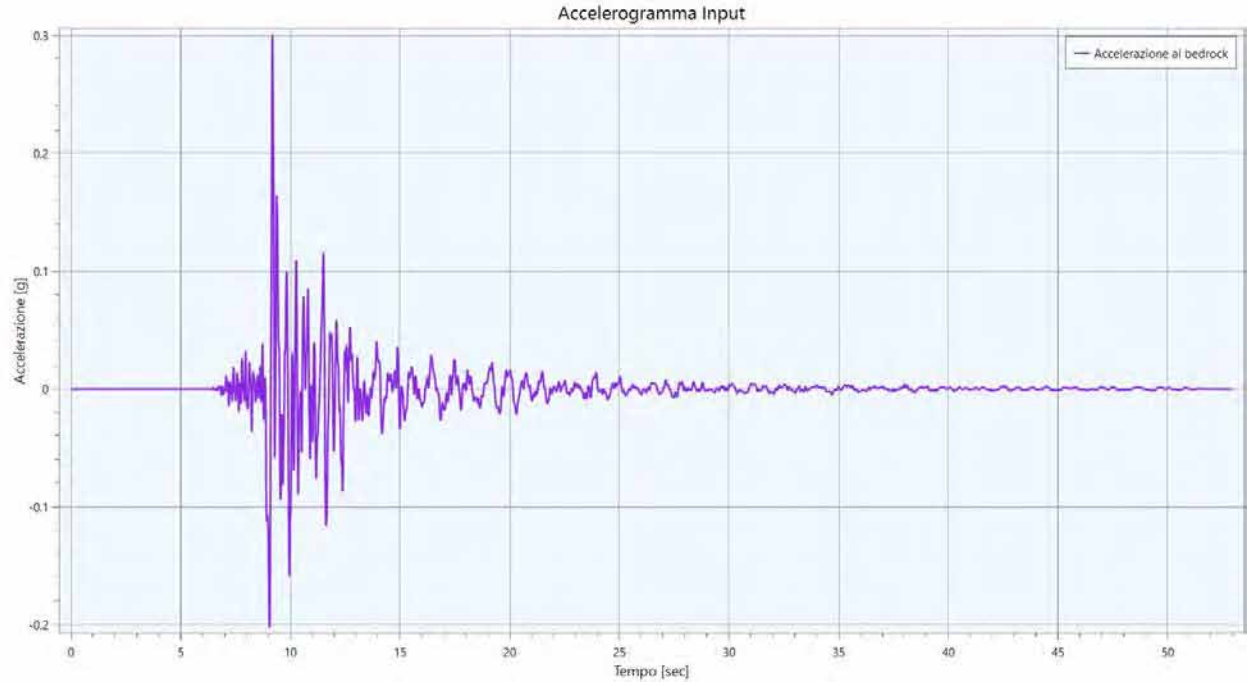


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

IT.BZZ..HNE.D.20090407.174737.C.SA.ASC

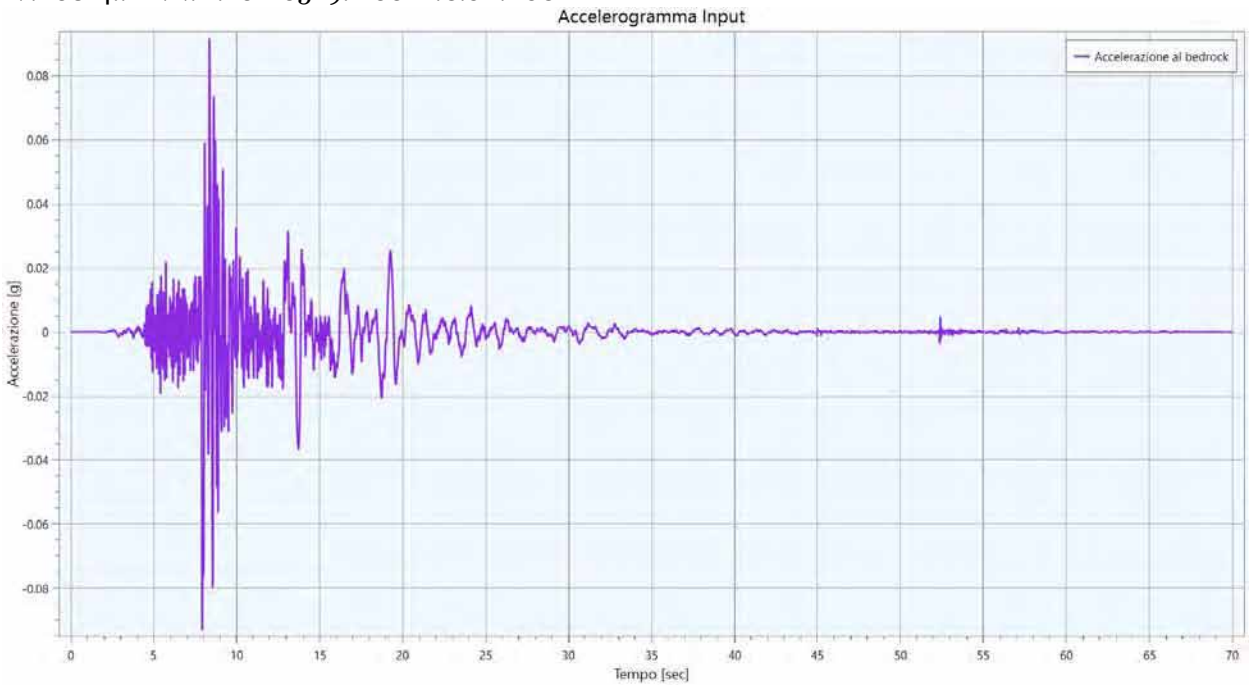


IT.NRC..HGE.D.20161026.171036.C.SA.ASC

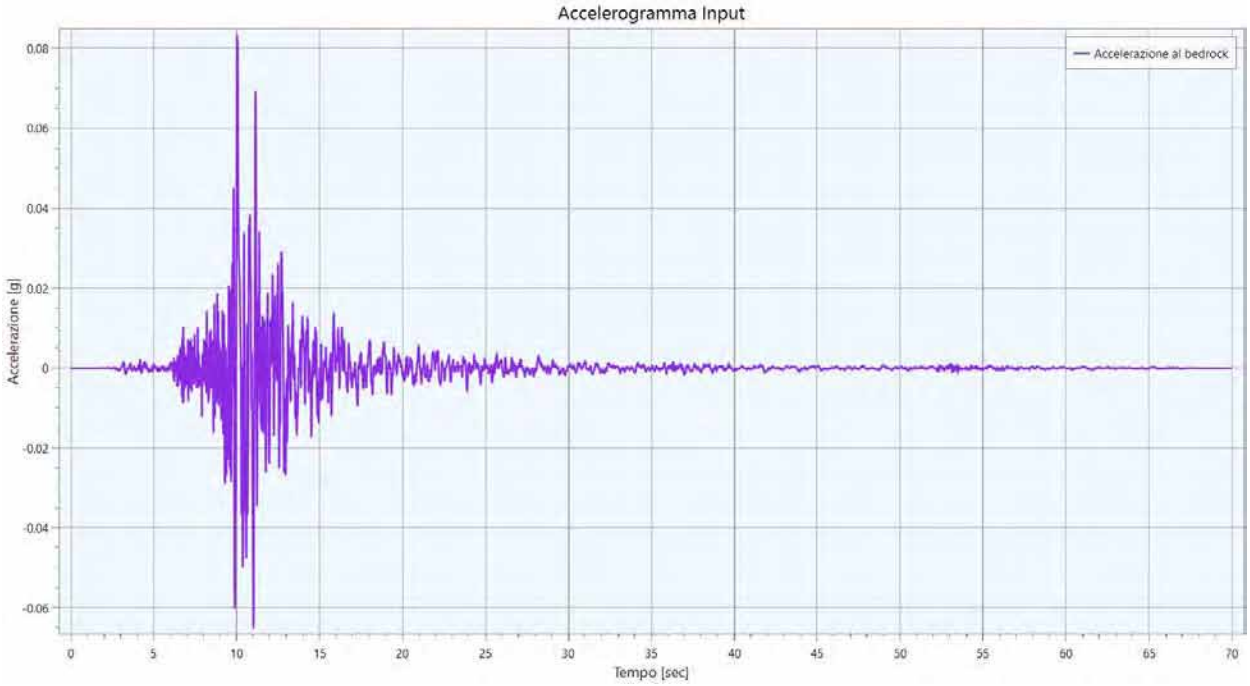


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

IV.T0814..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC

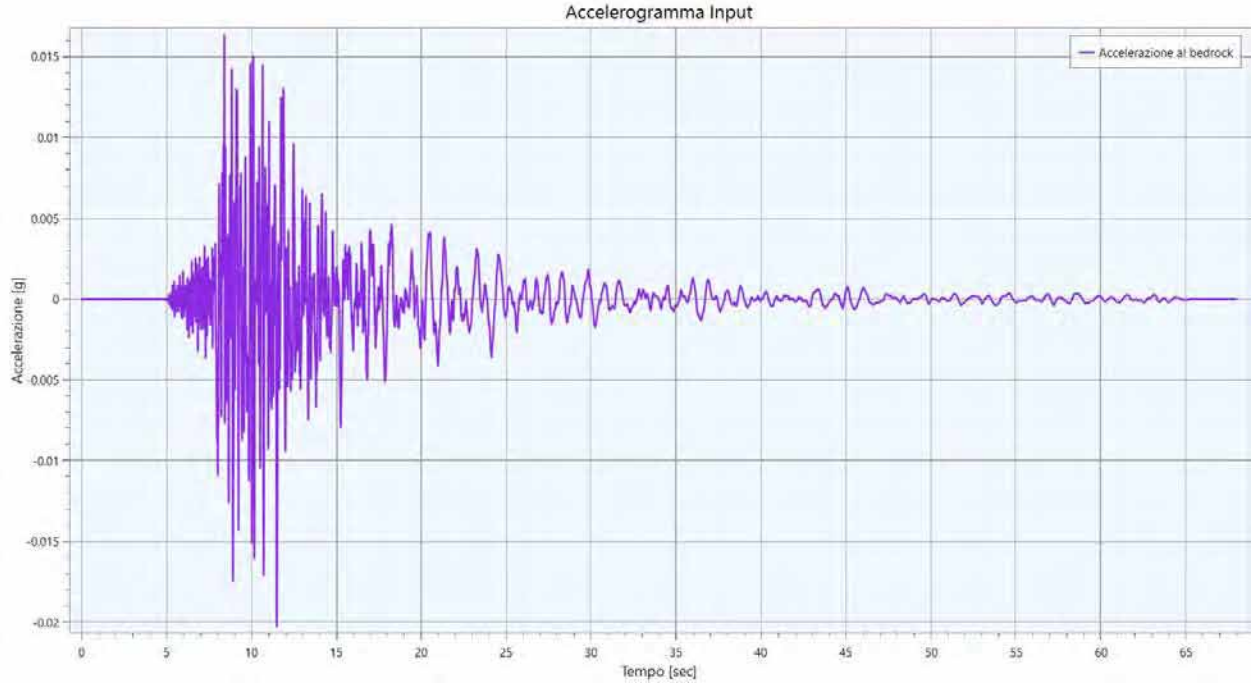


TV.MIR08..HNN.D.20120529.110022.C.SA.ASC

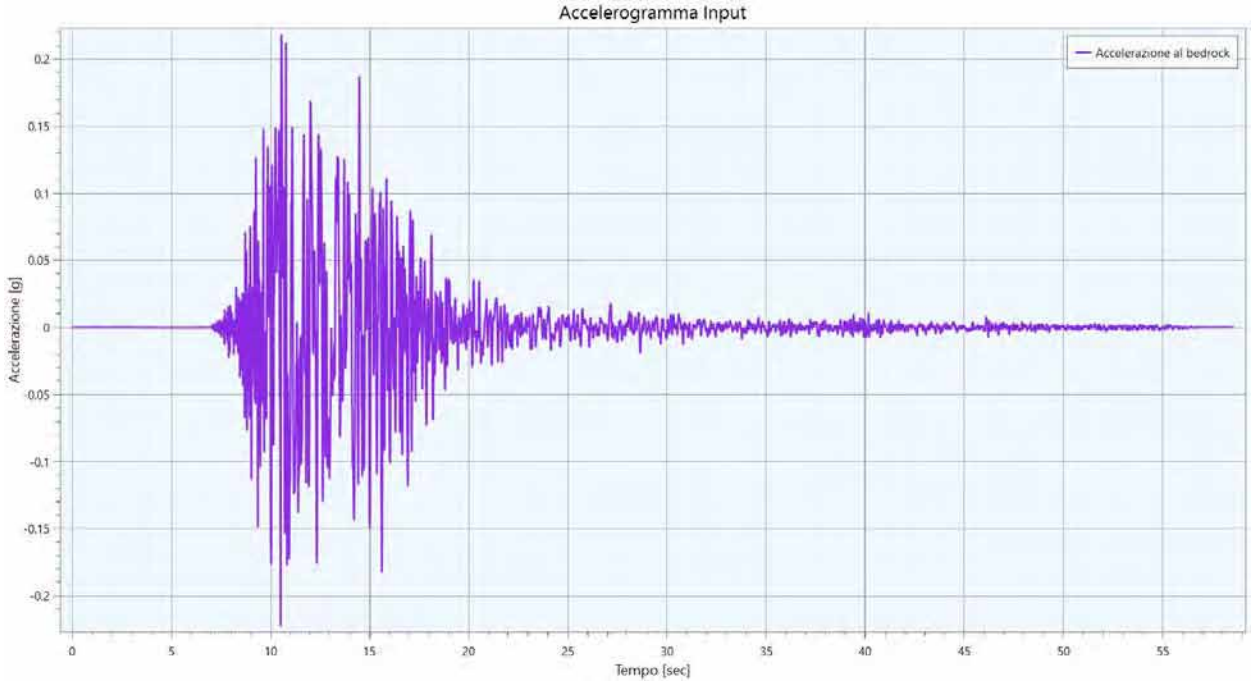


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

IT.AQK..HNN.D.20090413.211424.C.SA.ASC



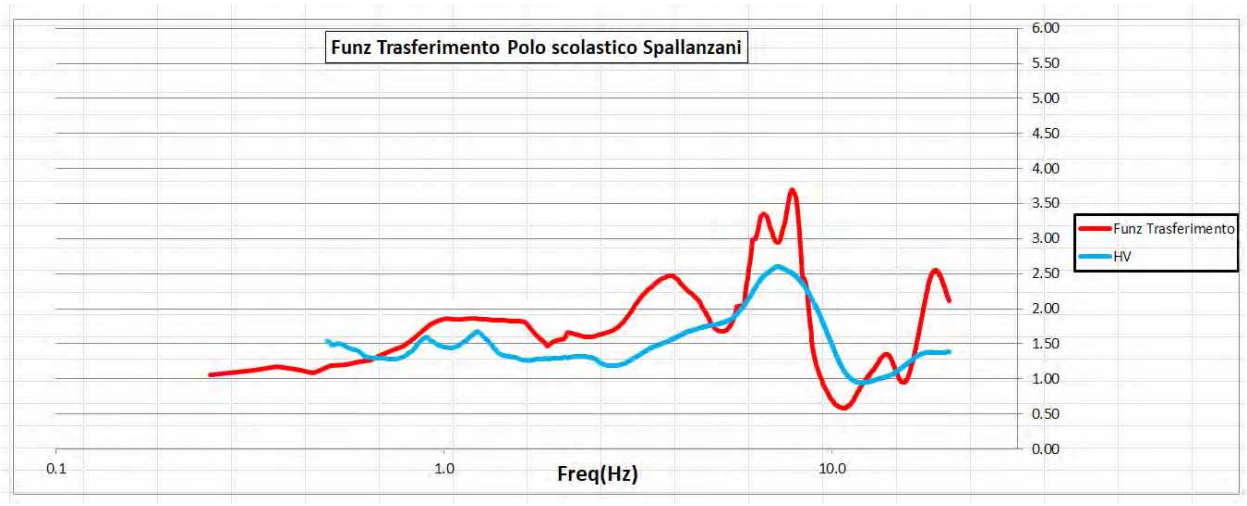
IT.MRN..HNE.D.20120529.070002.C.SA.ASC



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

e5. Risultati della modellazione

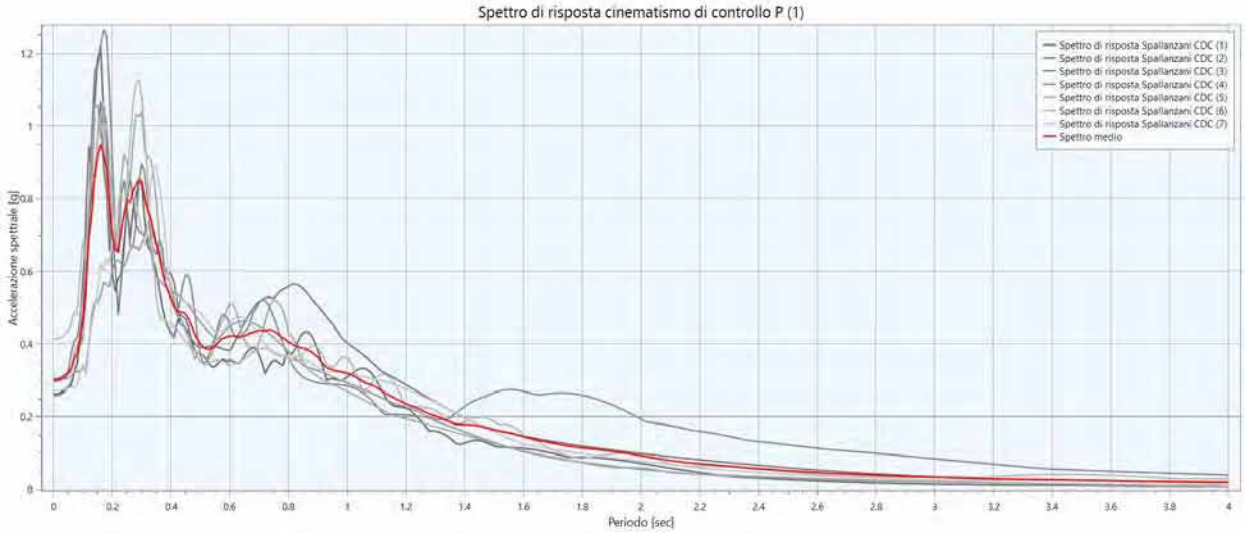
Il codice fornisce una notevole quantità di risultati di output (iterazioni eseguite dal programma: accelerazione, velocita e spostamenti in superficie in funzione del tempo; max accelerazioni, velocita e spostamento in superficie; deformazione e sforzo di taglio in corrispondenza di uno strato desiderato in funzione del tempo; funzione di amplificazione; frequenza di massima amplificazione; spettro di Fourier; spettro di risposta in accelerazione, velocita e spostamento in funzione del periodo).
Nel presente lavoro di risposta sismica locale si intende fornire gli accelerogrammi di output e i relativi spettri elastici di risposta in accelerazione.
Il primo importante risultato è costituito dal confronto tra la "Funzione di trasferimento o funzione di amplificazione" ed i risultati delle prove HV condotte nel sito di indagine.
È stata effettuata un'analisi preliminare di RSL di tipo deterministica in condizioni LE. Sulla base dell'analisi comparativa tra la funzione di amplificazione da RSL in condizioni LE (mostrata nella successiva figura) e dell'evidenza sperimentale fornita dalla misura dei microtremori, si conclude che il modello teorico è ragionevolmente aderente all'evidenza empirica.



Si procede pertanto ad effettuare l'analisi in condizioni EQL, ossia trattando il terreno come un mezzo le cui proprietà meccaniche sono in funzione del livello deformativo.
Di seguito si riportano gli spettri ottenuti per le varie analisi effettuate ed in sovrapposizione grafica il rispettivo spettro medio. Tale spettro viene ottenuto mediante una media dei singoli spettri relativi alle varie condizioni di carico presenti per ogni analisi.

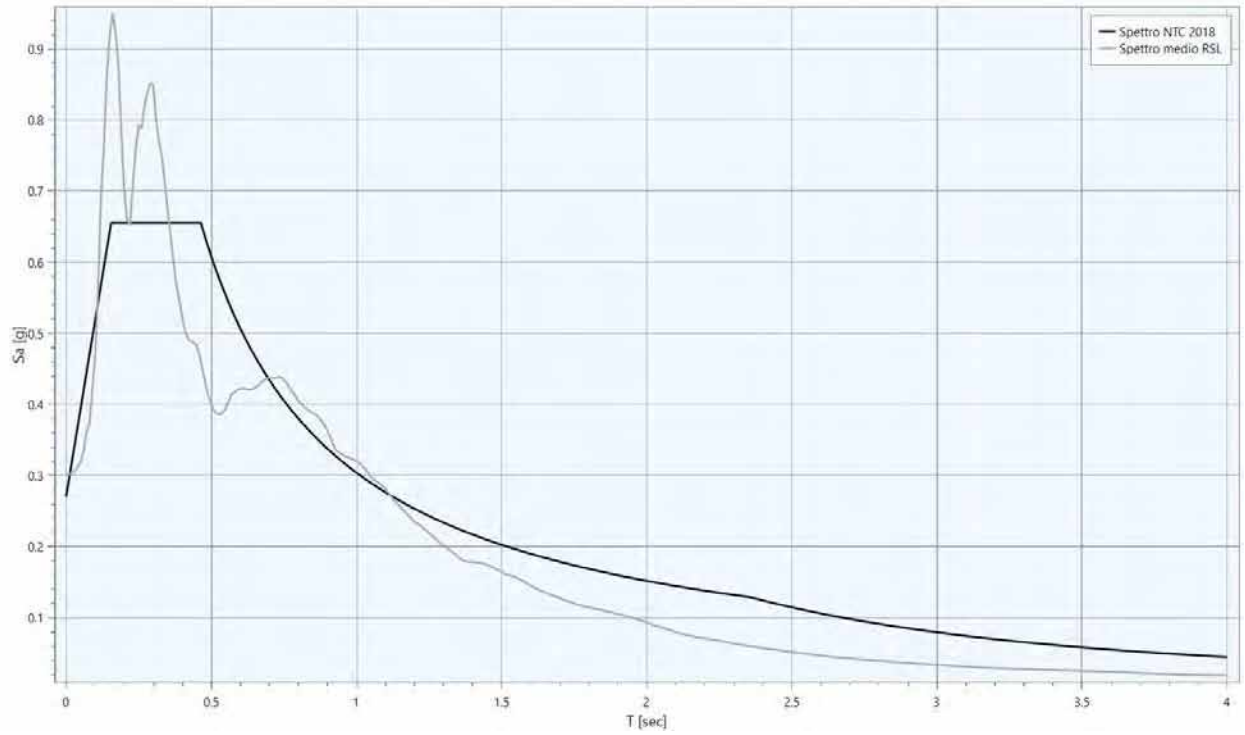
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Spettri di risposta in superficie in campo di free-field - DB Itaca 2.3



Spettri di accelerazione desunti dall'analisi di Risposta sismica locale. In rosso, come richiesto da normativa è rappresentato lo spettro medio dei 7 accelerogrammi naturali di input

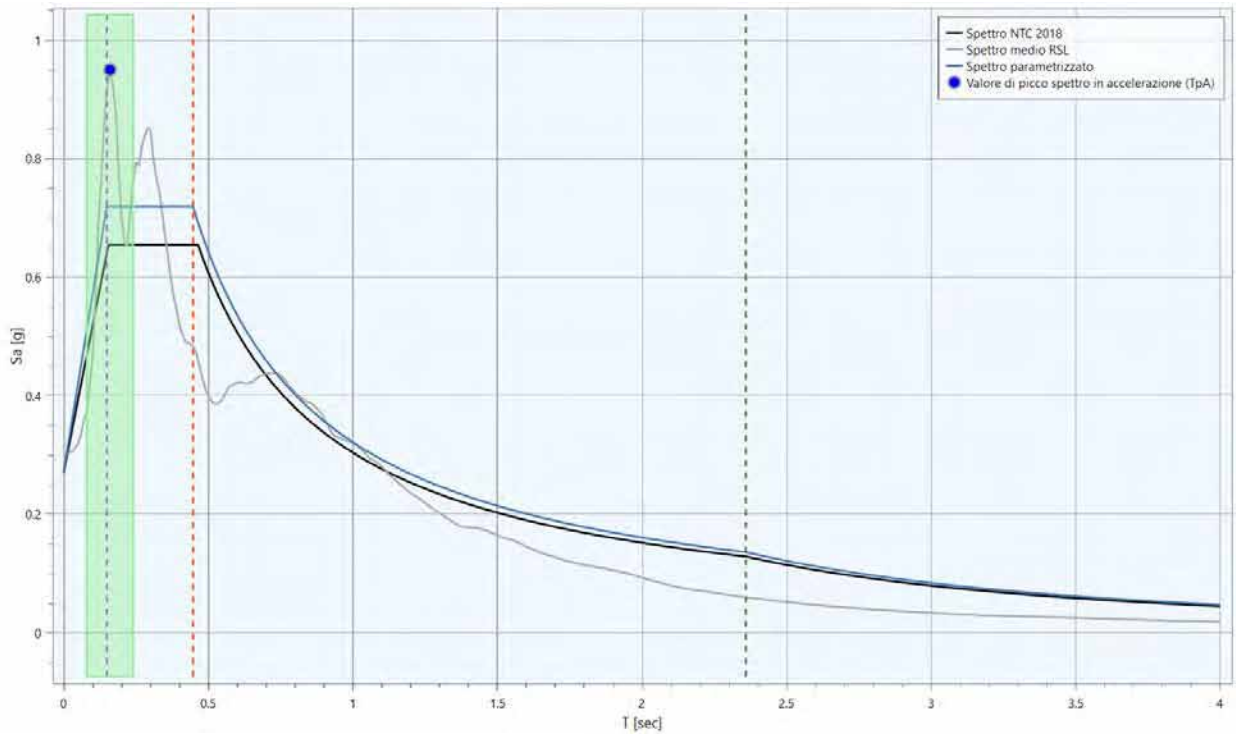
Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18



Confronto tra lo spettri medio desunto dall'analisi di RSL e lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro medio desunto dalle analisi di RSL, lo spettro semplificato di normativa per una categoria di sottosuolo di tipo "C" da NTC18 e lo spettro normalizzato con l'approccio rigoroso secondo l'Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 del Commissario del Governo per la Ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016.



Parametrizzazione RSL

TpA [sec]	0.160
0.5 TpA [sec]	0.080
1.5 TpA [sec]	0.240
Sa,medio [g]	0.719
TpV [sec]	0.870
0.8 TpV [sec]	0.696
1.2 TpV [sec]	1.044
*Sv,medio [g*s]*	0.051
amax	**0.272**
F0	**2.647**
S	**1.430**
Tb [sec]	**0.149**
Tc [sec]	**0.447**
Td [sec]	**2.360**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Si forniscono in allegato tutti i punti dello spettro medio desunto da RSL

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio condotto ha permesso di delineare i principali aspetti geologici finalizzati al progetto definitivo-esecutivo per la realizzazione di nuova palazzina ad uso laboratori a seguito di demolizione della palazzina C e di ampliamento della palazzina D in via Solimei, in comune di Castelfranco Emilia. Il quadro di questi aspetti ha portato alle seguenti considerazioni:

1. Dal punto di vista sismico risulta che il comune di Castelfranco E., è stato dichiarato sismico e iscritto nella Zona 3 della OPCM 3274/2003 e s.m.i;

2. Il terreno di fondazione del fabbricato in oggetto appartiene alla categoria di suolo "C", ai sensi del D.M. 17/01/2018; è stata condotta l'analisi della Risposta sismica locale (RSL) sul sito di indagine che ha determinato lo spettro da utilizzare per la determinazione dell'azione sismica, a cui si rimanda nell'apposito capitolo.

3. Al fine di determinare le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di fondazione si è provveduto ad effettuare sul lotto in esame le seguenti indagini geognostiche e sismiche:
   - n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S01 e S02) spinti rispettivamente alla profondità di 10.00 m e 20.00 m dal p.c.;
   - n. 2 prove penetrometriche statiche elettriche con piezocono (CPTu01 e CPTu02) spinte alla profondità massima di 6.40 m dal p.c.;
   - n. 2 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPTm01 e CPTm02) spinte alla profondità massima di 6.60 m dal p.c.;
   - n. 2 indagine sismiche passive di microtremori (HV01 e HV02);
   - n. 1 indagine sismica a riflessione in array in onde Sh (Vb - Sh).

4. La natura litologica dei terreni oggetto dei sondaggi geognostici e delle prove penetrometriche è dedotta dall'analisi delle cassette stratigrafiche e dai diagrammi penetrometrici mediante "Guide for estimating soil type from dutch friction-cone ratio" (Schmertmann, 1969 e Raccomandazioni A.G.I. 1977) per le prove meccaniche cptm e dall'analisi dei diagrammi penetrometrici mediante Robertson (2010, 2016) per le prove con piezocono cptu. Le sequenze stratigrafiche desunte dall'analisi delle indagini geognostiche e geofisiche evidenziano i seguenti livelli litologici:

   0.00 -0.80/1.00 m Materiale di riporto;
   0.80/1.00 - 1.00/1.50 m Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A);
   1.00/1.50 -3.60/4.30 m Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B);
   3.60/4.30 - 6.30 m Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C);
   6.30 - 15.00 m Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D);
   15.00 - 16.10 m Livello di Torba (E);
   16.10 - 20.00 m Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F).

   La falda, in fase di indagine, è stata rinvenuta a 4.30 m dal p.c..
   .

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Infine sulla base delle indicazioni emerse dall'analisi delle prove penetrometriche e sulla base delle litologie presenti si è provveduto a caratterizzare e parametrizzare, dal punto di vista geotecnico, i terreni di fondazione.

In virtù delle considerazioni sopra esposte risulta che i parametrici geotecnici caratteristici per i materiali presenti sono i seguenti:

- In termini di parametri di resistenza:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	c'k(kPa)	ϕ' k(°)	Cuk(kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/
0.80/1.00 - 1.00/1.50	Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)	17	19	3	18	70
1.00/1.50 - 3.60/4.30	Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)	17	19	2	17	60
3.60/4.30 - 6.30	Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)	17	19	1	20	70
6.30 - 15.00	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)	20	21	0	32	/
15.00 - 16.10	Livello di Torba (E)	13	15	0	14	30
16.20 - 20.00	Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)	17	19	5	19	100

- In termini di parametri di deformabilità:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m³)	γ'_w (KN/m³)	Coeff. di Poisson (v)	Modulo Elastico E' (kPa)	Modulo Edometrico Ed (kPa)
0.00 - 0.80/1.00	Materiale di Riporto	/	/	/	/	/

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

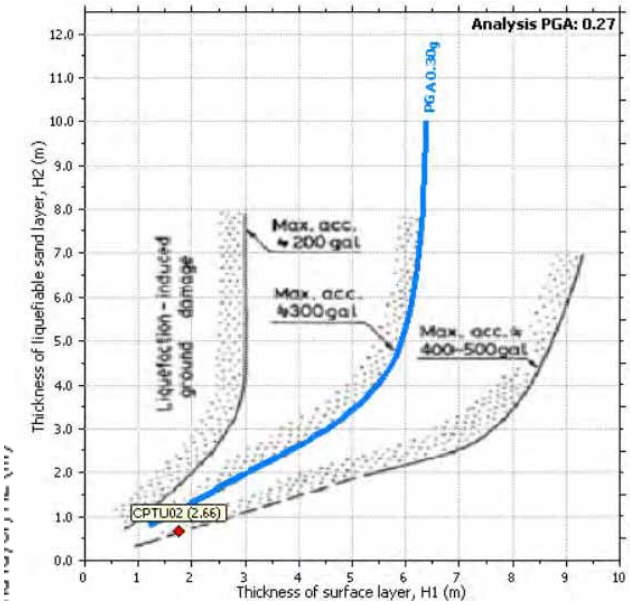
0.80/1.00 - 1.00/1.50	**Limo argilloso nocciola mediamente consistente (A)**	**17**	**19**	**0.45**		**4500**
1.00/1.50 - 3.60/4.30	**Limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi mediamente consistenti intercalati a livelli centimetrici limo-sabbiosi mediamente consistenti di colore nocciola (B)**	**17**	**19**	**0.45**		**4000**
3.60/4.30 - 6.30	**Limi sabbiosi e sabbia limosa grigia debolmente addensata (C)**	**17**	**19**	**0.45**		**3500**
6.30 - 15.00	**Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa (D)**	**20**	**21**	**0.35**	**30000**	
15.00 - 16.10	**Livello di Torba (E)**	**13**	**15**	**0.48**		**2000**
16.20 - 20.00	**Argilla, grigia chiara, mediamente consistente, umida (F)**	**17**	**19**	**0.42**		**7000**

5. Il Comune di Castelfranco Emilia ha approvato la variante al PSC in data 20 marzo 2017 tramite accordo di programma con la Provincia di Modena. In tale variante sono contenuti gli studi di microzonazione sismica. Tali carte, come sopra ricordato, sono finalizzate agli studi di microzonazione pertanto costituiscono un valido riferimento per la progettazione senza essere comunque normativa cogente. L'area in oggetto dell'intervento ricade nella tavola delle Microzonee Omogenee in prospettiva sismica (MOPS) in "Zona suscettibile di instabilità per liquefazione". Occorre pertanto valutare il coefficiente di amplificazione e verificare la presenza di condizioni predisponenti la liquefazione.
La verifica del potenziale di liquefazione, per ciascuna verticale di indagine, è stata condotta utilizzando il metodo di Boulanger & Idriss (2014). La verifica è stata effettuata con Software CLiq v 3.0 della Geologismiki Geotechnical Engineers - Serrai(Grecia) ed ha evidenziato che:

PROVA	**INDICE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE I_L (B&I 2014)**	**RISCHIO (Sonmez 2003)**
CPTu01	**0.15**	**BASSO**
CPTu02	**2.66**	**MODERATO**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Pertanto la verifica a liquefazione evidenzia un rischio di liquefazione da "Molto Basso a Moderato".
Sulla base dei risultati sopra descritti al fine di evidenziare eventuali criticità legate ai problemi di liquefazione è stato deciso di applicare per l'intervento in oggetto il metodo di Ishihara (1985). Si tratta di una procedura empirica basata sull'impiego degli spessori dello strato o degli strati di copertura non liquefacibili (H1) e quello dei sottostanti livelli suscettibili di liquefazione (H2) oltre all'accelerazione orizzontale massima in superficie; la procedura pertanto fornisce, in maniera puramente qualitativa, l'entità delle deformazioni, e quindi del danno, indotte dal sisma in caso di liquefazione.



Considerato comunque lo spessore dello strato liquefacibile, lo spessore dello strato non liquefacibile sovrastante e l'accelerazione massima attesa in superficie per il sito d'indagine (0.27g), si evidenzia (dal grafico sopra riportato - Ishihara 1985) che la liquefazione dello strato liquefacibile non si estende in superficie e pertanto non si dovrebbero avere deformazioni attese sulle strutture di fondazione da realizzare
In ogni caso, si sottolinea che la normativa in materia di costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, stabilisce al § (§7.11.3.4.3) che "*L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista*".

Modena, febbraio 2020.

Dott. Geol. Lorenzo Del Maschio
(A.P. n° 1725 Ordine dei Geologi della Regione Lazio)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

11. ALLEGATI

- Sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- Prove penetrometriche statiche meccaniche CPTm;
- Prove penetrometriche statiche con piezocono CPTu;
- Verifica del potenziale di liquefazione secondo il metodo di Idriss & Boulanger (2008) e Boulanger & Idriss (2014);
- Indagine sismica a riflessione;
- Indagine sismica a stazione singola HV;
- Certificati del laboratorio geotecnico;
- Punti spettro medio da analisi RSL.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1

RAPPORTO DI PROVA N. R08728

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **28/10/2019** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Attrezzatura utilizzata, prove in foro effettuate, strumentazione foro

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica cingolata Atlas Copco Mustang A 66 - CB T (anno di fabbrica: 1995 - matr. n. OR 95/3480/653) montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, con pattini in acciaio e velocità di spostamento 0-2 km/h. La sonda è dotata di due motori: un motore diesel a 4 tempi Lombardini LDW 2004 avente cilindrata 2068 cm^3, potenza 35 kW, RPM 3.000 giri/min; un motore KHD Deutz F 3-6 L 912/W, cilindrata 2.826 cm^3. L'antenna è caratterizzata da un tiro e da una spinta di 80 kN, corsa 3.700 mm, mentre la testa idraulica di rotazione S 1.300, avente n. 8 velocità, presenta una coppia massima di 13.233 Nm e una velocità massima di 614 g/min. La sonda è infine dotata di n. 2 pompe idrauliche: una pompa fanghi Nova Rotors mod. MN 120-2 ed una pompa acqua Imovilli P123.

Nel corso delle operazioni di sondaggio la sonda è stata attrezzata con un carotiere semplice T1 avente diametro ϕ 101 mm e si è reso necessario l'utilizzo di tubi di rivestimento di diametro ϕ 127 mm per 9,0 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.

Dove possibile sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test sulle carote prelevate; i risultati, in kPa, sono riportati a pagina 3/5.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1

RAPPORTO DI PROVA N. R08728

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **28/10/2019** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Procedure di campionamento

Le carote prelevate nel corso del sondaggio (campioni tipo Q1) sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC a 5 scomparti, quindi fotografate (vedi pagg. 5/5) e consegnate alla Committenza.

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Le procedure di esecuzione del sondaggio, delle prove e del prelievo dei campioni sono state concordate con i tecnici incaricati dalla Committenza direttamente in cantiere.

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

Tutte le prove ed i campionamenti effettuati sono stati eseguiti conformemente alle norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure e nella perforazione.

Incertezza associata alle prove **SPT**: **20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

Software di elaborazione: "*Stratigrafie*" ver. 10.1.9 realizzato dalla società SGeo di Roma.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vignini

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S1
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: 28/10/2019
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :60

STRATIGRAFIA - S1

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT
				1,0	1,0	Terreno di riporto limoso argilloso con inclusi frammenti di laterizi e rottami.		
	1			1,5	0,6	Limo argilloso, nocciola chiaro, asciutto.		
	2			3,5	2,0	Limo argilloso debolmente sabbioso, nocciola ocra, molto consistente, asciutto.	343 196 343 196 147 147 206	49 59 49 49 49 49
	3			3,9	0,4	Limo sabbioso, nocciola, grigio nocciola, consistente, umido.	157 147	39
	4			4,3	0,4	Sabbia limosa, grigia nocciola, umida.		
	5			6,3	2,0	Sabbia limosa / limo sabbioso, grigia, moderatamente addensata / consistente, umida fino a 4,50 m poi satura.	78	20
101	6 7 8 9 10			10,0	3,7	Ghiaia eterogenea ed eterometrica (1 cm < Ø < 5,6 m) con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in matrice sabbiosa localmente abbondante.		

DATI TECNICI

RAPPORTO DI PROVA N. R08728 del 05/11/2019

Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Atlas Copco Mustang A66 CB-T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm.

Diametro rivestimento: 127 mm per 9.00 m.

Il Responsabile di Sito: Dott. Stefano Vigni

Aiuti-responsabile di sito: Sig. Francesco Tuosto

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 - Settore C - Prove in Sito

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	28/10/19									
Ora	16:00									
Livello dell'acqua (m)	4,50									
Prof. perforazione(m)	10,00									
Prof. rivestimento(m)	0,00									

Il Responsabile di sito
Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S1
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: 28/10/2019
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	DATI TECNICI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Scala metrica con limiti delle battute (>)
3) Rivestimento
4) Simbolo litologico
5) Profondità della base dello strato (m)
6) Spessore dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Resistenza alla punta (kPa)
9) Vane test (kPa)
10) Dati tecnici

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S1
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: 28/10/2019

Fotografie - Pagina 1/1

Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S2

RAPPORTO DI PROVA N. R08729

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **dal 29/10/2019 al 30/10/19** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Attrezzatura utilizzata, prove in foro effettuate, strumentazione foro

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica cingolata Atlas Copco Mustang A 66 - CB T (anno di fabbrica: 1995 - matr. n. OR 95/3480/653) montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, con pattini in acciaio e velocità di spostamento 0-2 km/h. La sonda è dotata di due motori: un motore diesel a 4 tempi Lombardini LDW 2004 avente cilindrata 2068 cm^3, potenza 35 kW, RPM 3.000 giri/min; un motore KHD Deutz F 3-6 L 912/W, cilindrata 2.826 cm^3. L'antenna è caratterizzata da un tiro e da una spinta di 80 kN, corsa 3.700 mm, mentre la testa idraulica di rotazione S 1.300, avente n. 8 velocità, presenta una coppia massima di 13.233 Nm e una velocità massima di 614 g/min. La sonda è infine dotata di n. 2 pompe idrauliche: una pompa fanghi Nova Rotors mod. MN 120-2 ed una pompa acqua Imovilli P123.

Nel corso delle operazioni di sondaggio la sonda è stata attrezzata con un carotiere semplice T1 avente diametro ϕ 101 mm e si è reso necessario l'utilizzo di tubi di rivestimento di diametro ϕ 127 mm per 19,0 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.

Dove possibile sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test sulle carote prelevate; i risultati, in kPa, sono riportati a pagina 3/6.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S2

RAPPORTO DI PROVA N. R08729

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data prova: **dal 29/10/2019 al 30/10/19** Data emissione rapporto: **05/11/2019**

Procedure di campionamento

Le carote prelevate nel corso del sondaggio (campioni tipo Q1) sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC a 5 scomparti, quindi fotografate (vedi pagg. 5/5) e consegnate alla Committenza.

Durante il sondaggio sono stati prelevati n. 3 campioni indisturbati mediante campionatore a pareti sottili (Shelby), alla profondità di 1,00 – 1,50 m / 3.05 – 3.60 m / 4.45 – 5.00 m. I campioni prelevati sono stati conferiti presso il laboratorio geotecnico Autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti di Prove Penetrometriche srl per le indagini richieste dalla Committenza.

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Le procedure di esecuzione del sondaggio, delle prove e del prelievo dei campioni sono state concordate con i tecnici incaricati dalla Committenza direttamente in cantiere.

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

Tutte le prove ed i campionamenti effettuati sono stati eseguiti conformemente alle norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure e nella perforazione.

Incertezza associata alle prove **SPT**: **20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

Software di elaborazione: "*Stratigrafie*" ver. 10.1.9 realizzato dalla società SGeo di Roma.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :67

STRATIGRAFIA - S2

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	RP	VT
				0,8	0,8	Terreno di riporto limoso argilloso con inclusi frammenti di laterizi e sporadici rottami eterogenei.			
	1			1,0	0,3	Limo argilloso, nocciola chiaro, asciutto.	1) She < 1,00 1,50		
				1,5	0,5	CAMPIONE SHELBY N.1			
	2			2,5	1,0	Limo argilloso e sabbioso, nocciola striato grigio, consistente, asciutto.		196 127	59 29
	3			3,1	0,6	Limo argilloso e sabbioso, grigio nocciola, umido.	2) She < 3,05 3,60		
				3,6	0,6	CAMPIONE SHELBY N.2			
				3,7	0,1	Limo argilloso e sabbioso, grigio nocciola, umido.			
	4			4,5	0,7	Limo con argilla debolmente sabbioso, grigio striato nocciola, da umida a satura.	3) She < 4,45 5,00		
				5,0	0,6	CAMPIONE SHELBY N.3			
	5			6,3	1,3	Limo con argilla debolmente sabbioso, grigio striato nocciola, da umida a satura.			
	6								
	7					Ghiaia eterogenea ed eterometrica (1 cm < Ø < 10 cm), con ciottoli da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa.			
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14			14,6	8,3				
	15			15,0	0,4	Sabbia torbosa, nera, fossilifera.			
	16			16,1	1,1	Torba.			
	17					Argilla, grigia chiara, moderatamente consistente, umida		96 147 127 118	29 39 39
	18							98 147	39
	19							147 98	69
								98	69
101	20			20,0	3,9			147	69

RAPPORTO DI PROVA N. R08729 del 05/11/2019

Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Atlas Copco Mustang A66 CB-T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm.

Diametro rivestimento: 127 mm per 19.00 m.

Il Responsabile di Sito:
Dott. Stefano Vigni

Aiuti-responsabile di sito:
Sig. Francesco Tuosto

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 - Settore C - Prove in Sito

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	30/10/19														
Ora	17:00														
Livello dell'acqua (m)	4,30														
Prof. perforazione(m)	20,00														
Prof. rivestimento(m)	0,00														

Il Responsabile di sito
Dott. Stefano Vigni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19
Ubicazione: Istituto L. Spallanzani	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	D E S C R I Z I O N E	Campioni	RP	VT	DATI TECNICI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Scala metrica con limiti delle battute (>)
3) Rivestimento
4) Simbolo litologico
5) Profondità della base dello strato (m)
6) Spessore dello strato (m)
7) Descrizione della litologia dello strato
8) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
9) Resistenza alla punta (kPa)
10) Vane test (kPa)
11) Dati tecnici

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19

Fotografie - Pagina 1/2

Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

Committente: Provincia di Modena	Sondaggio: S2
Riferimento: Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei	Data: dal 29/10/19 al 30/10/19

Fotografie - Pagina 2/2

Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00

Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: provepenetrometriche@alice.it
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

PROVA CPT N. 1

CERTIFICATO N. 02243

Verbale di Accettazione n. **0700 del 10/10/2011**

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23**

Cantiere: **Istituto per l'Agricoltura e l'Ambiente "L. Spallanzani"**

Data prova: **12/10/2011** Data emissione certificato: **13/10/2011**

Attrezzatura utilizzata

- Penetrometro statico Pagani TG 63-100 autoancorante, avente spinta massima pari a 100 kN, montato su sottocarro cingolato; il penetrometro è dotato di dispositivo idraulico di spinta che agisce alternativamente sulla batteria di aste interne ed esterne.
- Punta conica meccanica tipo "Begemann" avente le seguenti caratteristiche:
  - diametro ϕ 35,70 mm;
  - area punta 10 cm^2;
  - manicotto di attrito laterale avente diametro ϕ pari a 35,70 mm, h = 133 mm, area 150 cm^2;
- Batteria di aste esterne, cave, aventi diametro esterno pari a 36 mm, con alcuni anelli allargatori;
- Batteria di aste interne a sezione piena, diametro 0,5-1,0 mm minore del diametro interno delle aste cave
- Cella di carico mod. AEP TC4 (n. matricola: 701046) per la misura, alternativamente, del valore della resistenza alla punta, della resistenza laterale e della resistenza totale, sottoposta a taratura a cura del Politecnico di Milano in data 15/02/2011 (n. certificato SIT n. 150/2011).
- Software di elaborazione: "*Fondazio*" ver. 4.41 elaborato dallo Studio Merlin di Castelmassa (RO).

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Nel corso della prova sono state utilizzate n. 2 aste con allargatori.

Eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

La prova è stata eseguita conformemente alle seguenti norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si è reso necessaria l'esecuzione di prefori.

Nel corso della prova il penetrometro è stato ancorato al terreno per mezzo di n. 2 ancoraggi laterali.

Al termine della prova è stata rilevata acqua a -4.80 m dal p.c.

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure.

Incertezza associata alle misure: **12.6% per valori di qc – 15.6% per valori di fs**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

IL DIRETTORE	IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari	Dott. Geol. Salvatore Mucci

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

n°	1
certificato n°	02243
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.: MPa	Data esec.: 12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´		Data certificato: 13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina: 2/3	Preforo: m
		Elaborato:	Falda: -4,80 m

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %
0,20	0,0	0,0		0,0	189,14	0	
0,40	40,0	69,0		3,9	189,14	21	4,8
0,60	46,0	75,0		4,5	267,54	17	5,9
0,80	38,0	79,0		3,7	287,14	13	7,7
1,00	70,0	114,0		6,9	359,66	19	5,2
1,20	65,0	120,0		6,4	352,80	18	5,5
1,40	56,0	110,0		5,5	228,34	24	4,2
1,60	35,0	70,0		3,4	235,20	15	6,9
1,80	24,0	60,0		2,4	85,26	28	3,6
2,00	17,0	30,0		1,7	85,26	20	5,1
2,20	11,0	24,0		1,1	58,80	18	5,5
2,40	13,0	22,0		1,3	51,94	25	4,1
2,60	9,0	17,0		0,9	58,80	15	6,7
2,80	8,0	17,0		0,8	46,06	17	5,9
3,00	10,0	17,0		1,0	39,20	25	4,0
3,20	9,0	15,0		0,9	39,20	23	4,4
3,40	6,0	12,0		0,6	32,34	18	5,5
3,60	6,0	11,0		0,6	51,94	11	8,8
3,80	8,0	16,0		0,8	46,06	17	5,9
4,00	8,0	15,0		0,8	39,20	20	5,0
4,20	7,0	13,0		0,7	39,20	18	5,7
4,40	6,0	12,0		0,6	32,34	18	5,5
4,60	6,0	11,0		0,6	32,34	18	5,5
4,80	6,0	11,0		0,6	46,06	13	7,8
5,00	6,0	13,0		0,6	39,20	15	6,7
5,20	6,0	12,0		0,6	39,20	15	6,7
5,40	7,0	13,0		0,7	39,20	18	5,7
5,60	9,0	15,0		0,9	110,74	8	12,6
5,80	15,0	32,0		1,5	51,94	28	3,5
6,00	18,0	26,0		1,8	65,66	27	3,7
6,20	26,0	36,0		2,5	130,34	20	5,1
6,40	220,0	240,0		21,6	130,34	165	0,6
6,60	250,0	270,0		24,5			

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata 0.20 m sopra quota qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Fr = rapporto Schmertmann (fs / qc)

Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci

Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

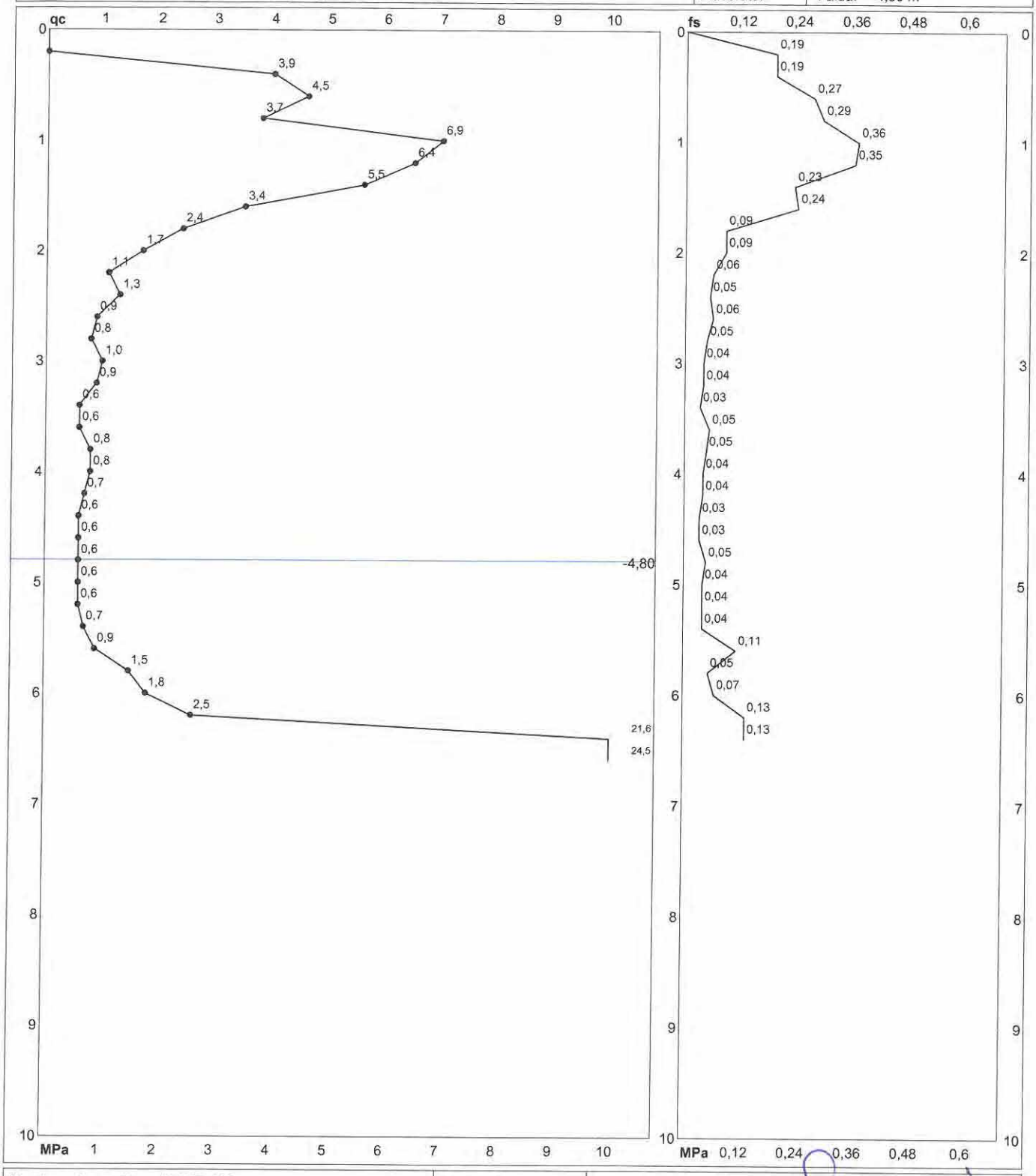
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

n°	1
certificato n°	02243
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.:	MPa	Data esec.:	12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´	Scala:	1:50	Data certificato:	13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina:	3/3	Preforo:	m
		Elaborato:		Falda:	-4,80 m



Penetrometro:	Pagani TG63-100	Quota inizio :	
Responsabile:	Dott. Geol. Salvatore Mucci	Corr.astine: kN/ml	Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci
Assistente:			Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: provepenetrometriche@alice.it
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

PROVA CPT N. 2

CERTIFICATO N. 02244

Verbale di Accettazione n. **0700 del 10/10/2011**

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23**

Cantiere: **Istituto per l'Agricoltura e l'Ambiente "L. Spallanzani"**

Data prova: **12/10/2011** Data emissione certificato: **13/10/2011**

Attrezzatura utilizzata

- Penetrometro statico Pagani TG 63-100 autoancorante, avente spinta massima pari a 100 kN, montato su sottocarro cingolato; il penetrometro è dotato di dispositivo idraulico di spinta che agisce alternativamente sulla batteria di aste interne ed esterne.
- Punta conica meccanica tipo "Begemann" avente le seguenti caratteristiche:
  - diametro ϕ 35,70 mm;
  - area punta 10 cm^2;
  - manicotto di attrito laterale avente diametro ϕ pari a 35,70 mm, h = 133 mm, area 150 cm^2;
- Batteria di aste esterne, cave, aventi diametro esterno pari a 36 mm, con alcuni anelli allargatori;
- Batteria di aste interne a sezione piena, diametro 0,5-1,0 mm minore del diametro interno delle aste cave
- Cella di carico mod. AEP TC4 (n. matricola: 701046) per la misura, alternativamente, del valore della resistenza alla punta, della resistenza laterale e della resistenza totale, sottoposta a taratura a cura del Politecnico di Milano in data 15/02/2011 (n. certificato SIT n. 150/2011).
- Software di elaborazione: "*Fondazio*" ver. 4.41 elaborato dallo Studio Merlin di Castelmassa (RO).

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Nel corso della prova sono state utilizzate n. 2 aste con allargatori.

Eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

La prova è stata eseguita conformemente alle seguenti norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si è reso necessaria l'esecuzione di prefori.

Nel corso della prova il penetrometro è stato ancorato al terreno per mezzo di n. 2 ancoraggi laterali.

Al termine della prova è stata rilevata acqua a -4.80 m dal p.c.

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure.

Incertezza associata alle misure: **12.6% per valori di qc – 15.6% per valori di fs**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

IL DIRETTORE	IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari	Dott. Geol. Salvatore Mucci

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

n°	2
certificato n°	02244
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.: MPa	Data esec.: 12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´		Data certificato: 13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina: 2/3	Preforo: m
		Elaborato:	Falda: -4,80 m

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %
0,20	0,0	0,0		0,0	137,20	0	
0,40	57,0	78,0		5,6	183,26	30	3,3
0,60	47,0	75,0		4,6	294,00	16	6,4
0,80	62,0	107,0		6,1	104,86	58	1,7
1,00	90,0	106,0		8,8	575,26	15	6,5
1,20	92,0	180,0		9,0	600,74	15	6,7
1,40	88,0	180,0		8,6	326,34	26	3,8
1,60	50,0	100,0		4,9	359,66	14	7,3
1,80	65,0	120,0		6,4	424,34	15	6,7
2,00	55,0	120,0		5,4	345,94	16	6,4
2,20	43,0	96,0		4,2	202,86	21	4,8
2,40	35,0	66,0		3,4	208,74	16	6,1
2,60	26,0	58,0		2,5	98,00	26	3,8
2,80	13,0	28,0		1,3	85,26	15	6,7
3,00	13,0	26,0		1,3	58,80	22	4,6
3,20	9,0	18,0		0,9	51,94	17	5,9
3,40	7,0	15,0		0,7	58,80	12	8,6
3,60	8,0	17,0		0,8	39,20	20	5,0
3,80	8,0	14,0		0,8	46,06	17	5,9
4,00	7,0	14,0		0,7	26,46	26	3,9
4,20	7,0	11,0		0,7	39,20	18	5,7
4,40	7,0	13,0		0,7	46,06	15	6,7
4,60	9,0	16,0		0,9	51,94	17	5,9
4,80	7,0	15,0		0,7	39,20	18	5,7
5,00	6,0	12,0		0,6	39,20	15	6,7
5,20	8,0	14,0		0,8	51,94	15	6,6
5,40	8,0	16,0		0,8	65,66	12	8,4
5,60	10,0	20,0		1,0	58,80	17	6,0
5,80	7,0	16,0		0,7	46,06	15	6,7
6,00	9,0	16,0		0,9	71,54	12	8,1
6,20	9,0	20,0		0,9	130,34	7	14,8
6,40	200,0	220,0		19,6	130,34	150	0,7
6,60	180,0	200,0		17,6			

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Fr %

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata 0.20 m sopra quota qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Fr = rapporto Schmertmann (fs / qc)

Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci

Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

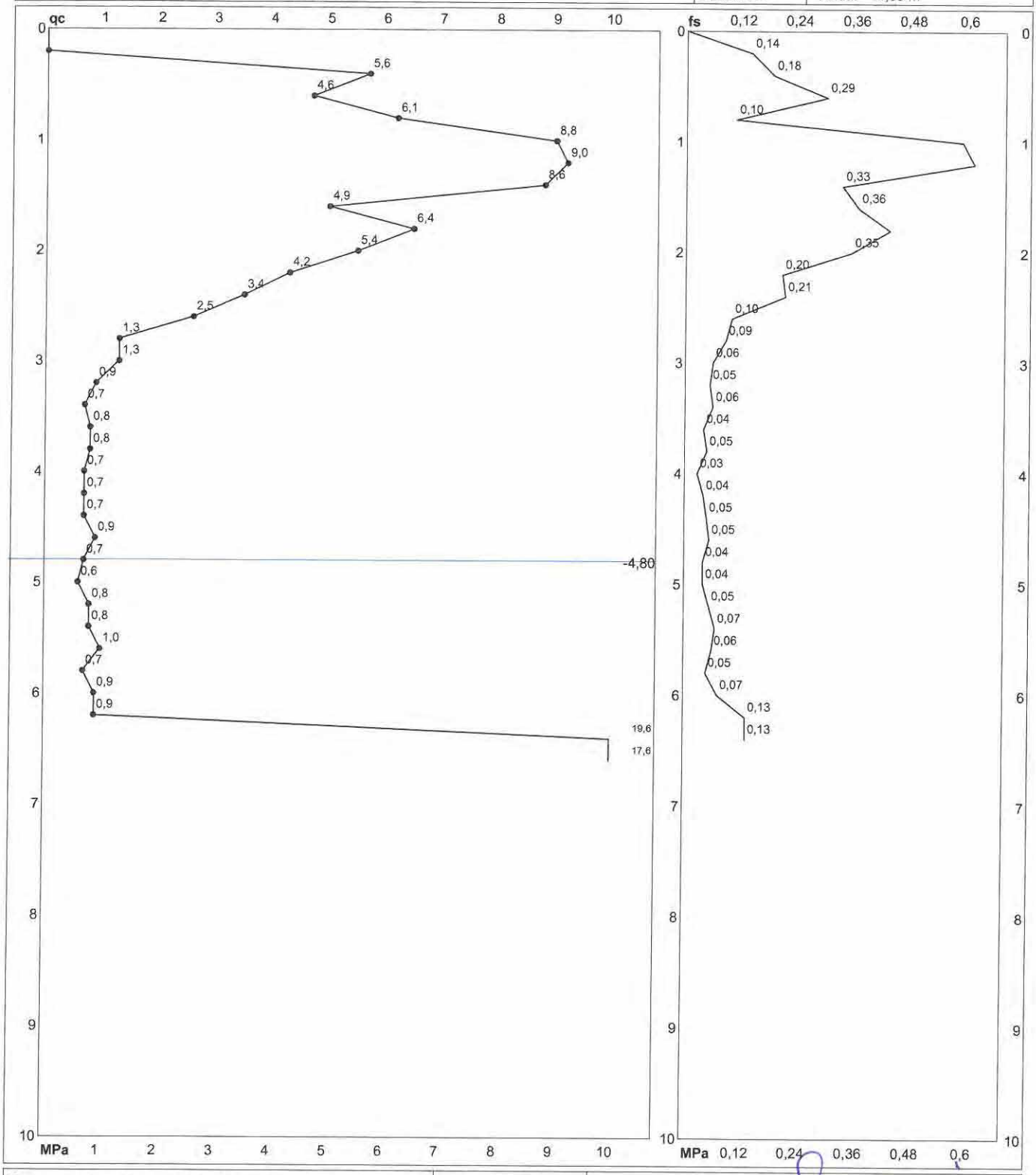
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

n°	2
certificato n°	02244
n° verb.accett.	0700 del 10/10/11

Committente:	Provincia di Modena	U.M.:	MPa	Data esec.:	12/10/2011
Cantiere:	Ist. per l´Agricoltura e l´Ambiente ´´L. Spallanzani´´	Scala:	1:50	Data certificato:	13/10/2011
Località:	Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23	Pagina:	3/3	Preforo:	m
		Elaborato:		Falda:	-4,80 m



Penetrometro:	Pagani TG63-100	Quota inizio :	
Responsabile:	Dott. Geol. Salvatore Mucci	Corr.astine: kN/ml	Lo sperimentatore: Dott. Geol. Salvatore Mucci
Assistente:			Il direttore laboratorio: Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

FON018

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE S.R.L.
via Per Modena, 8 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
www.provepenetrometriche.com; e-mail: provepenetrometriche@alice.it

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA
FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
Pagani TG63-100 -

Caratteristiche:

- punta conica meccanica Ø 35.7 mm, area punta Ap = 10 cm²
- punta conica meccanica angolo di apertura: α = 60°
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø = 35.7 mm - h = 133 mm - Am = 150 cm²)
- velocità di avanzamento costante V = 2 cm/sec (± 0,5 cm / sec)
- spinta max nominale dello strumento Smax variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione CT = SPINTA (Kg) / LETTURA DI CAMPAGNA
  (dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: qc (MPa) = (L1) x CT /10

fase 2 - resistenza laterale locale: fs (kPa) = [(L2) - (L1)] x CT / 150

fase 3 - resistenza totale : Rt (kPa) = (Lt) x CT

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale fs viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N ≈ 100 kg = 0,1 t
1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N ≈ 100 t
1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa ≈ 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²
1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa ≈ 100 t/m² = 10 kg/cm²
1 kg/cm² = 10 t/m² ≈ 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa
1 t = 1000 kg ≈ 10 kN

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

MASSA BATTENTE	M	= 63,50 kg	
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	= 0,75 m	
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms	= 30,00 kg	
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	= 50,50 mm	
AREA BASE PUNTA CONICA	A	= 0,0020 m²	
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	= 90 °	
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	= 1,00 m	
MASSA ASTE PER METRO	Ma	= 8,00 kg	
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	= 0,80 m	
AVANZAMENTO PUNTA	δ	= 0,20 m	
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	= N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm	
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO		
RENDIMENTO SPECIFICO x COLPO	Q	= (MH)/(Aδ) = 1,17 MPa	(prova SPT : Qspt = 0,77 MPa)
COEFF.TEORICO RENDIMENTO	βt	= Q/Qspt = 1,521	(teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$\mathbf{Rpd = M^2 H / [A\, e\, (M+P)] = M^2 H N / [A\, \delta\, (M+P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = massa battente (altezza caduta H)
P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm² = 0.098067 MPa =~ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Rapporto di prova n°: R02792

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : Provincia di Modena
- lavoro : Ist. Agricoltura e Ambiente "L. Spallanzani"
- località : Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23
- sperimentatore : Dott. Geol. Salvatore Mucci
- note :

- data prova : 12/10/2011
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : 4,00 m da quota inizio
- data emiss. : 13/10/2011
- pagina n°: 1/2

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	11	8,0	1	3,80 - 4,00	2	1,1	5
0,20 - 0,40	12	8,8	1	4,00 - 4,20	1	0,6	5
0,40 - 0,60	9	6,6	1	4,20 - 4,40	2	1,1	5
0,60 - 0,80	10	7,3	1	4,40 - 4,60	2	1,1	5
0,80 - 1,00	9	6,1	2	4,60 - 4,80	2	1,1	5
1,00 - 1,20	8	5,4	2	4,80 - 5,00	2	1,0	6
1,20 - 1,40	6	4,1	2	5,00 - 5,20	3	1,6	6
1,40 - 1,60	6	4,1	2	5,20 - 5,40	3	1,6	6
1,60 - 1,80	5	3,4	2	5,40 - 5,60	3	1,6	6
1,80 - 2,00	3	1,9	3	5,60 - 5,80	3	1,6	6
2,00 - 2,20	3	1,9	3	5,80 - 6,00	8	4,0	7
2,20 - 2,40	2	1,3	3	6,00 - 6,20	17	8,4	7
2,40 - 2,60	2	1,3	3	6,20 - 6,40	10	5,0	7
2,60 - 2,80	1	0,6	3	6,40 - 6,60	9	4,5	7
2,80 - 3,00	2	1,2	4	6,60 - 6,80	9	4,5	7
3,00 - 3,20	1	0,6	4	6,80 - 7,00	19	8,9	8
3,20 - 3,40	2	1,2	4	7,00 - 7,20	30	14,1	8
3,40 - 3,60	1	0,6	4	7,20 - 7,40	27	12,7	8
3,60 - 3,80	1	0,6	4				

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **0,0020** m² - D(diam. punta)= **50,50 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Rapporto di prova n°: R02792

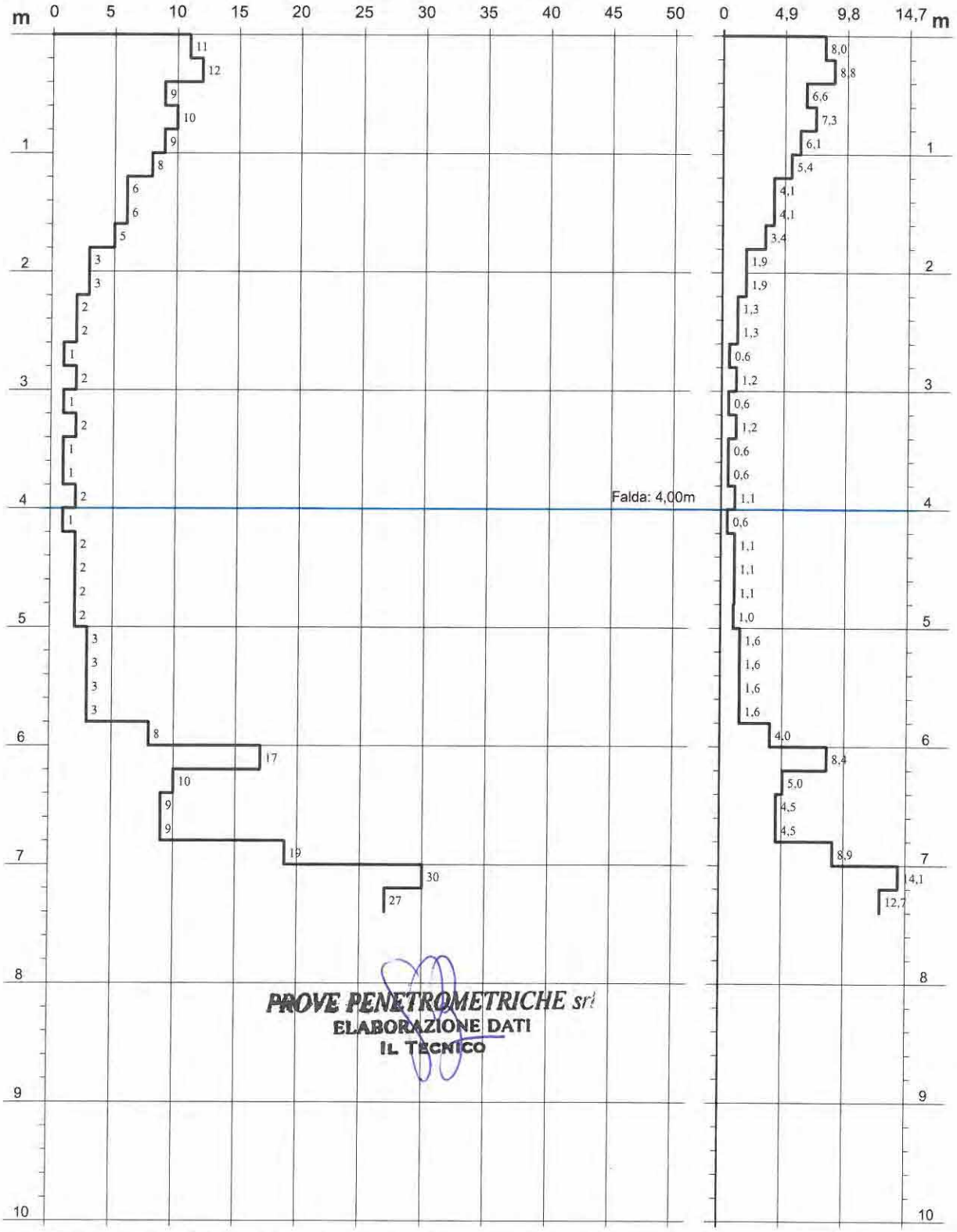
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente : Provincia di Modena
- lavoro : Ist. Agricoltura e Ambiente "L. Spallanzani"
- località : Castelfranco Emilia (MO), via Solimei 21/23
- sperimentatore : Dott. Geol. Salvatore Mucci
- note :

- data prova : 12/10/2011
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : 4,00 m da quota inizio
- data emiss. : 13/10/2011
- pagina n°: 2/2

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 0,20 m

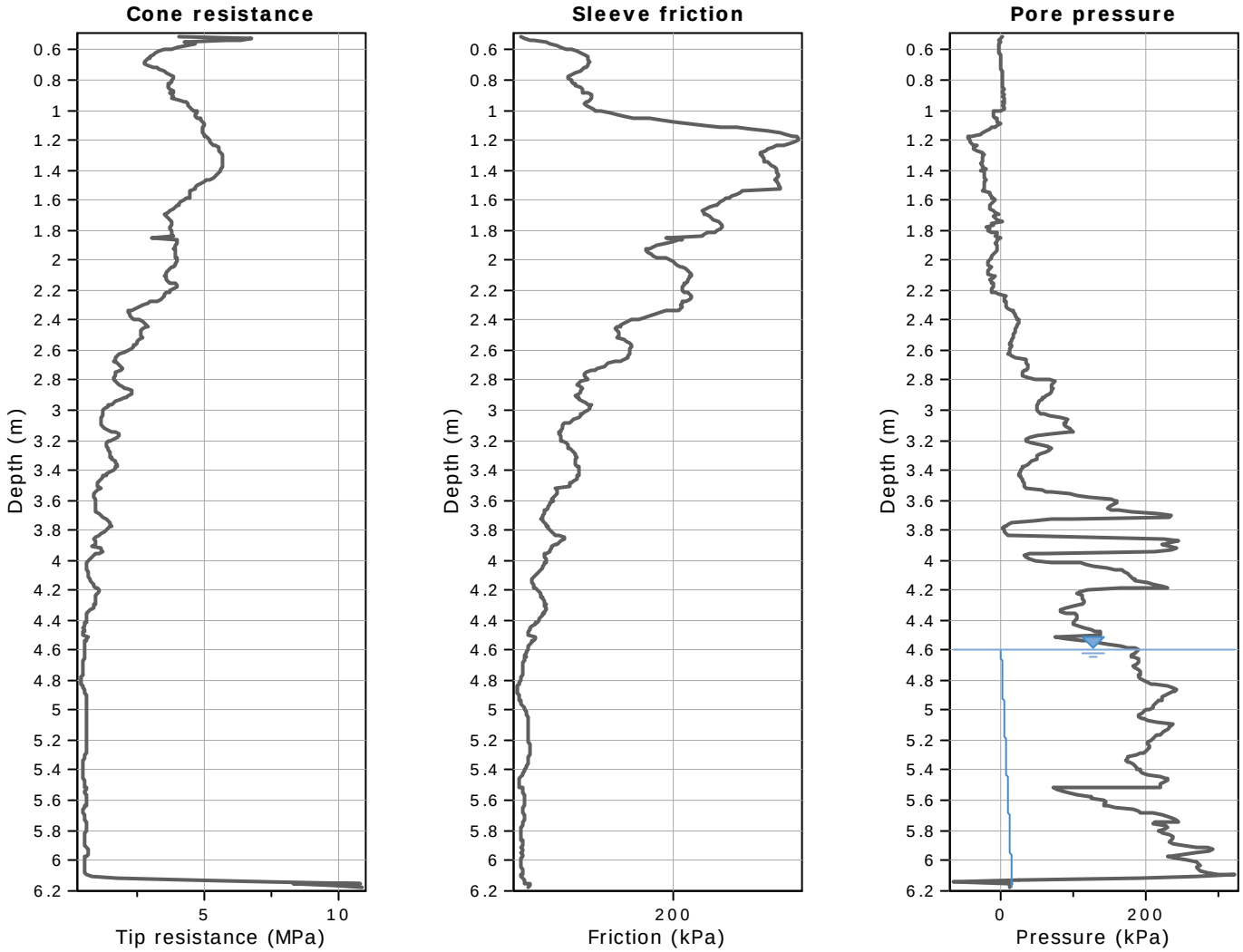


Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

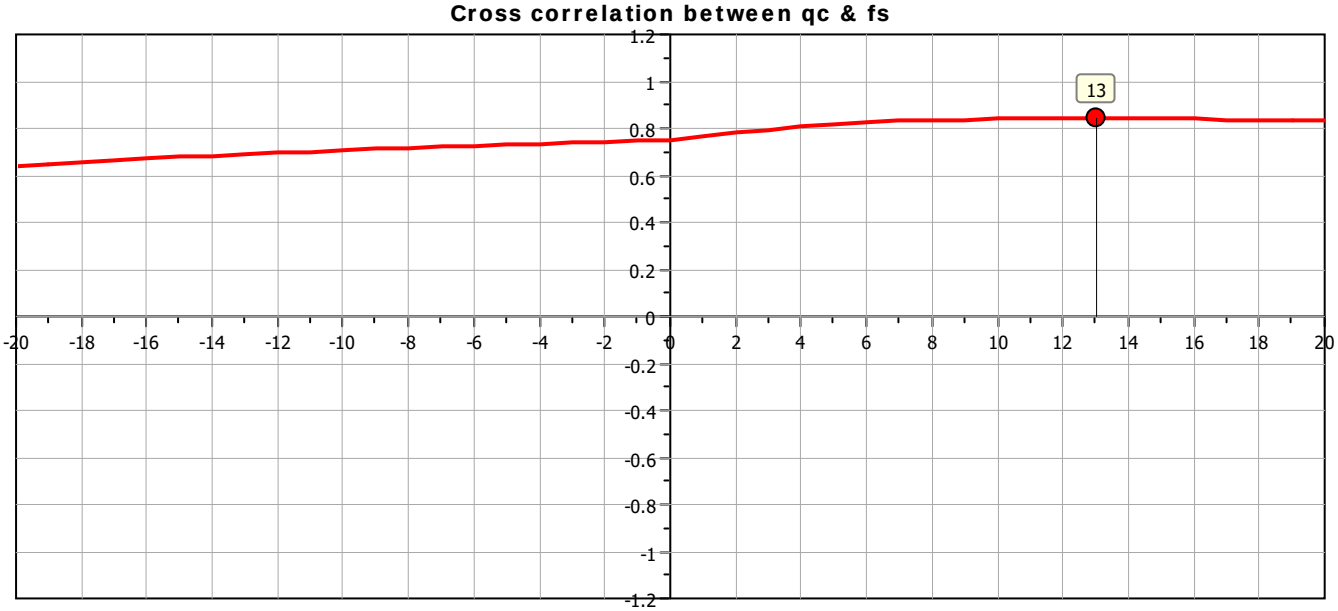
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1 - r08680
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).



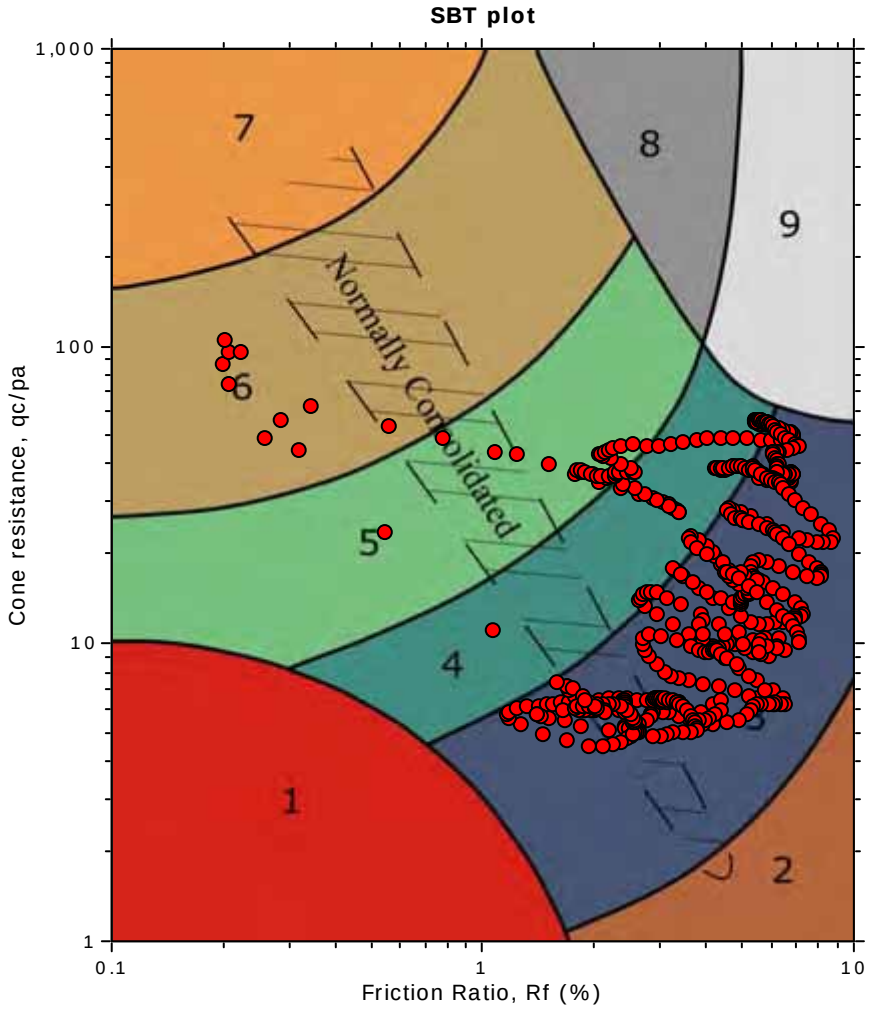
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

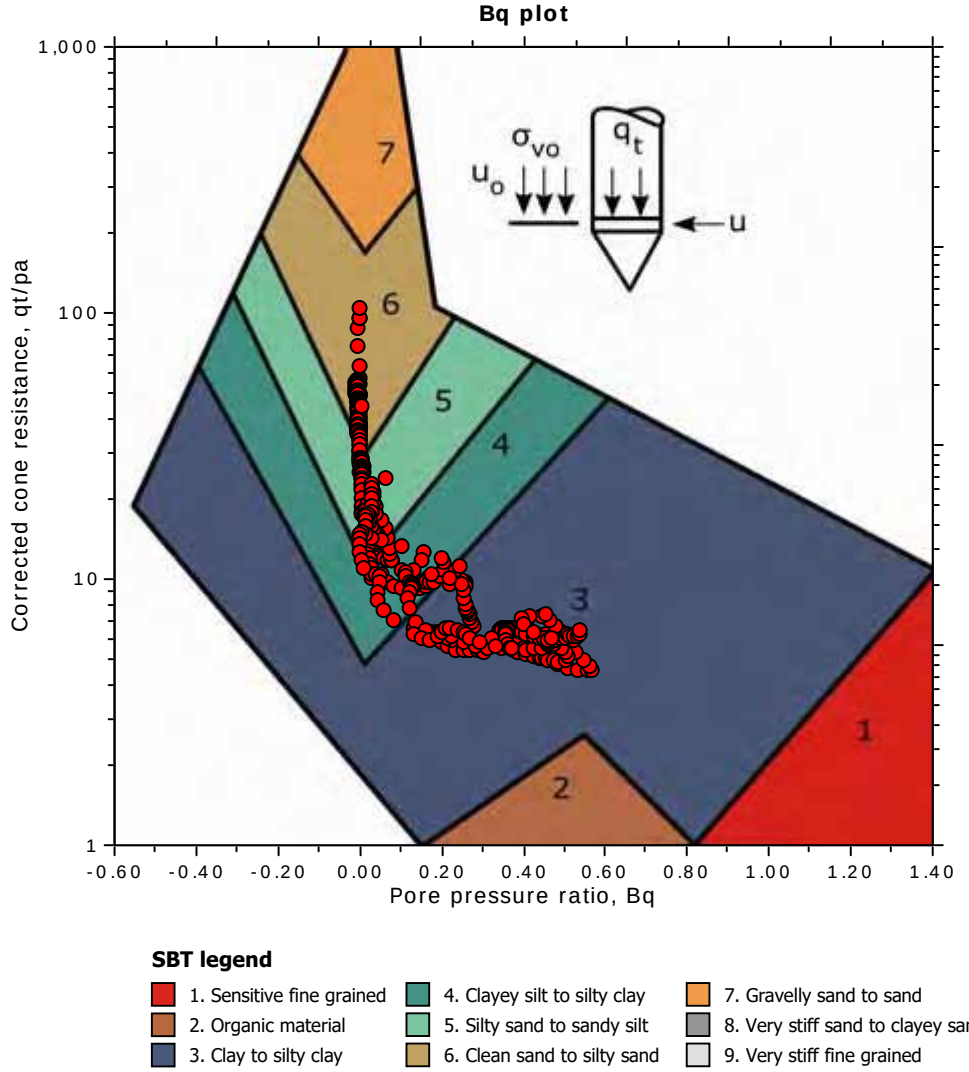
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots





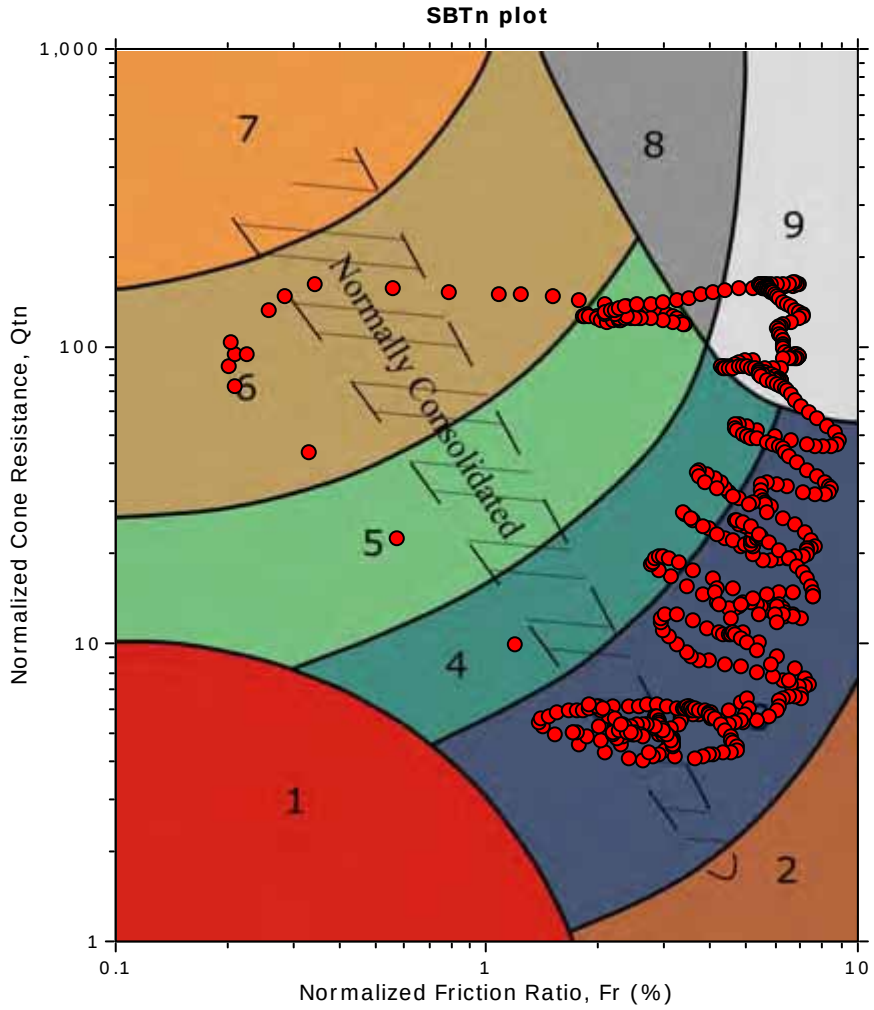
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

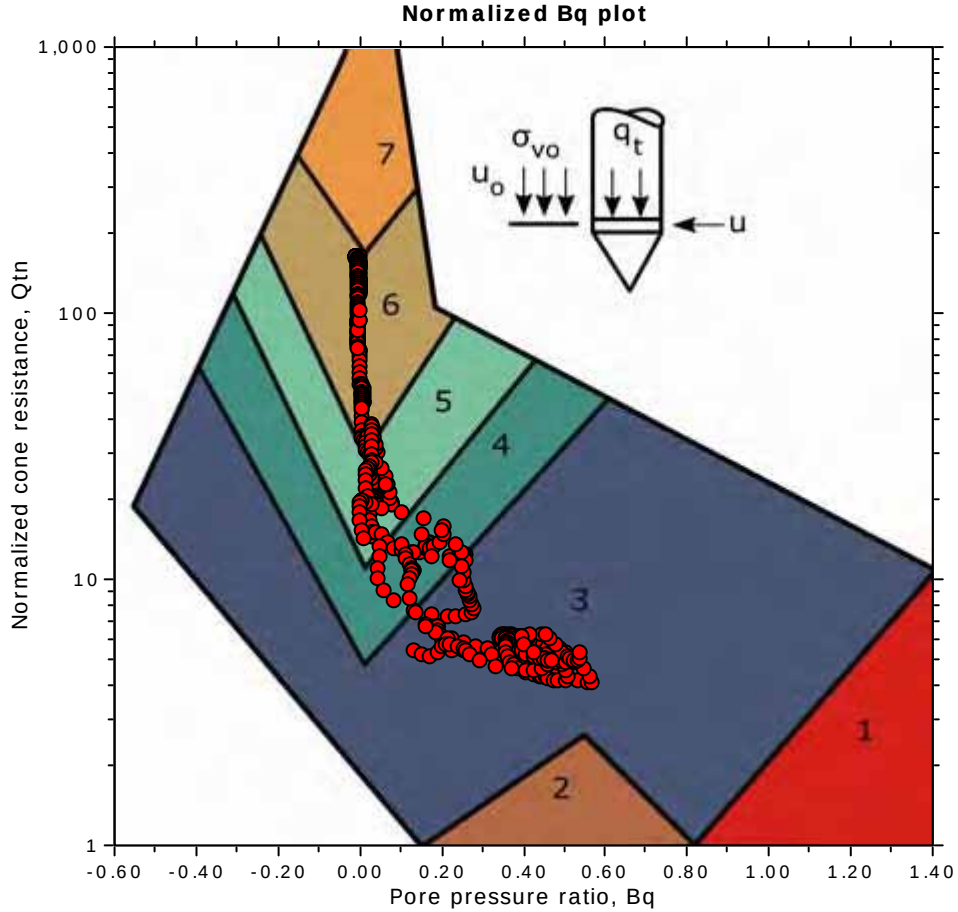
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots (normalized)





SBTn legend

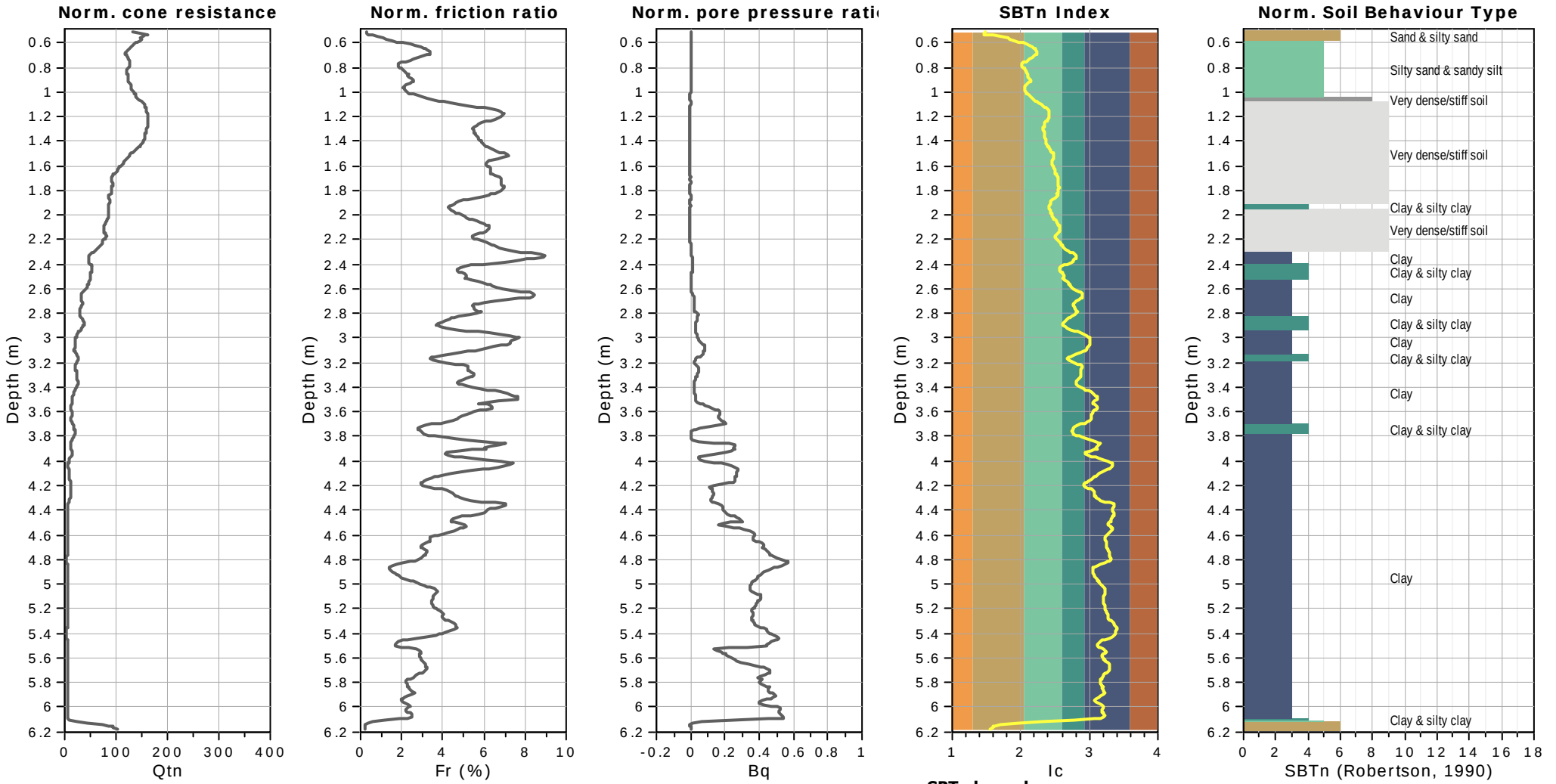
- 1. Sensitive fine grained
- 2. Organic material
- 3. Clay to silty clay
- 4. Clayey silt to silty clay
- 5. Silty sand to sandy silt
- 6. Clean sand to silty sand
- 7. Gravelly sand to sand
- 8. Very stiff sand to clayey sand
- 9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



SBTn legend

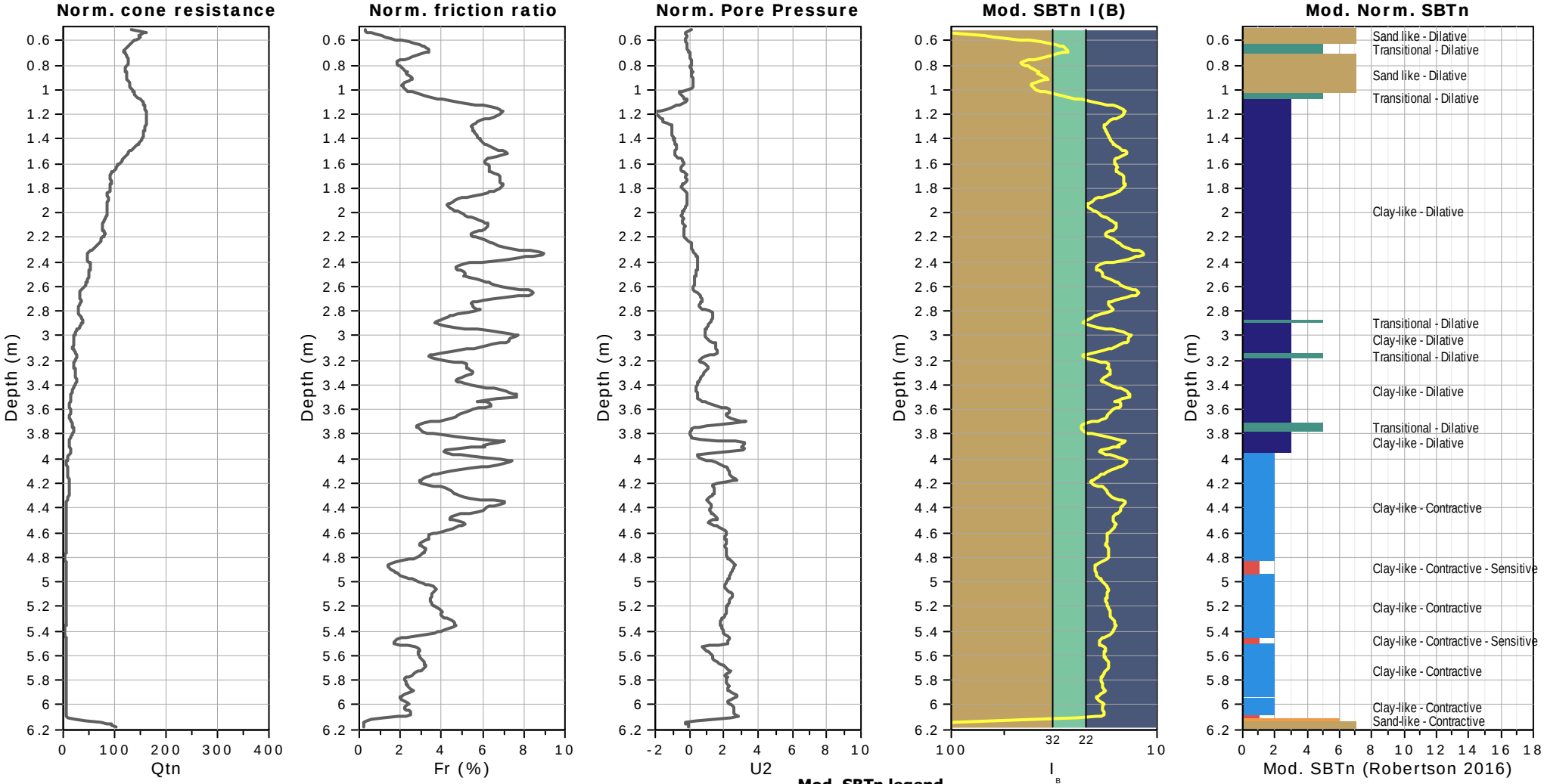
1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravely sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Mod. SBTn legend

1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
2. CC: Clay-like - Contractive
3. CD: Clay-Like: Dilative
4. TC: Transitional - Contractive
5. TD: Transitional - Dilative
6. SC: Sand-like - Contractive
7. SD: Sand-like - Dilative

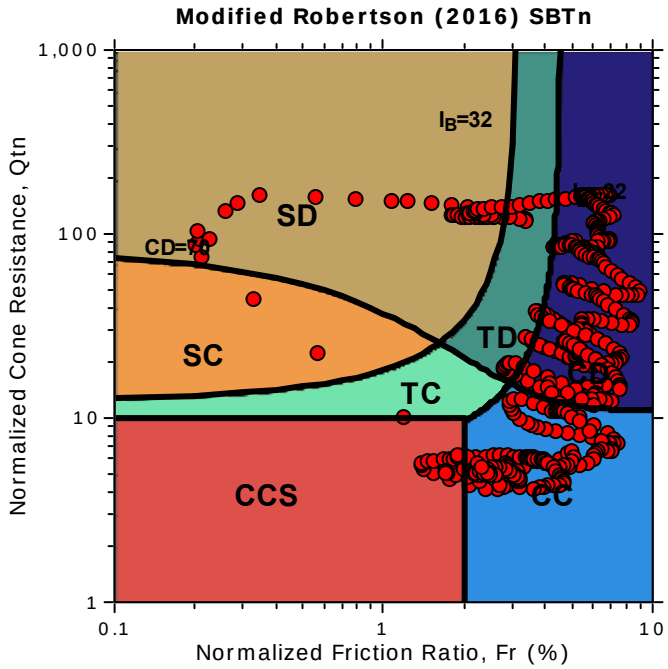
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

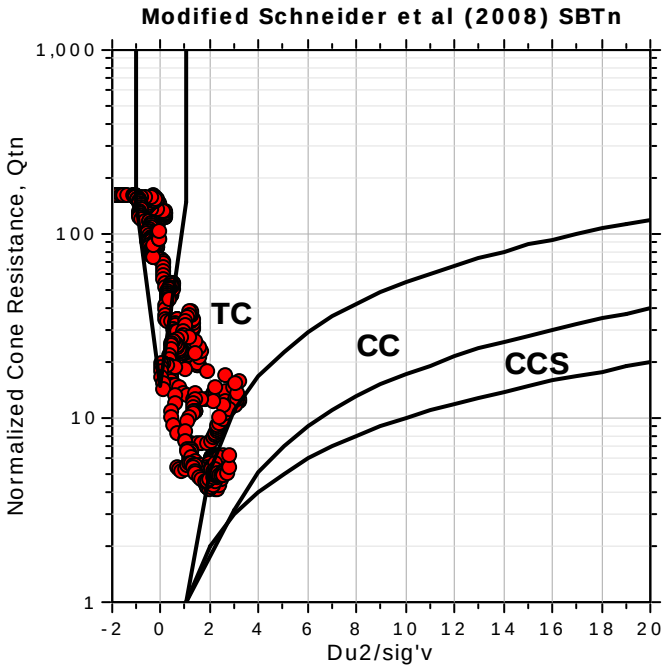
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

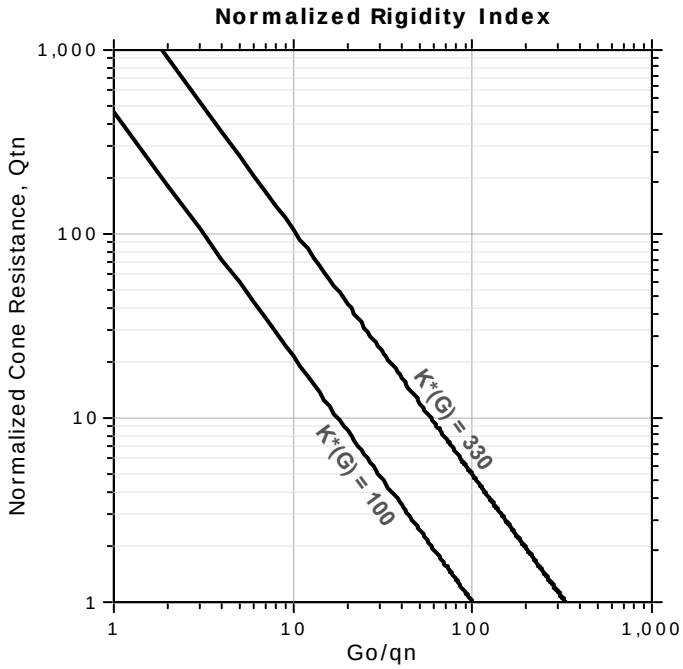
CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

Updated SBTn plots







CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

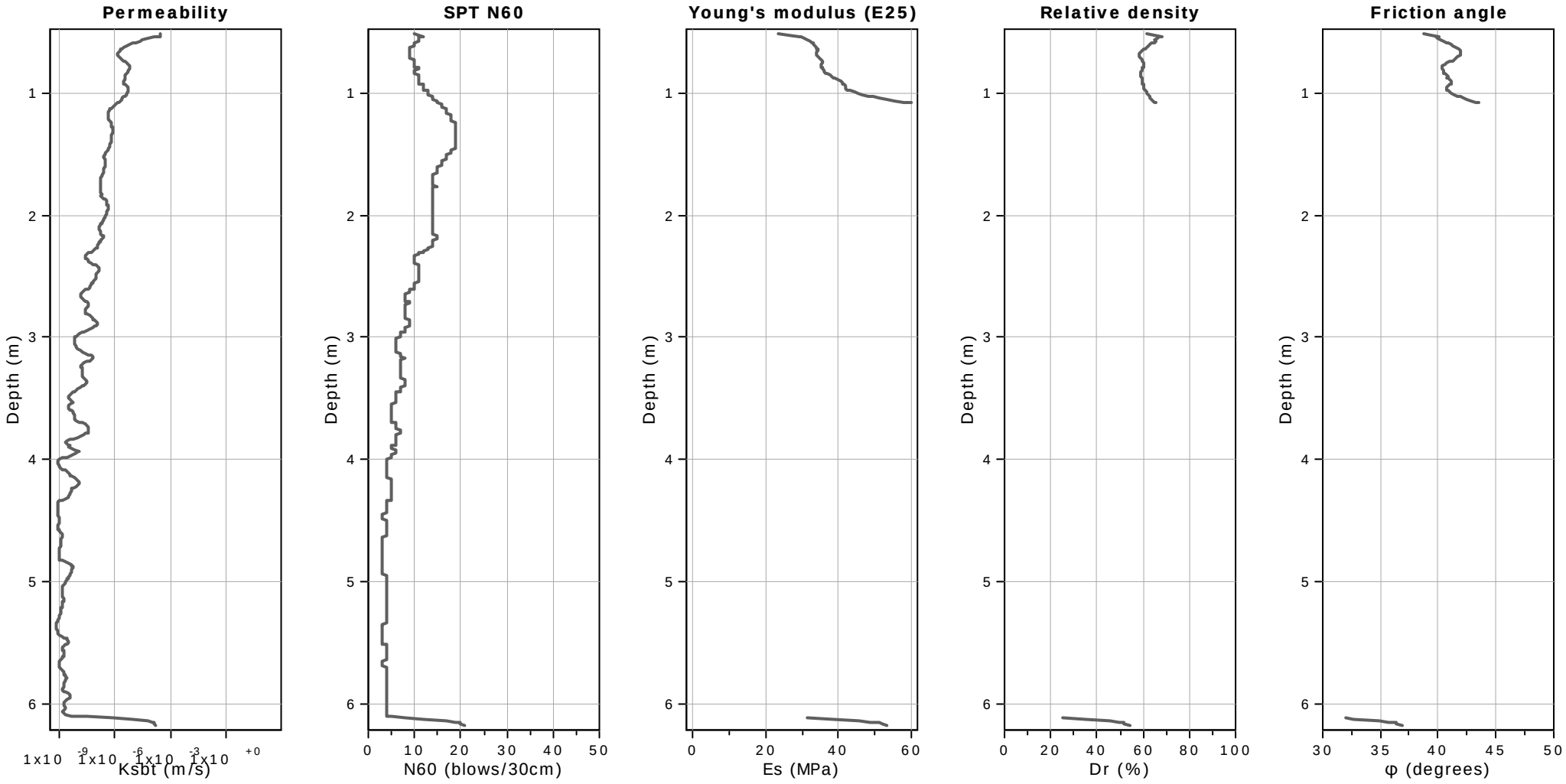
K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

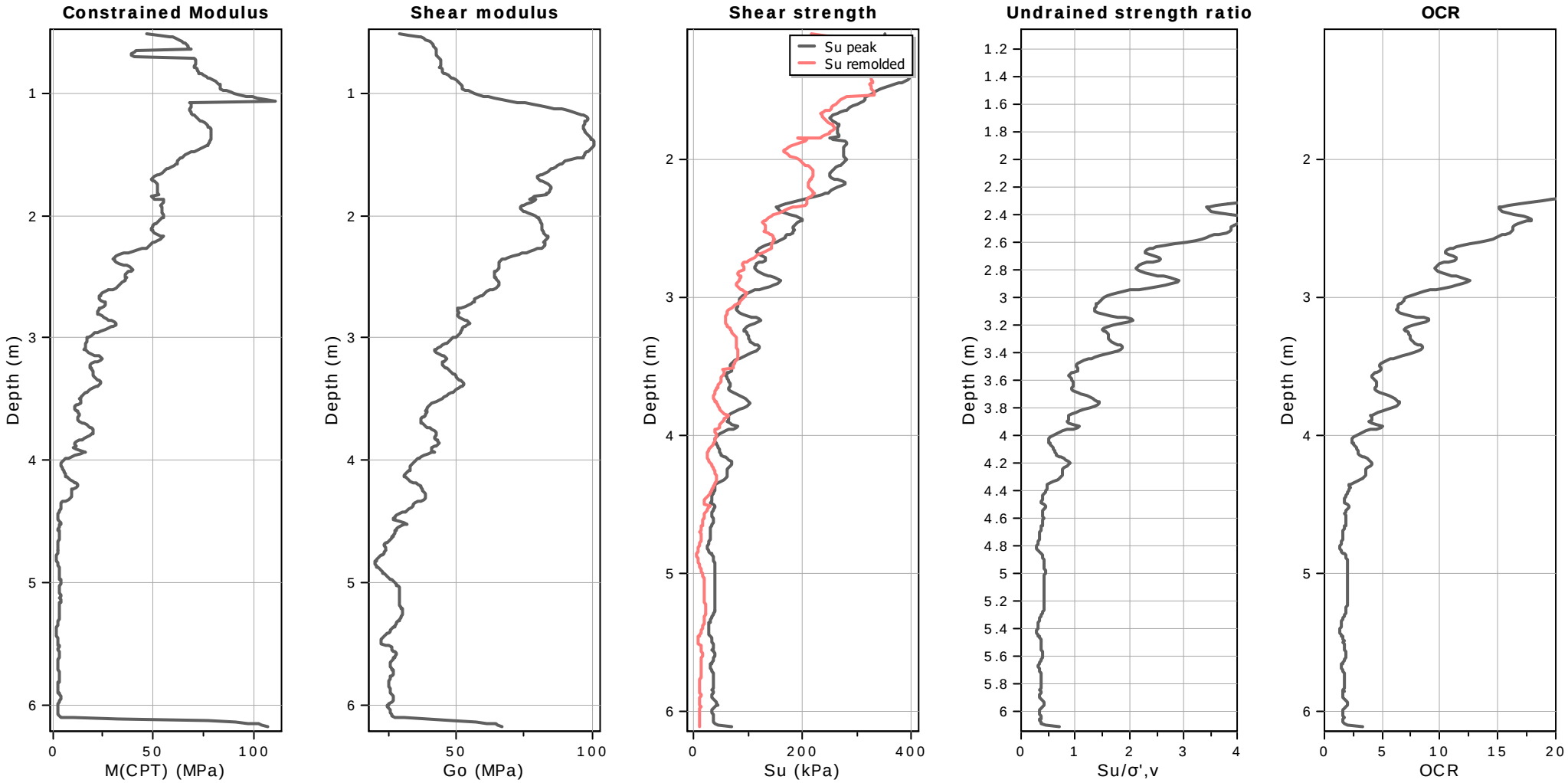
Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)
User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

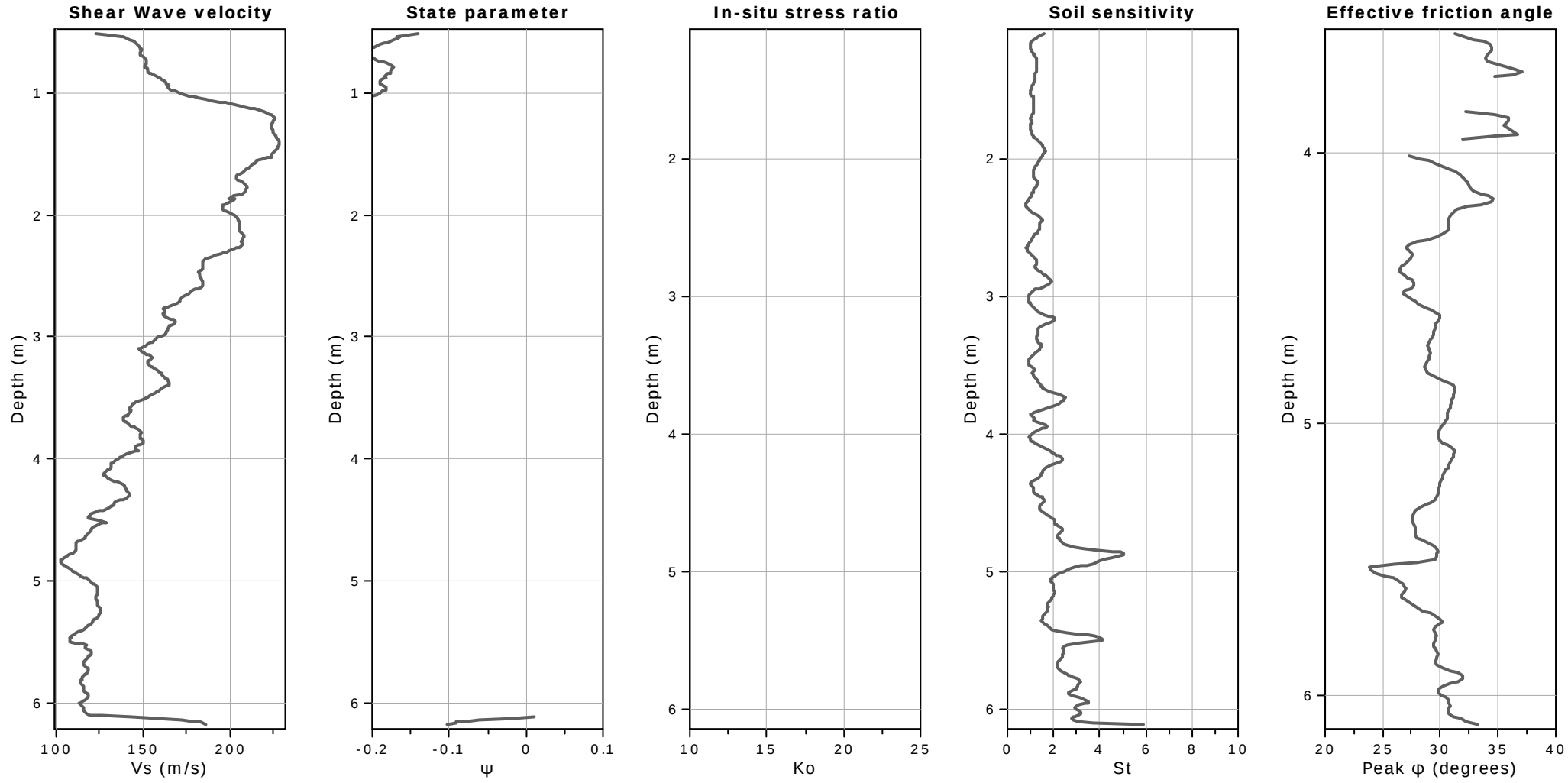
Constrained modulus: Based on variable *alpha* using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable *alpha* using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: 14
OCR factor for clays, N_{kt}: 0.33
User defined estimation data
Flat Dilatometer Test data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 1
Total depth: 6.18 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 7.00

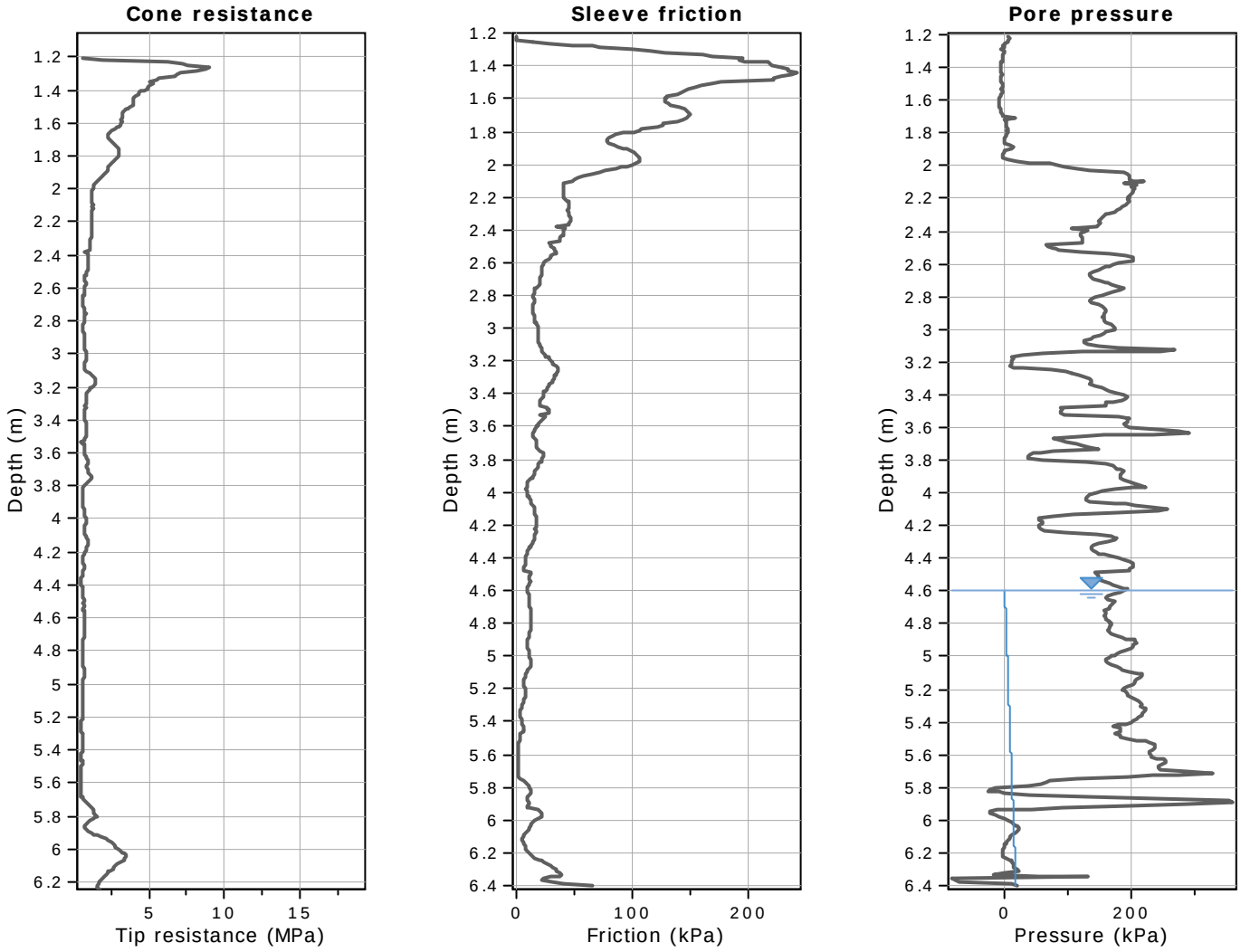
User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

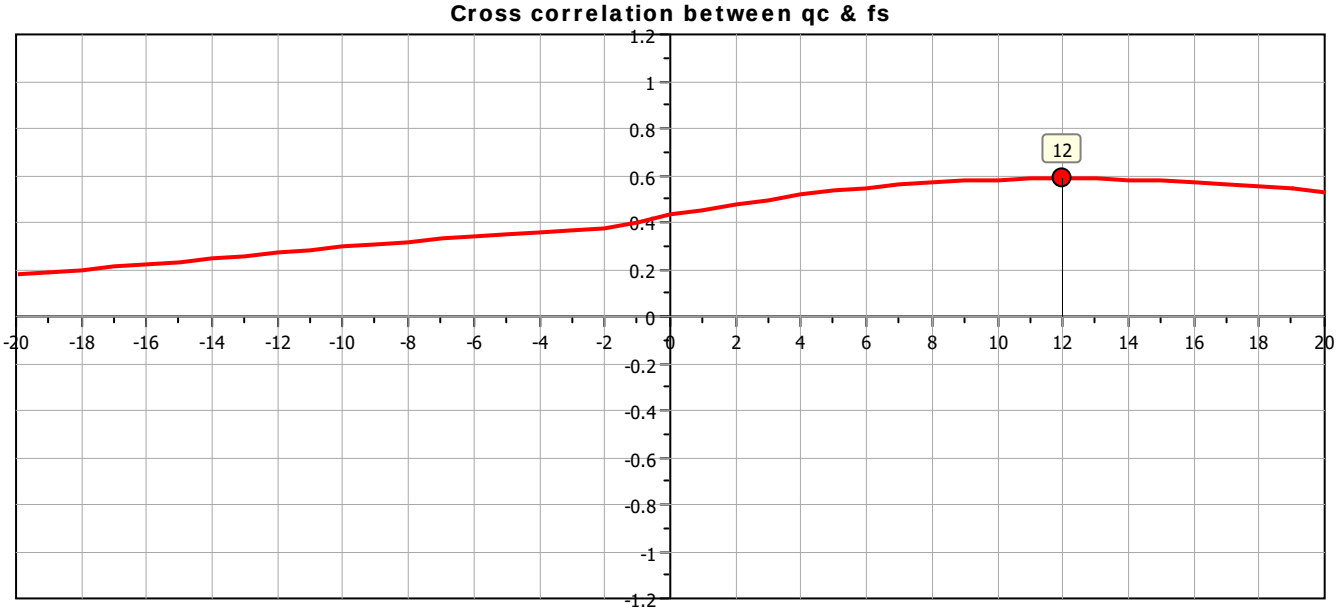
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2 r08681
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).



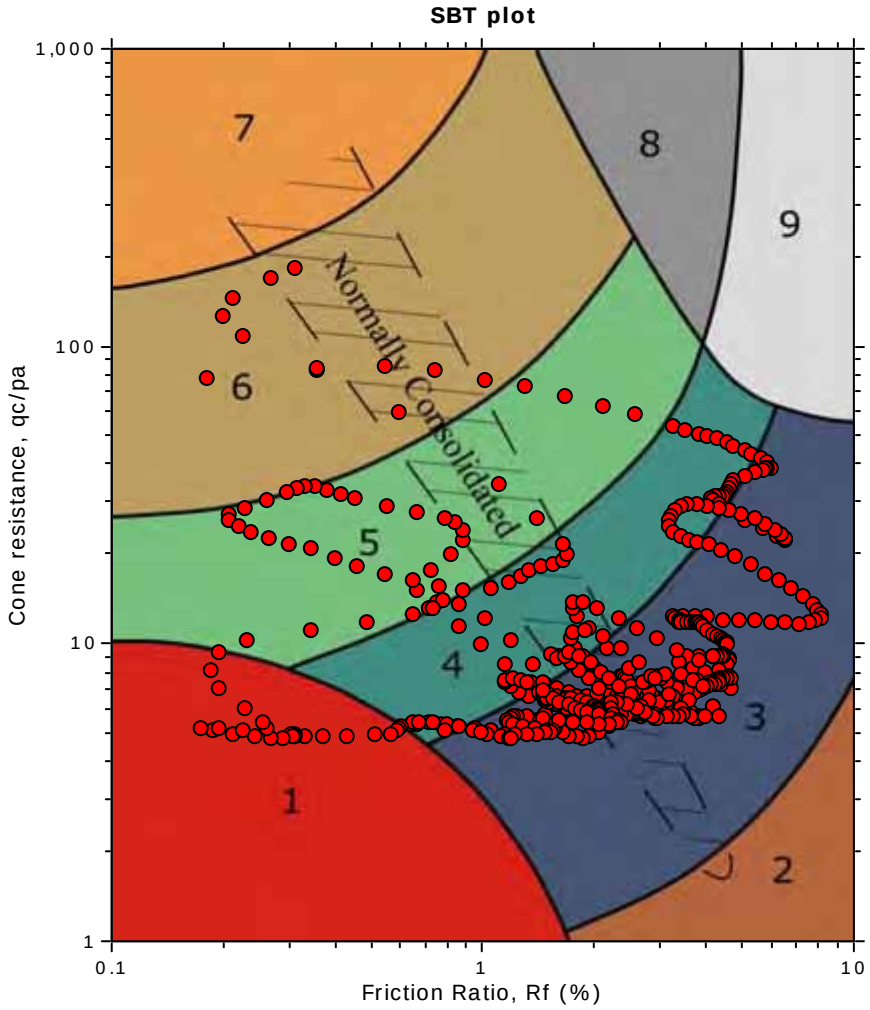
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

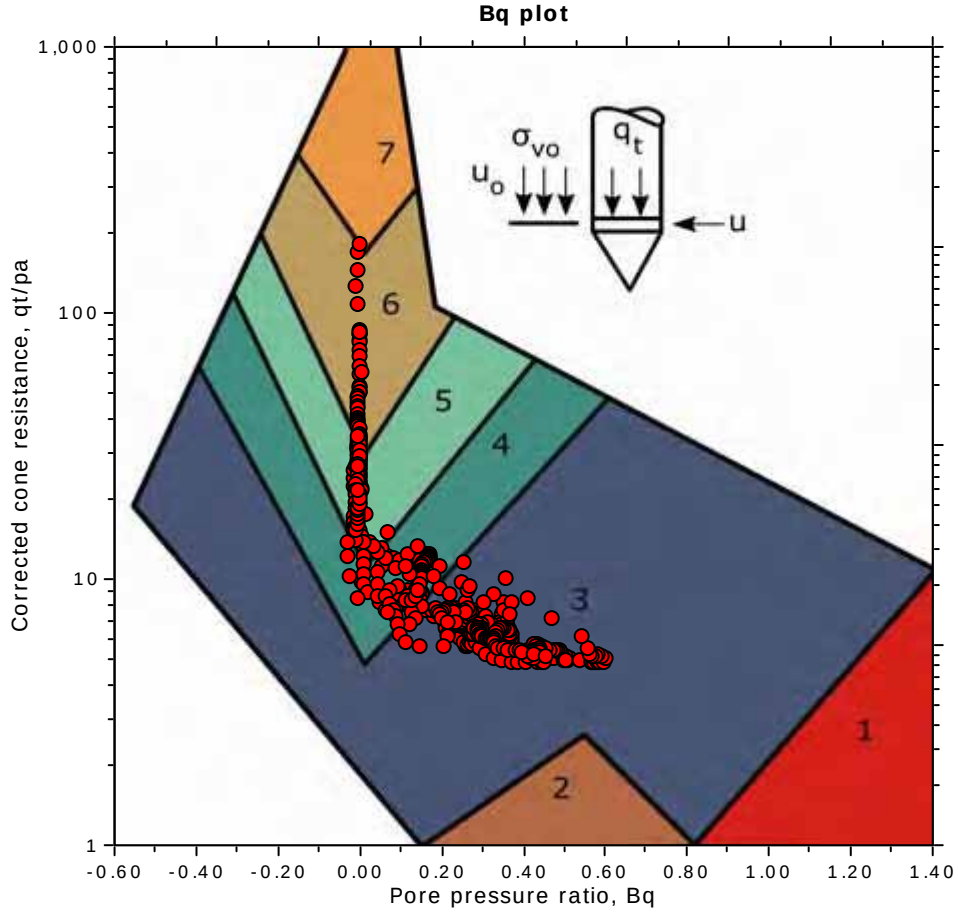
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots





SBT legend

1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravelly sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

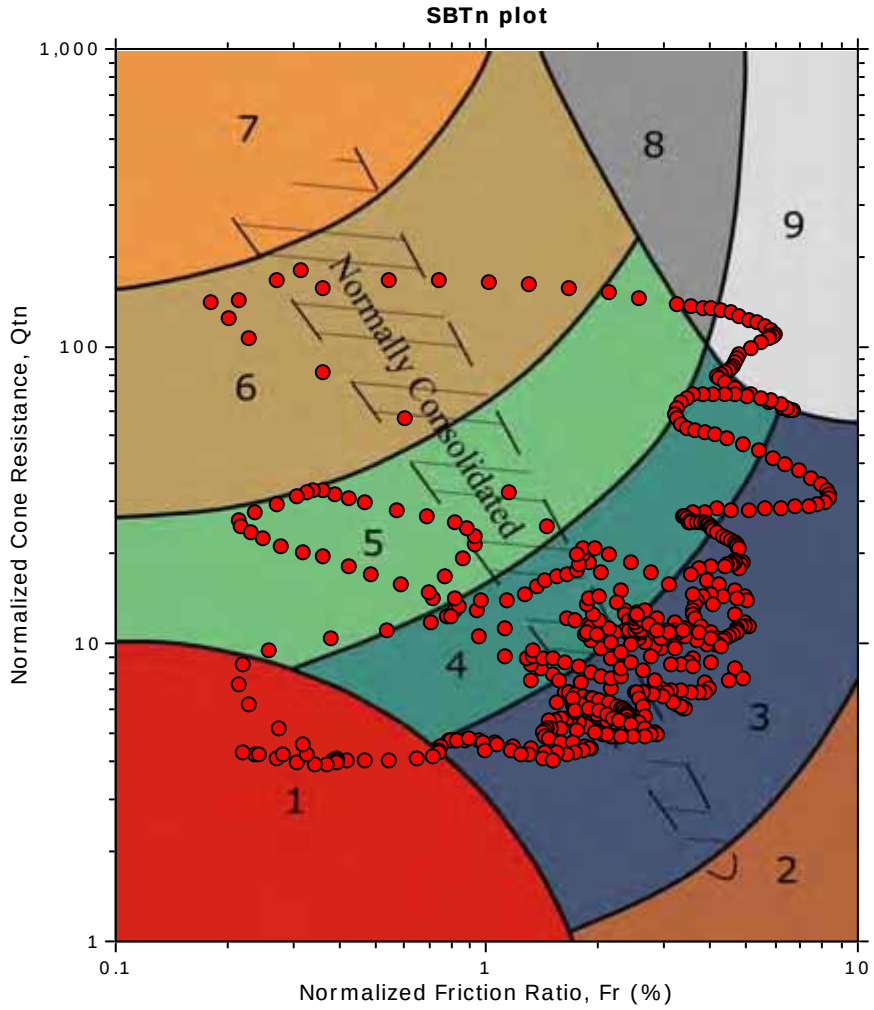
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

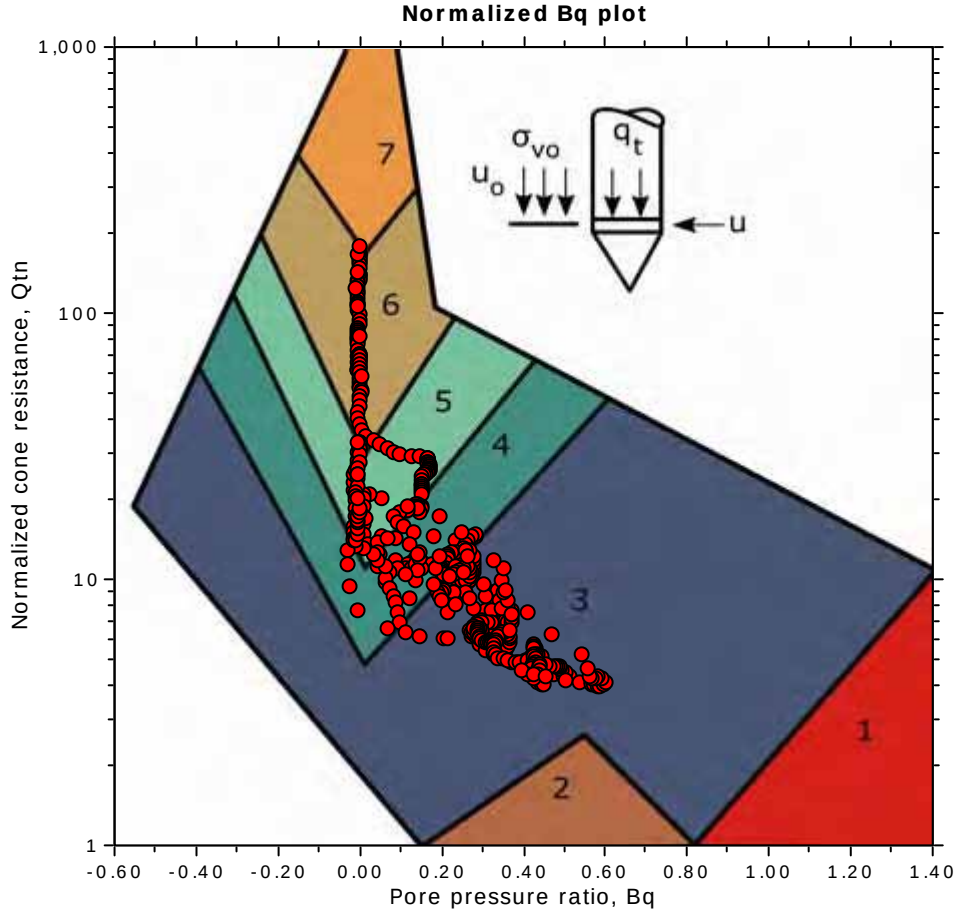
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

SBT - Bq plots (normalized)





SBTn legend

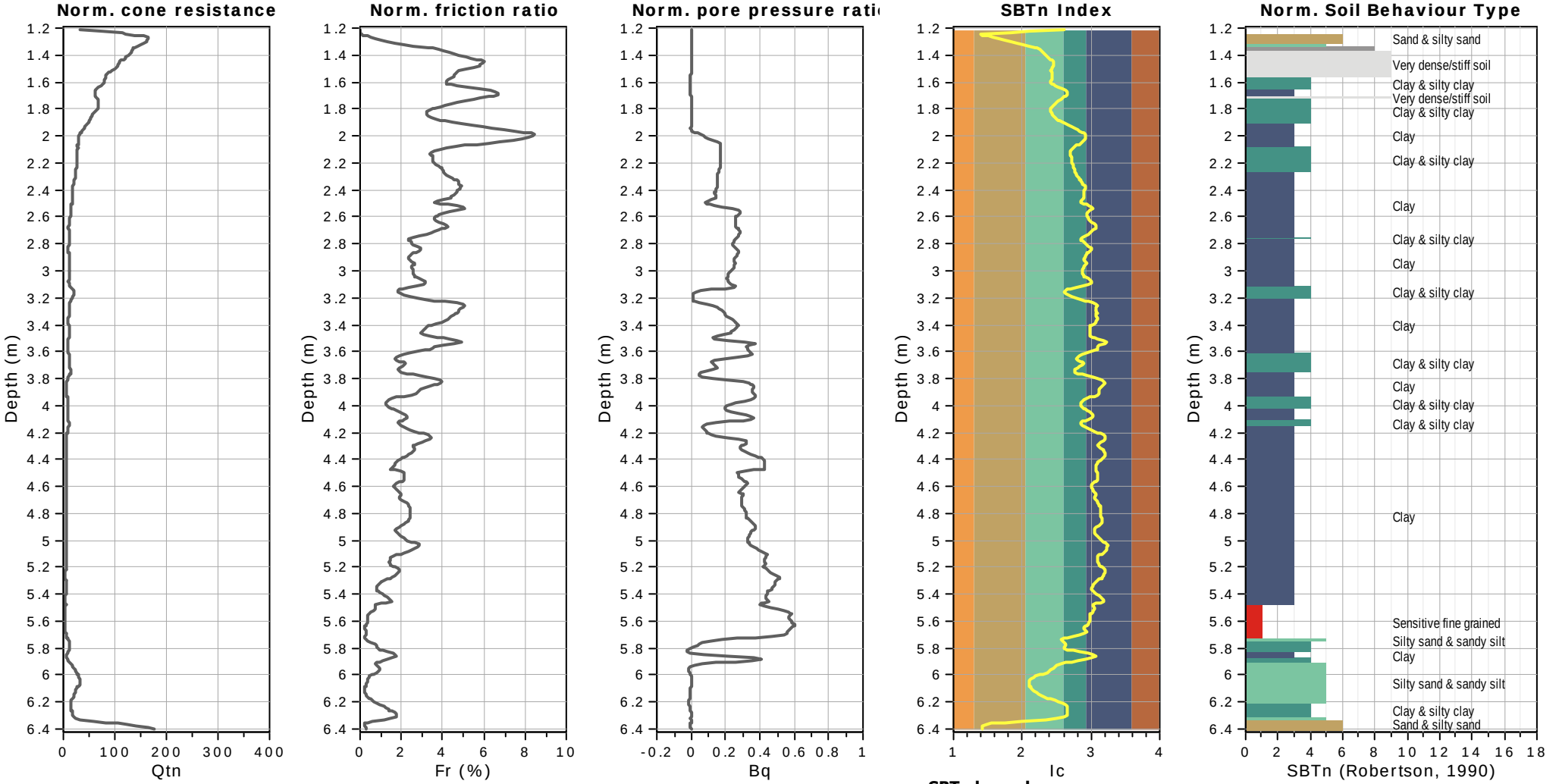
- 1. Sensitive fine grained
- 2. Organic material
- 3. Clay to silty clay
- 4. Clayey silt to silty clay
- 5. Silty sand to sandy silt
- 6. Clean sand to silty sand
- 7. Gravelly sand to sand
- 8. Very stiff sand to clayey sand
- 9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



SBTn legend

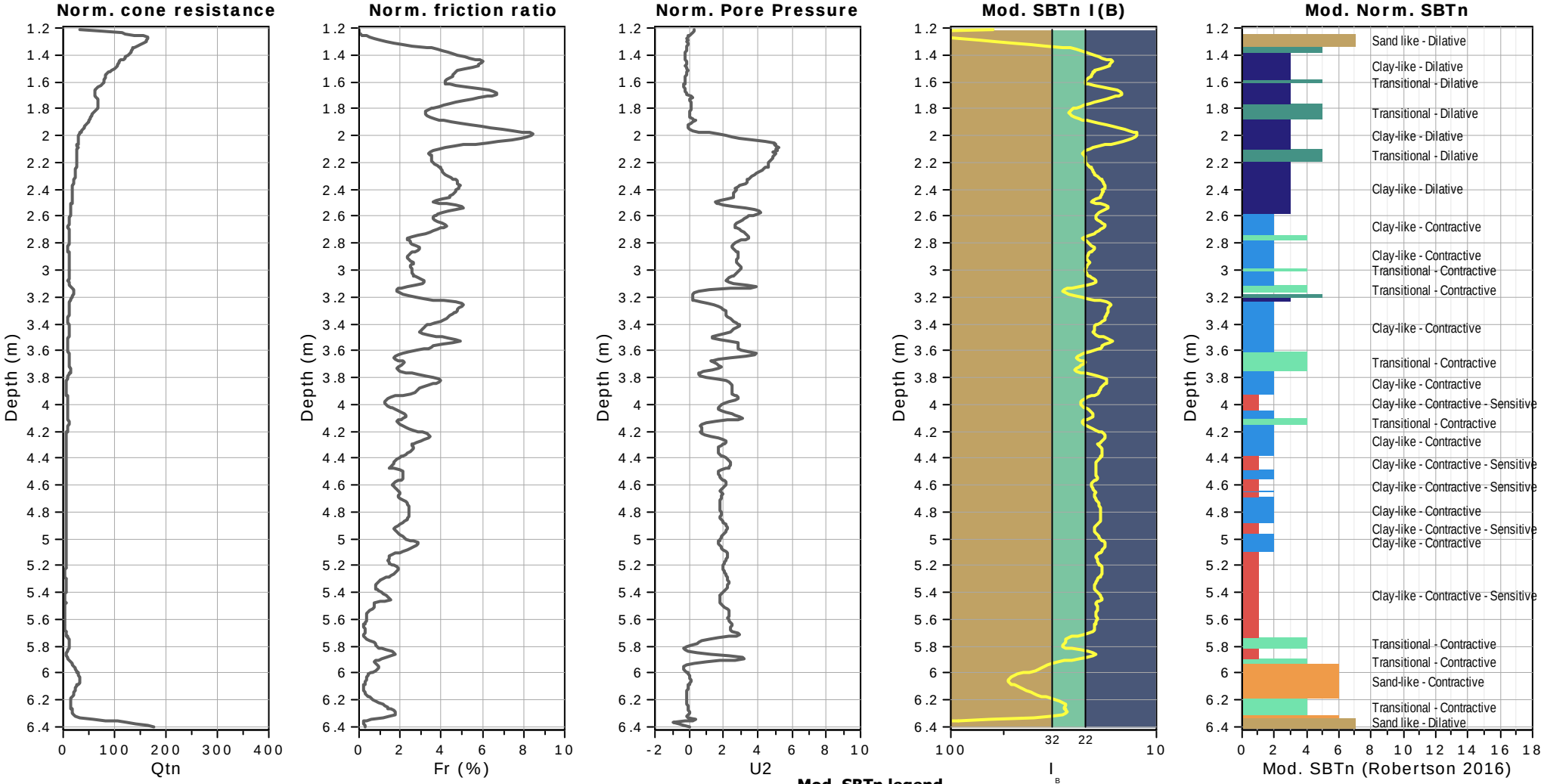
1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravely sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Mod. SBTn legend

1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
2. CC: Clay-like - Contractive
3. CD: Clay-Like: Dilative
4. TC: Transitional - Contractive
5. TD: Transitional - Dilative
6. SC: Sand-like - Contractive
7. SD: Sand-like - Dilative

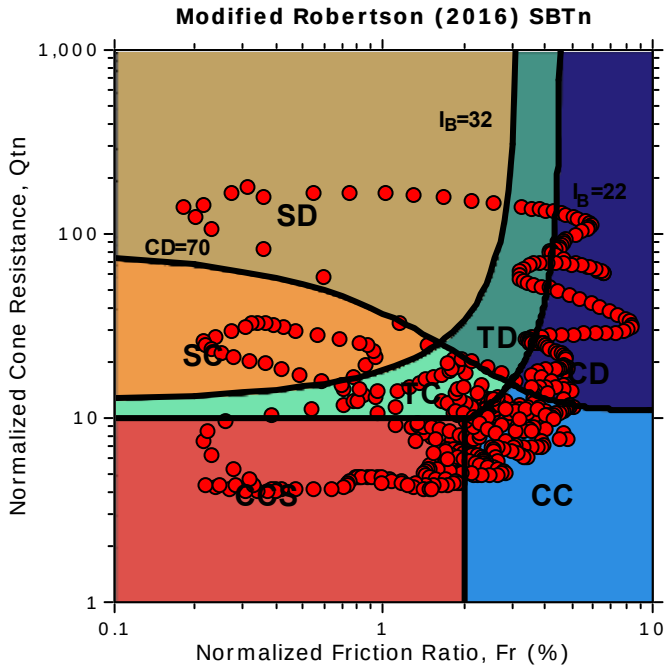
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

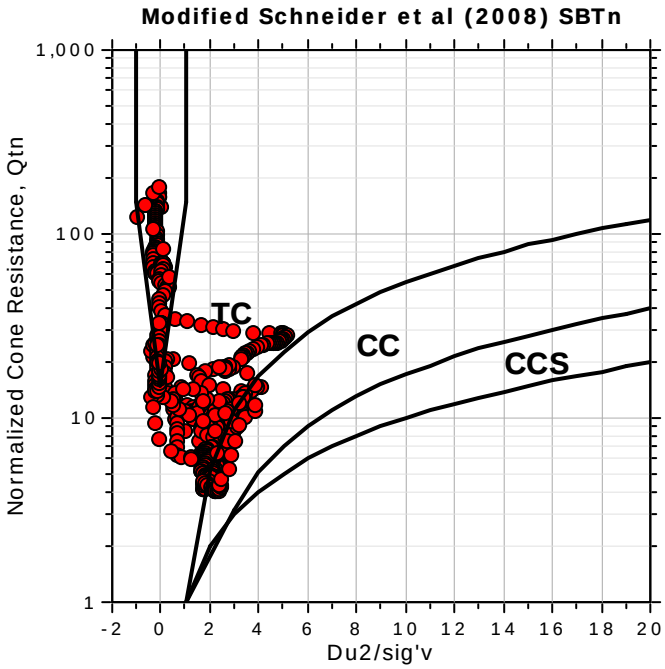
Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

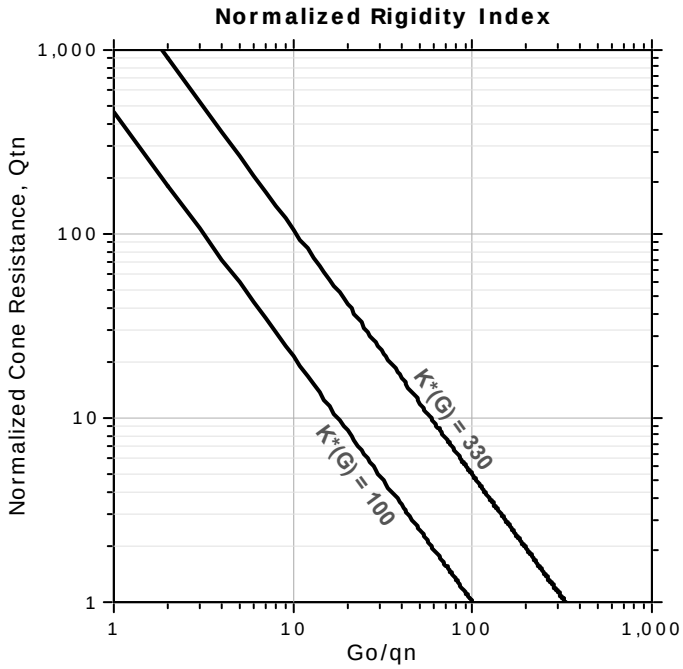
CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**

Updated SBTn plots







CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

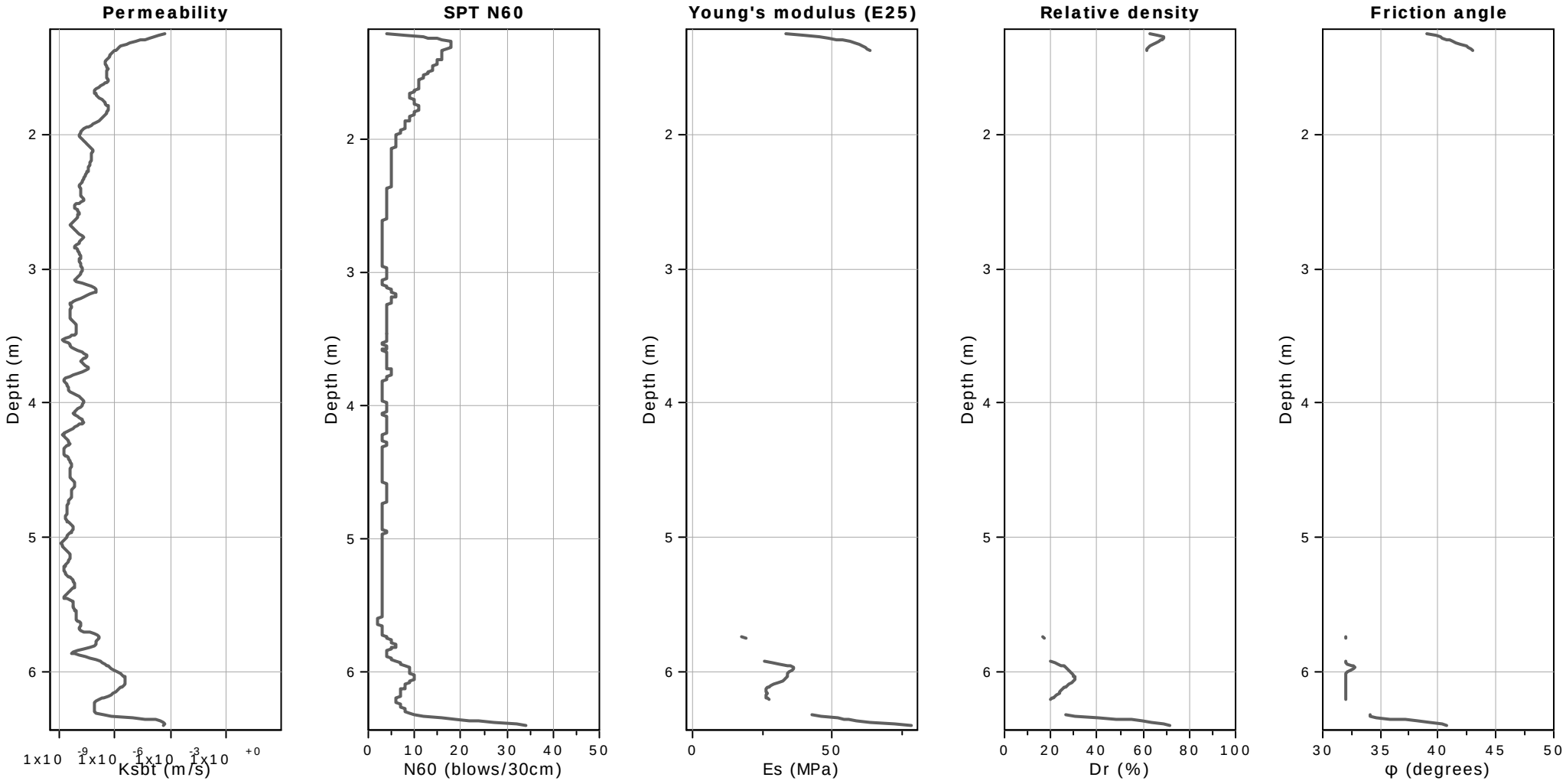
K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

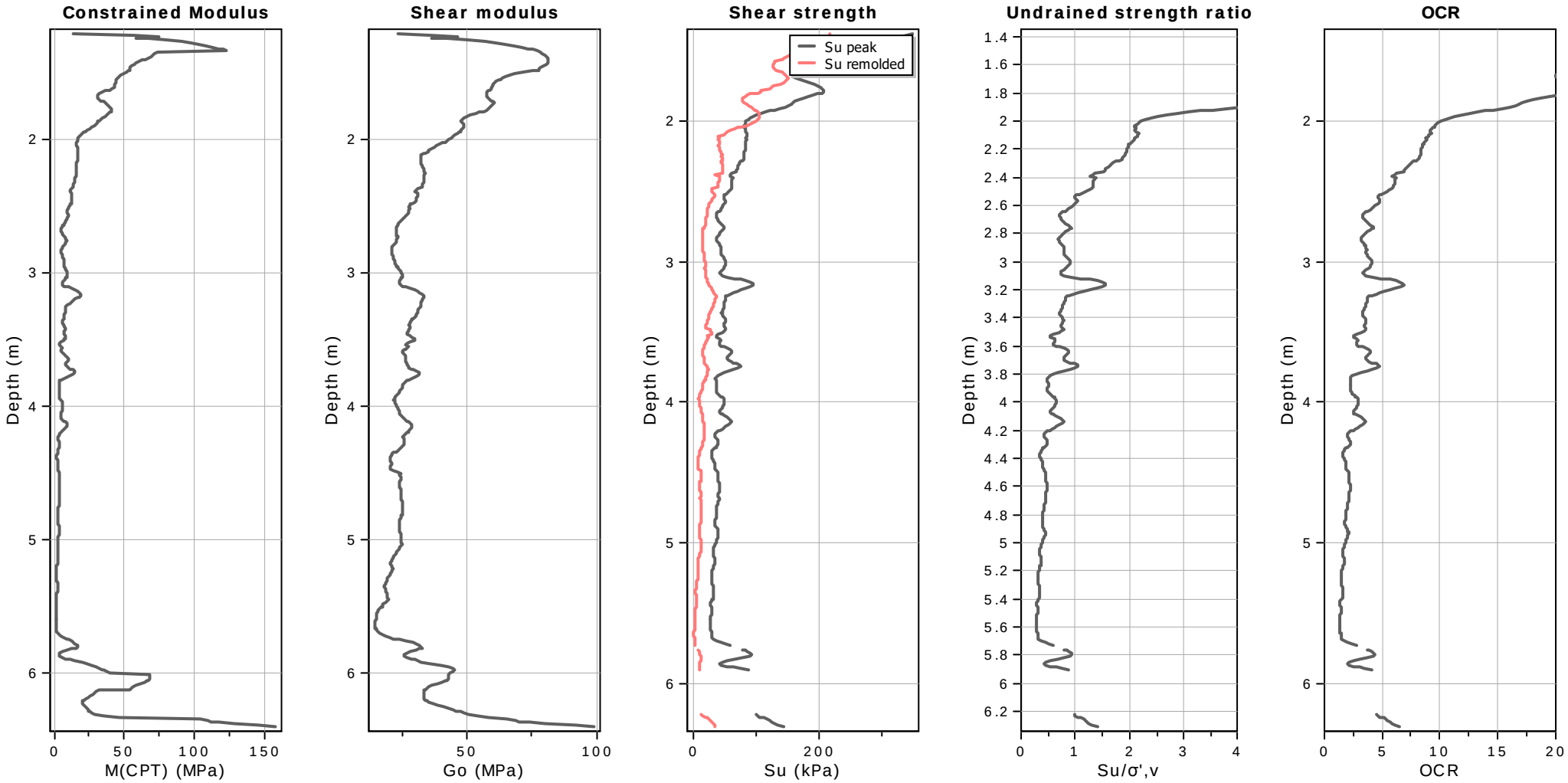
Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)
User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

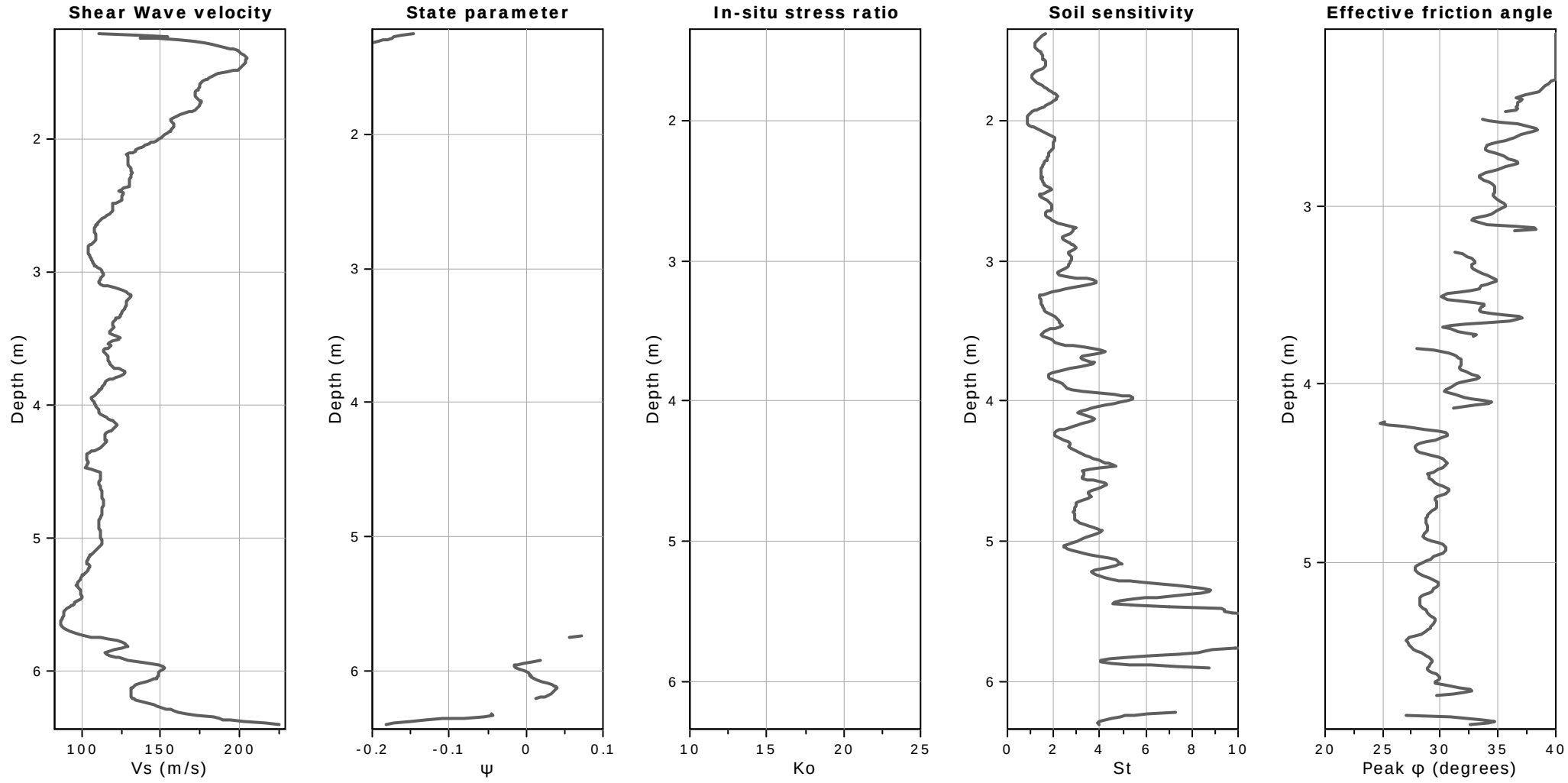
Constrained modulus: Based on variable *alpha* using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable *alpha* using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: 14
OCR factor for clays, N_{kt}: 0.33
User defined estimation data
Flat Dilatometer Test data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Prove Penetrometriche srl
Via Per Modena 8 - Castelnuovo Rangone (MO)
059 535046
info@provepenetrometriche.com

CPT: CPTU 2
Total depth: 6.40 m, Date: 10/18/2019
Cone Type:
Cone Operator: Salvatore Mucci

Project: **Provincia di Modena**
Location: **Castelfranco Emilia (MO), Via Solimei, c/o Istituto Spallanzani**



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 7.00

User defined estimation data

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

GeoLogismiki
Geotechnical Engineers
Merarhias 56
http://www.geologismiki.gr

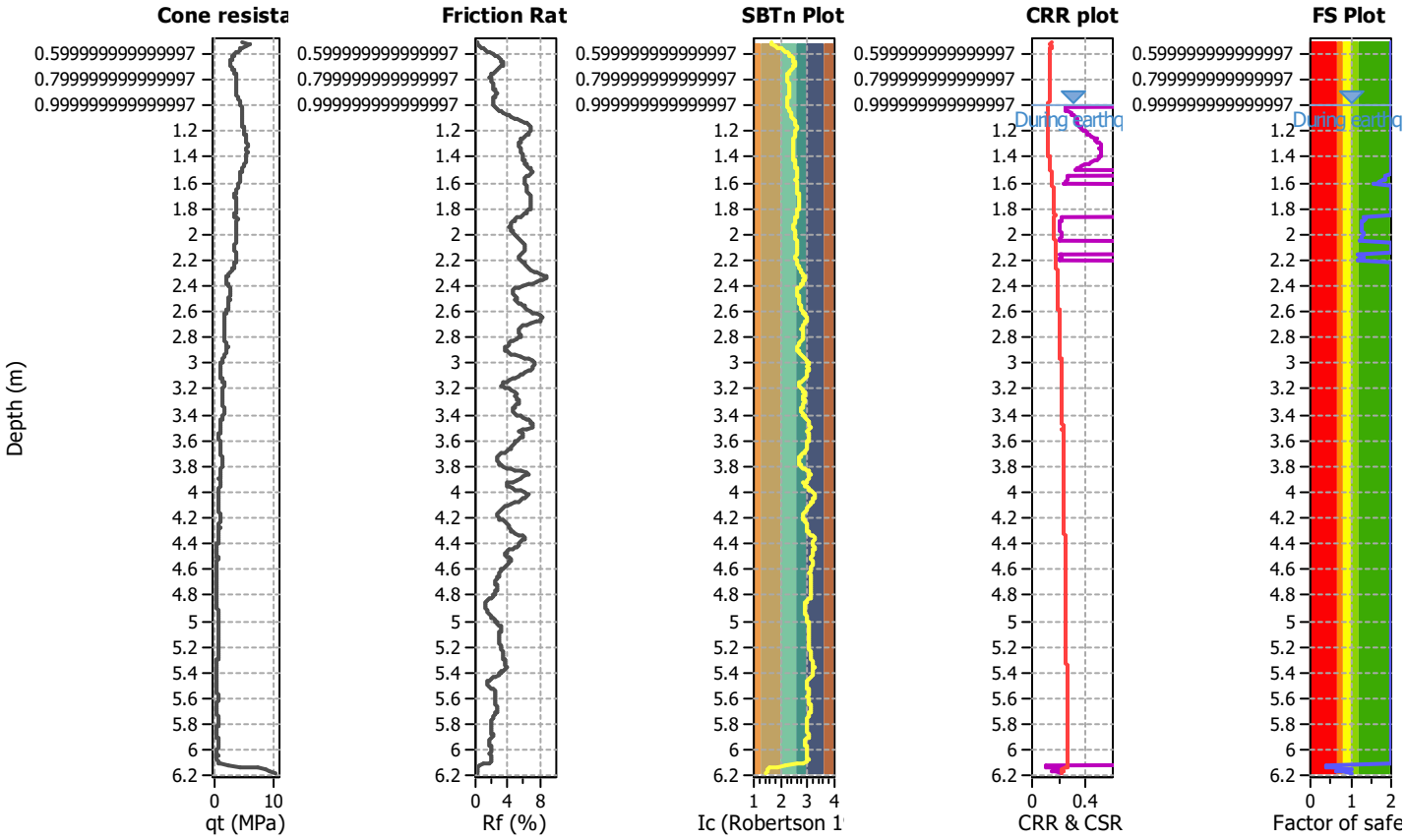
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

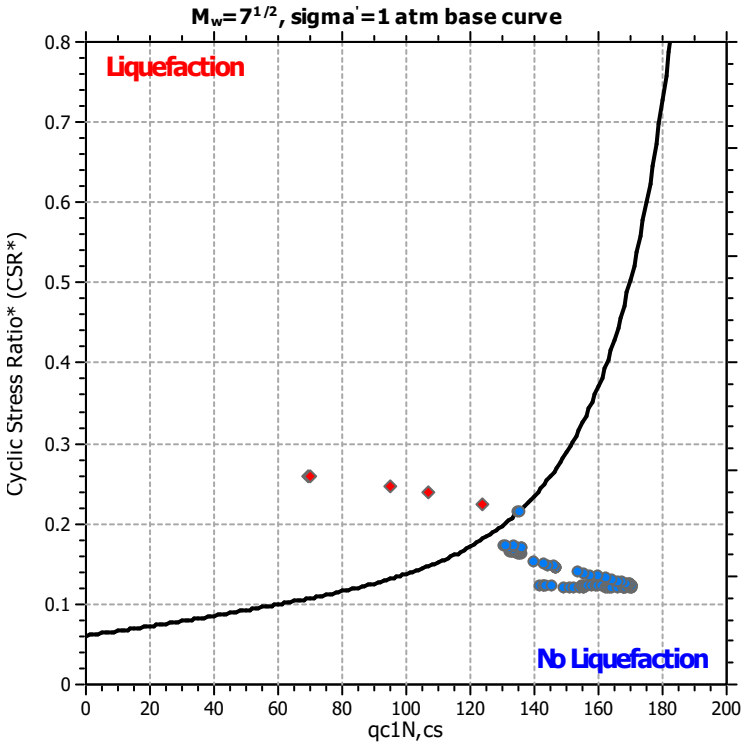
Project title : **Location :**

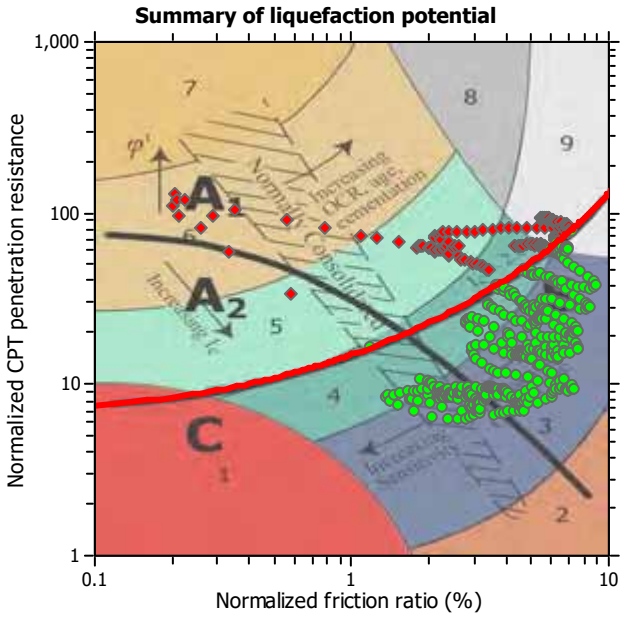
CPT file : CPTU01

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.27	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	Yes		



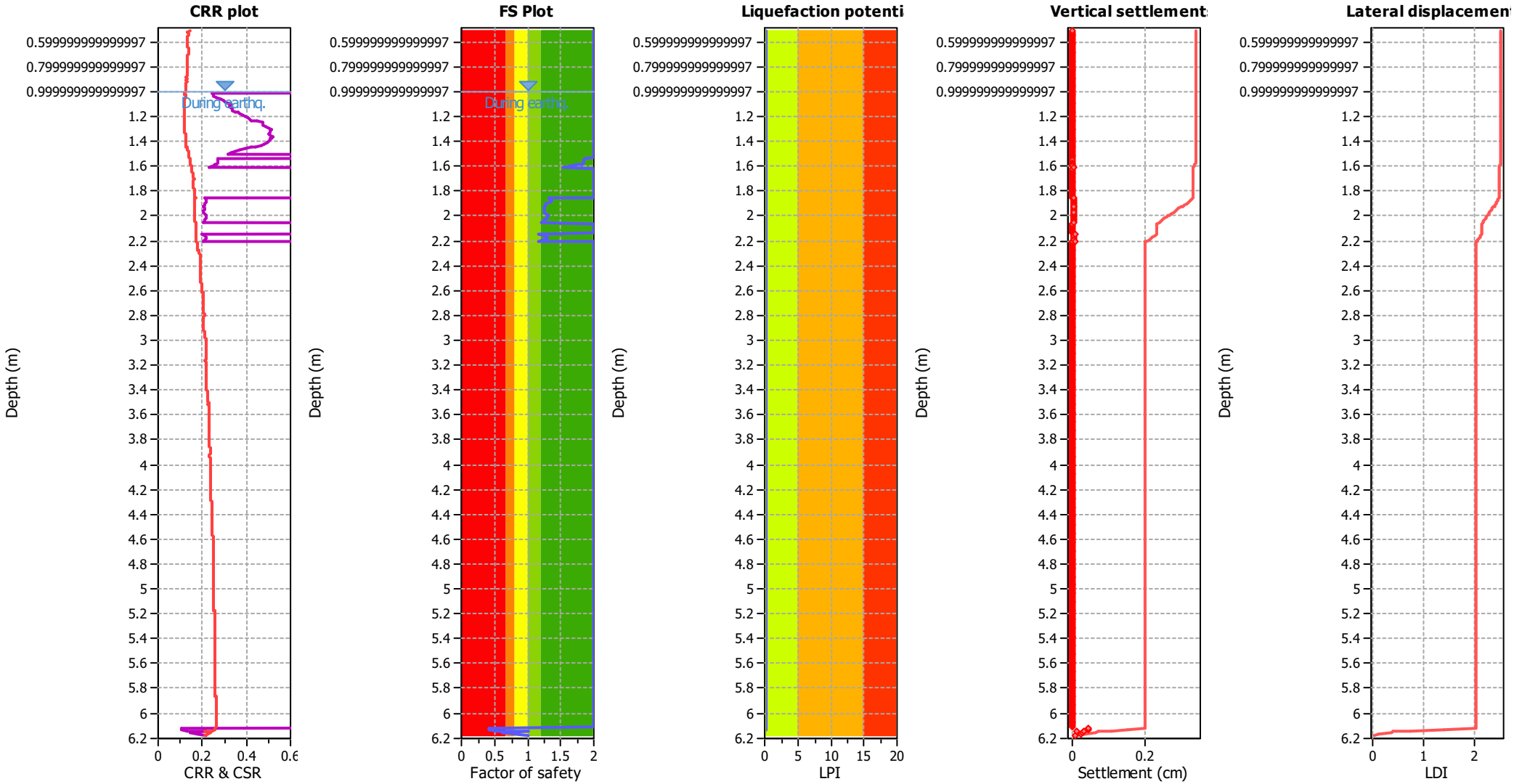




Zone A_1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A_2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.27	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
1	0.51	8.44	0.00	8.44	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
2	0.52	8.61	0.00	8.61	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
3	0.53	8.78	0.00	8.78	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
4	0.54	8.95	0.00	8.95	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
5	0.55	9.13	0.00	9.13	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
6	0.56	9.31	0.00	9.31	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
7	0.57	9.49	0.00	9.49	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
8	0.58	9.68	0.00	9.68	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
9	0.59	9.86	0.00	9.86	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
10	0.60	10.04	0.00	10.04	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
11	0.61	10.23	0.00	10.23	1.00	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
12	0.62	10.41	0.00	10.41	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
13	0.63	10.60	0.00	10.60	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
14	0.64	10.79	0.00	10.79	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
15	0.65	10.97	0.00	10.97	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
16	0.66	11.16	0.00	11.16	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
17	0.67	11.34	0.00	11.34	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
18	0.68	11.53	0.00	11.53	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
19	0.69	11.72	0.00	11.72	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
20	0.70	11.90	0.00	11.90	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
21	0.71	12.09	0.00	12.09	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
22	0.72	12.27	0.00	12.27	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
23	0.73	12.46	0.00	12.46	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
24	0.74	12.65	0.00	12.65	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
25	0.75	12.83	0.00	12.83	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
26	0.76	13.02	0.00	13.02	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
27	0.77	13.20	0.00	13.20	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
28	0.78	13.38	0.00	13.38	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
29	0.79	13.57	0.00	13.57	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
30	0.80	13.75	0.00	13.75	1.00	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	2.000	No
31	0.81	13.94	0.00	13.94	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
32	0.82	14.12	0.00	14.12	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
33	0.83	14.31	0.00	14.31	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
34	0.84	14.49	0.00	14.49	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
35	0.85	14.68	0.00	14.68	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
36	0.86	14.86	0.00	14.86	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
37	0.87	15.05	0.00	15.05	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
38	0.88	15.24	0.00	15.24	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
39	0.89	15.42	0.00	15.42	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
40	0.90	15.61	0.00	15.61	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
41	0.91	15.80	0.00	15.80	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
42	0.92	15.99	0.00	15.99	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
43	0.93	16.17	0.00	16.17	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
44	0.94	16.36	0.00	16.36	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
45	0.95	16.55	0.00	16.55	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
46	0.96	16.74	0.00	16.74	1.00	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
47	0.97	16.92	0.00	16.92	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
48	0.98	17.11	0.00	17.11	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
49	0.99	17.30	0.00	17.30	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
50	1.00	17.49	0.00	17.49	0.99	0.175	1.43	0.122	1.10	1.00	2.000	No
51	1.01	17.68	0.10	17.58	0.99	0.175	1.43	0.123	1.10	1.00	0.122	No
52	1.02	17.87	0.20	17.67	0.99	0.176	1.43	0.123	1.10	1.00	0.122	No
53	1.03	18.06	0.29	17.77	0.99	0.177	1.43	0.124	1.10	1.00	0.122	No
54	1.04	18.25	0.39	17.86	0.99	0.178	1.43	0.125	1.10	1.00	0.123	No
55	1.05	18.45	0.49	17.96	0.99	0.179	1.43	0.125	1.10	1.00	0.122	No
56	1.06	18.64	0.59	18.05	0.99	0.180	1.43	0.126	1.10	1.00	0.121	No
57	1.07	18.84	0.69	18.15	0.99	0.181	1.43	0.127	1.10	1.00	0.120	No
58	1.08	19.04	0.78	18.25	0.99	0.182	1.43	0.127	1.10	1.00	0.120	No
59	1.09	19.23	0.88	18.35	0.99	0.183	1.43	0.128	1.10	1.00	0.120	No
60	1.10	19.43	0.98	18.45	0.99	0.184	1.43	0.128	1.10	1.00	0.120	No
61	1.11	19.63	1.08	18.55	0.99	0.184	1.43	0.129	1.10	1.00	0.120	No
62	1.12	19.83	1.18	18.66	0.99	0.185	1.43	0.130	1.10	1.00	0.121	No
63	1.13	20.04	1.28	18.76	0.99	0.186	1.43	0.130	1.10	1.00	0.121	No
64	1.14	20.24	1.37	18.86	0.99	0.187	1.43	0.131	1.10	1.00	0.121	No
65	1.15	20.44	1.47	18.97	0.99	0.188	1.43	0.131	1.10	1.00	0.122	No
66	1.16	20.64	1.57	19.07	0.99	0.188	1.43	0.132	1.10	1.00	0.121	No
67	1.17	20.85	1.67	19.18	0.99	0.189	1.43	0.132	1.10	1.00	0.121	No
68	1.18	21.05	1.77	19.28	0.99	0.190	1.43	0.133	1.10	1.00	0.121	No
69	1.19	21.25	1.86	19.39	0.99	0.191	1.43	0.134	1.10	1.00	0.121	No
70	1.20	21.46	1.96	19.49	0.99	0.192	1.43	0.134	1.10	1.00	0.121	No
71	1.21	21.66	2.06	19.60	0.99	0.192	1.43	0.135	1.10	1.00	0.121	No
72	1.22	21.86	2.16	19.71	0.99	0.193	1.43	0.135	1.10	1.00	0.121	No
73	1.23	22.07	2.26	19.81	0.99	0.194	1.43	0.136	1.10	1.00	0.121	No
74	1.24	22.27	2.35	19.92	0.99	0.194	1.43	0.136	1.10	1.00	0.120	No
75	1.25	22.47	2.45	20.02	0.99	0.195	1.43	0.137	1.10	1.00	0.119	No
76	1.26	22.68	2.55	20.12	0.99	0.196	1.43	0.137	1.10	1.00	0.120	No
77	1.27	22.88	2.65	20.23	0.99	0.197	1.43	0.138	1.10	1.00	0.120	No
78	1.28	23.08	2.75	20.33	0.99	0.197	1.43	0.138	1.10	1.00	0.120	No
79	1.29	23.28	2.84	20.44	0.99	0.198	1.43	0.139	1.10	1.00	0.120	No
80	1.30	23.48	2.94	20.54	0.99	0.199	1.43	0.139	1.10	1.00	0.120	No
81	1.31	23.69	3.04	20.65	0.99	0.199	1.43	0.140	1.10	1.00	0.120	No
82	1.32	23.89	3.14	20.75	0.99	0.200	1.43	0.140	1.10	1.00	0.121	No
83	1.33	24.09	3.24	20.86	0.99	0.201	1.43	0.140	1.10	1.00	0.121	No
84	1.34	24.30	3.34	20.96	0.99	0.201	1.43	0.141	1.10	1.00	0.122	No
85	1.35	24.50	3.43	21.06	0.99	0.202	1.43	0.141	1.10	1.00	0.122	No
86	1.36	24.70	3.53	21.17	0.99	0.203	1.43	0.142	1.10	1.00	0.122	No
87	1.37	24.90	3.63	21.27	0.99	0.203	1.43	0.142	1.10	1.00	0.123	No
88	1.38	25.11	3.73	21.38	0.99	0.204	1.43	0.143	1.10	1.00	0.123	No
89	1.39	25.31	3.83	21.48	0.99	0.204	1.43	0.143	1.10	1.00	0.124	No
90	1.40	25.51	3.92	21.59	0.99	0.205	1.43	0.143	1.10	1.00	0.124	No
91	1.41	25.72	4.02	21.69	0.99	0.206	1.43	0.144	1.10	1.00	0.125	No
92	1.42	25.92	4.12	21.80	0.99	0.206	1.43	0.144	1.10	1.00	0.126	No
93	1.43	26.12	4.22	21.90	0.99	0.207	1.43	0.145	1.10	1.00	0.127	No
94	1.44	26.32	4.32	22.01	0.99	0.207	1.43	0.145	1.10	1.00	0.128	No
95	1.45	26.53	4.41	22.11	0.99	0.208	1.43	0.146	1.10	1.00	0.130	No
96	1.46	26.73	4.51	22.22	0.99	0.209	1.43	0.146	1.10	1.00	0.132	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
97	1.47	26.93	4.61	22.32	0.99	0.209	1.43	0.146	1.10	1.00	0.133	No
98	1.48	27.14	4.71	22.43	0.99	0.210	1.43	0.147	1.10	1.00	0.135	No
99	1.49	27.34	4.81	22.53	0.99	0.210	1.43	0.147	1.10	1.00	0.137	No
100	1.50	27.54	4.91	22.64	0.99	0.211	1.43	0.148	1.10	1.00	0.139	No
101	1.51	27.74	5.00	22.74	0.99	0.211	1.43	0.148	1.10	1.00	0.140	No
102	1.52	27.95	5.10	22.84	0.99	0.212	1.43	0.148	1.10	1.00	0.141	No
103	1.53	28.15	5.20	22.95	0.99	0.212	1.43	0.149	1.10	1.00	0.141	No
104	1.54	28.35	5.30	23.05	0.99	0.213	1.43	0.149	1.10	1.00	0.144	No
105	1.55	28.55	5.40	23.15	0.99	0.213	1.43	0.149	1.10	1.00	0.145	No
106	1.56	28.75	5.49	23.26	0.99	0.214	1.43	0.150	1.10	1.00	0.145	No
107	1.57	28.95	5.59	23.36	0.99	0.214	1.43	0.150	1.10	1.00	0.146	No
108	1.58	29.15	5.69	23.46	0.99	0.215	1.43	0.150	1.10	1.00	0.146	No
109	1.59	29.35	5.79	23.56	0.99	0.215	1.43	0.151	1.10	1.00	0.148	No
110	1.60	29.55	5.89	23.66	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.149	No
111	1.61	29.75	5.98	23.76	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.151	No
112	1.62	29.95	6.08	23.86	0.99	0.217	1.43	0.152	1.10	1.00	0.152	No
113	1.63	30.15	6.18	23.97	0.98	0.217	1.43	0.152	1.10	1.00	0.153	No
114	1.64	30.34	6.28	24.07	0.98	0.218	1.43	0.153	1.10	1.00	0.154	No
115	1.65	30.54	6.38	24.17	0.98	0.218	1.43	0.153	1.10	1.00	0.155	No
116	1.66	30.74	6.47	24.27	0.98	0.219	1.43	0.153	1.10	1.00	0.156	No
117	1.67	30.94	6.57	24.37	0.98	0.219	1.43	0.154	1.10	1.00	0.158	No
118	1.68	31.14	6.67	24.47	0.98	0.220	1.43	0.154	1.10	1.00	0.159	No
119	1.69	31.33	6.77	24.56	0.98	0.220	1.43	0.154	1.10	1.00	0.161	No
120	1.70	31.53	6.87	24.66	0.98	0.221	1.43	0.154	1.10	1.00	0.162	No
121	1.71	31.73	6.97	24.76	0.98	0.221	1.43	0.155	1.10	1.00	0.161	No
122	1.72	31.93	7.06	24.86	0.98	0.222	1.43	0.155	1.10	1.00	0.161	No
123	1.73	32.13	7.16	24.96	0.98	0.222	1.43	0.155	1.10	1.00	0.160	No
124	1.74	32.32	7.26	25.07	0.98	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.160	No
125	1.75	32.52	7.36	25.17	0.98	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.160	No
126	1.76	32.72	7.46	25.27	0.98	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.160	No
127	1.77	32.92	7.55	25.37	0.98	0.224	1.43	0.157	1.10	1.00	0.161	No
128	1.78	33.12	7.65	25.47	0.98	0.224	1.43	0.157	1.10	1.00	0.162	No
129	1.79	33.32	7.75	25.57	0.98	0.225	1.43	0.157	1.10	1.00	0.162	No
130	1.80	33.52	7.85	25.67	0.98	0.225	1.43	0.158	1.10	1.00	0.162	No
131	1.81	33.72	7.95	25.77	0.98	0.225	1.43	0.158	1.10	1.00	0.162	No
132	1.82	33.91	8.04	25.87	0.98	0.226	1.43	0.158	1.10	1.00	0.162	No
133	1.83	34.11	8.14	25.97	0.98	0.226	1.43	0.158	1.10	1.00	0.163	No
134	1.84	34.31	8.24	26.07	0.98	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.162	No
135	1.85	34.50	8.34	26.17	0.98	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.173	No
136	1.86	34.70	8.44	26.26	0.98	0.228	1.43	0.159	1.10	1.00	0.162	No
137	1.87	34.90	8.53	26.36	0.98	0.228	1.43	0.160	1.10	1.00	0.162	No
138	1.88	35.09	8.63	26.46	0.98	0.228	1.43	0.160	1.10	1.00	0.162	No
139	1.89	35.29	8.73	26.56	0.98	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.163	No
140	1.90	35.48	8.83	26.65	0.98	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.164	No
141	1.91	35.68	8.93	26.75	0.98	0.229	1.43	0.161	1.10	1.00	0.165	No
142	1.92	35.87	9.03	26.85	0.98	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.165	No
143	1.93	36.07	9.12	26.94	0.98	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.166	No
144	1.94	36.26	9.22	27.04	0.98	0.231	1.43	0.161	1.10	1.00	0.165	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
145	1.95	36.45	9.32	27.13	0.98	0.231	1.43	0.162	1.10	1.00	0.166	No
146	1.96	36.65	9.42	27.23	0.98	0.231	1.43	0.162	1.10	1.00	0.166	No
147	1.97	36.84	9.52	27.33	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.167	No
148	1.98	37.04	9.61	27.42	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.166	No
149	1.99	37.23	9.71	27.52	0.98	0.232	1.43	0.163	1.10	1.00	0.166	No
150	2.00	37.43	9.81	27.62	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.165	No
151	2.01	37.62	9.91	27.72	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.166	No
152	2.02	37.82	10.01	27.81	0.98	0.234	1.43	0.163	1.10	1.00	0.167	No
153	2.03	38.02	10.10	27.91	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.167	No
154	2.04	38.21	10.20	28.01	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.168	No
155	2.05	38.41	10.30	28.11	0.98	0.235	1.43	0.164	1.10	1.00	0.169	No
156	2.06	38.61	10.40	28.21	0.98	0.235	1.43	0.164	1.10	1.00	0.170	No
157	2.07	38.80	10.50	28.31	0.98	0.235	1.43	0.165	1.10	1.00	0.171	No
158	2.08	39.00	10.59	28.41	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.172	No
159	2.09	39.20	10.69	28.50	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.172	No
160	2.10	39.39	10.79	28.60	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.173	No
161	2.11	39.59	10.89	28.70	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.173	No
162	2.12	39.79	10.99	28.80	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.173	No
163	2.13	39.98	11.09	28.90	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.173	No
164	2.14	40.18	11.18	29.00	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.172	No
165	2.15	40.38	11.28	29.10	0.98	0.238	1.43	0.166	1.10	1.00	0.172	No
166	2.16	40.57	11.38	29.19	0.98	0.238	1.43	0.167	1.10	1.00	0.170	No
167	2.17	40.77	11.48	29.29	0.98	0.238	1.43	0.167	1.10	1.00	0.169	No
168	2.18	40.97	11.58	29.39	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.169	No
169	2.19	41.16	11.67	29.49	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.171	No
170	2.20	41.36	11.77	29.59	0.98	0.239	1.43	0.168	1.10	1.00	0.173	No
171	2.21	41.56	11.87	29.69	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.174	No
172	2.22	41.75	11.97	29.79	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.175	No
173	2.23	41.95	12.07	29.88	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.176	No
174	2.24	42.15	12.16	29.98	0.97	0.241	1.43	0.168	1.10	1.00	0.176	No
175	2.25	42.34	12.26	30.08	0.97	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.178	No
176	2.26	42.54	12.36	30.18	0.97	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.178	No
177	2.27	42.74	12.46	30.28	0.97	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.180	No
178	2.28	42.93	12.56	30.38	0.97	0.242	1.43	0.169	1.10	1.00	0.184	No
179	2.29	43.13	12.65	30.47	0.97	0.242	1.43	0.169	1.10	1.00	0.185	No
180	2.30	43.32	12.75	30.57	0.97	0.242	1.43	0.170	1.10	1.00	0.187	No
181	2.31	43.52	12.85	30.67	0.97	0.242	1.43	0.170	1.10	1.00	0.189	No
182	2.32	43.71	12.95	30.76	0.97	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.191	No
183	2.33	43.91	13.05	30.86	0.97	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.192	No
184	2.34	44.10	13.15	30.95	0.97	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.194	No
185	2.35	44.29	13.24	31.05	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
186	2.36	44.48	13.34	31.14	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
187	2.37	44.68	13.44	31.24	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
188	2.38	44.87	13.54	31.33	0.97	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.193	No
189	2.39	45.06	13.64	31.42	0.97	0.245	1.43	0.171	1.10	1.00	0.193	No
190	2.40	45.25	13.73	31.52	0.97	0.245	1.43	0.171	1.10	1.00	0.191	No
191	2.41	45.44	13.83	31.61	0.97	0.245	1.43	0.172	1.10	1.00	0.190	No
192	2.42	45.63	13.93	31.70	0.97	0.245	1.43	0.172	1.10	1.00	0.189	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
193	2.43	45.82	14.03	31.79	0.97	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.189	No
194	2.44	46.01	14.13	31.89	0.97	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.189	No
195	2.45	46.20	14.22	31.98	0.97	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.190	No
196	2.46	46.39	14.32	32.07	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.191	No
197	2.47	46.58	14.42	32.16	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.192	No
198	2.48	46.77	14.52	32.25	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
199	2.49	46.96	14.62	32.34	0.97	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
200	2.50	47.15	14.72	32.44	0.97	0.248	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
201	2.51	47.34	14.81	32.53	0.97	0.248	1.43	0.173	1.10	1.00	0.193	No
202	2.52	47.53	14.91	32.62	0.97	0.248	1.43	0.174	1.10	1.00	0.193	No
203	2.53	47.72	15.01	32.71	0.97	0.248	1.43	0.174	1.10	1.00	0.194	No
204	2.54	47.91	15.11	32.80	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.195	No
205	2.55	48.10	15.21	32.90	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.195	No
206	2.56	48.29	15.30	32.99	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.196	No
207	2.57	48.48	15.40	33.08	0.97	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.196	No
208	2.58	48.67	15.50	33.17	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.197	No
209	2.59	48.86	15.60	33.27	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.198	No
210	2.60	49.05	15.70	33.36	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.199	No
211	2.61	49.24	15.79	33.45	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.200	No
212	2.62	49.43	15.89	33.54	0.97	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.202	No
213	2.63	49.62	15.99	33.63	0.97	0.251	1.43	0.175	1.10	1.00	0.203	No
214	2.64	49.81	16.09	33.72	0.97	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.203	No
215	2.65	50.00	16.19	33.81	0.97	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.204	No
216	2.66	50.19	16.28	33.90	0.97	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.204	No
217	2.67	50.38	16.38	33.99	0.97	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.205	No
218	2.68	50.56	16.48	34.08	0.97	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.205	No
219	2.69	50.75	16.58	34.17	0.97	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.205	No
220	2.70	50.94	16.68	34.26	0.97	0.252	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
221	2.71	51.13	16.78	34.35	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
222	2.72	51.31	16.87	34.44	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
223	2.73	51.50	16.97	34.53	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.204	No
224	2.74	51.68	17.07	34.61	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.205	No
225	2.75	51.87	17.17	34.70	0.97	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.206	No
226	2.76	52.05	17.27	34.78	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
227	2.77	52.23	17.36	34.87	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
228	2.78	52.42	17.46	34.96	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
229	2.79	52.60	17.56	35.04	0.97	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.208	No
230	2.80	52.79	17.66	35.13	0.97	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.208	No
231	2.81	52.97	17.76	35.21	0.96	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.208	No
232	2.82	53.15	17.85	35.30	0.96	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.207	No
233	2.83	53.33	17.95	35.38	0.96	0.255	1.43	0.179	1.10	1.00	0.207	No
234	2.84	53.52	18.05	35.47	0.96	0.255	1.43	0.179	1.10	1.00	0.206	No
235	2.85	53.70	18.15	35.55	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.206	No
236	2.86	53.89	18.25	35.64	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.206	No
237	2.87	54.07	18.34	35.73	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.204	No
238	2.88	54.25	18.44	35.81	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.204	No
239	2.89	54.44	18.54	35.90	0.96	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.204	No
240	2.90	54.62	18.64	35.98	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.206	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
241	2.91	54.80	18.74	36.07	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.206	No
242	2.92	54.99	18.84	36.15	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.207	No
243	2.93	55.17	18.93	36.24	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.208	No
244	2.94	55.35	19.03	36.32	0.96	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.210	No
245	2.95	55.54	19.13	36.41	0.96	0.258	1.43	0.180	1.10	1.00	0.211	No
246	2.96	55.72	19.23	36.49	0.96	0.258	1.43	0.180	1.10	1.00	0.211	No
247	2.97	55.91	19.33	36.58	0.96	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.213	No
248	2.98	56.09	19.42	36.67	0.96	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.213	No
249	2.99	56.27	19.52	36.75	0.96	0.258	1.43	0.181	1.09	1.00	0.215	No
250	3.00	56.46	19.62	36.84	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
251	3.01	56.64	19.72	36.92	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
252	3.02	56.82	19.82	37.00	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
253	3.03	57.00	19.91	37.09	0.96	0.259	1.43	0.181	1.09	1.00	0.216	No
254	3.04	57.18	20.01	37.17	0.96	0.259	1.43	0.182	1.09	1.00	0.217	No
255	3.05	57.37	20.11	37.25	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.217	No
256	3.06	57.55	20.21	37.34	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.218	No
257	3.07	57.73	20.31	37.42	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.218	No
258	3.08	57.90	20.40	37.50	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.218	No
259	3.09	58.08	20.50	37.58	0.96	0.260	1.43	0.182	1.09	1.00	0.219	No
260	3.10	58.26	20.60	37.66	0.96	0.261	1.43	0.182	1.09	1.00	0.219	No
261	3.11	58.44	20.70	37.74	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.218	No
262	3.12	58.62	20.80	37.82	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.218	No
263	3.13	58.80	20.90	37.90	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.217	No
264	3.14	58.98	20.99	37.98	0.96	0.261	1.43	0.183	1.09	1.00	0.216	No
265	3.15	59.15	21.09	38.06	0.96	0.262	1.43	0.183	1.09	1.00	0.215	No
266	3.16	59.33	21.19	38.14	0.96	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.214	No
267	3.17	59.51	21.29	38.22	0.96	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.214	No
268	3.18	59.69	21.39	38.31	0.96	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.215	No
269	3.19	59.87	21.48	38.39	0.96	0.262	1.43	0.184	1.09	1.00	0.217	No
270	3.20	60.05	21.58	38.47	0.96	0.262	1.43	0.184	1.09	1.00	0.218	No
271	3.21	60.23	21.68	38.55	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.218	No
272	3.22	60.41	21.78	38.63	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
273	3.23	60.59	21.88	38.71	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
274	3.24	60.77	21.97	38.79	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.220	No
275	3.25	60.95	22.07	38.87	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
276	3.26	61.13	22.17	38.96	0.96	0.263	1.43	0.184	1.09	1.00	0.219	No
277	3.27	61.31	22.27	39.04	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
278	3.28	61.49	22.37	39.12	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
279	3.29	61.67	22.46	39.21	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
280	3.30	61.85	22.56	39.29	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.220	No
281	3.31	62.03	22.66	39.37	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
282	3.32	62.22	22.76	39.46	0.96	0.264	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
283	3.33	62.40	22.86	39.54	0.96	0.265	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
284	3.34	62.58	22.96	39.62	0.96	0.265	1.43	0.185	1.09	1.00	0.219	No
285	3.35	62.76	23.05	39.71	0.96	0.265	1.43	0.185	1.09	1.00	0.218	No
286	3.36	62.94	23.15	39.79	0.95	0.265	1.43	0.186	1.09	1.00	0.218	No
287	3.37	63.13	23.25	39.88	0.95	0.265	1.43	0.186	1.09	1.00	0.218	No
288	3.38	63.31	23.35	39.96	0.95	0.265	1.43	0.186	1.09	1.00	0.219	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
289	3.39	63.49	23.45	40.05	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.219	No
290	3.40	63.67	23.54	40.13	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.220	No
291	3.41	63.86	23.64	40.21	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.222	No
292	3.42	64.04	23.74	40.30	0.95	0.266	1.43	0.186	1.09	1.00	0.223	No
293	3.43	64.22	23.84	40.38	0.95	0.266	1.43	0.186	1.08	1.00	0.223	No
294	3.44	64.40	23.94	40.46	0.95	0.266	1.43	0.186	1.08	1.00	0.224	No
295	3.45	64.58	24.03	40.55	0.95	0.266	1.43	0.186	1.08	1.00	0.225	No
296	3.46	64.76	24.13	40.63	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.225	No
297	3.47	64.94	24.23	40.71	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.226	No
298	3.48	65.12	24.33	40.79	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
299	3.49	65.30	24.43	40.87	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
300	3.50	65.48	24.53	40.96	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
301	3.51	65.66	24.62	41.04	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.228	No
302	3.52	65.84	24.72	41.12	0.95	0.267	1.43	0.187	1.08	1.00	0.227	No
303	3.53	66.01	24.82	41.19	0.95	0.268	1.43	0.187	1.08	1.00	0.228	No
304	3.54	66.19	24.92	41.27	0.95	0.268	1.43	0.187	1.08	1.00	0.229	No
305	3.55	66.36	25.02	41.35	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.229	No
306	3.56	66.54	25.11	41.43	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
307	3.57	66.72	25.21	41.50	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
308	3.58	66.89	25.31	41.58	0.95	0.268	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
309	3.59	67.07	25.41	41.66	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
310	3.60	67.24	25.51	41.73	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
311	3.61	67.42	25.60	41.81	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
312	3.62	67.59	25.70	41.89	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
313	3.63	67.76	25.80	41.96	0.95	0.269	1.43	0.188	1.08	1.00	0.230	No
314	3.64	67.94	25.90	42.04	0.95	0.269	1.43	0.189	1.08	1.00	0.230	No
315	3.65	68.11	26.00	42.11	0.95	0.269	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
316	3.66	68.28	26.09	42.19	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
317	3.67	68.46	26.19	42.26	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
318	3.68	68.63	26.29	42.34	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
319	3.69	68.80	26.39	42.41	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.231	No
320	3.70	68.97	26.49	42.49	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.230	No
321	3.71	69.15	26.59	42.56	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.230	No
322	3.72	69.32	26.68	42.64	0.95	0.270	1.43	0.189	1.08	1.00	0.229	No
323	3.73	69.49	26.78	42.71	0.95	0.271	1.43	0.189	1.08	1.00	0.229	No
324	3.74	69.67	26.88	42.79	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.229	No
325	3.75	69.84	26.98	42.86	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.228	No
326	3.76	70.01	27.08	42.94	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.228	No
327	3.77	70.19	27.17	43.01	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.228	No
328	3.78	70.36	27.27	43.09	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.229	No
329	3.79	70.54	27.37	43.17	0.95	0.271	1.43	0.190	1.08	1.00	0.229	No
330	3.80	70.71	27.47	43.25	0.95	0.272	1.43	0.190	1.08	1.00	0.230	No
331	3.81	70.89	27.57	43.32	0.95	0.272	1.43	0.190	1.08	1.00	0.231	No
332	3.82	71.07	27.66	43.40	0.95	0.272	1.43	0.190	1.08	1.00	0.232	No
333	3.83	71.24	27.76	43.48	0.95	0.272	1.43	0.190	1.07	1.00	0.232	No
334	3.84	71.42	27.86	43.56	0.95	0.272	1.43	0.190	1.07	1.00	0.233	No
335	3.85	71.60	27.96	43.64	0.95	0.272	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
336	3.86	71.77	28.06	43.72	0.95	0.272	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
337	3.87	71.95	28.15	43.80	0.95	0.272	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
338	3.88	72.13	28.25	43.87	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
339	3.89	72.30	28.35	43.95	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.234	No
340	3.90	72.48	28.45	44.03	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.235	No
341	3.91	72.65	28.55	44.11	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.236	No
342	3.92	72.83	28.65	44.18	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.233	No
343	3.93	73.00	28.74	44.26	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.233	No
344	3.94	73.18	28.84	44.34	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.233	No
345	3.95	73.35	28.94	44.41	0.94	0.273	1.43	0.191	1.07	1.00	0.235	No
346	3.96	73.52	29.04	44.49	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.235	No
347	3.97	73.70	29.14	44.56	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.236	No
348	3.98	73.87	29.23	44.63	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.237	No
349	3.99	74.04	29.33	44.71	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.238	No
350	4.00	74.21	29.43	44.78	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.238	No
351	4.01	74.38	29.53	44.85	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.239	No
352	4.02	74.55	29.63	44.93	0.94	0.274	1.43	0.192	1.07	1.00	0.239	No
353	4.03	74.72	29.72	45.00	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.239	No
354	4.04	74.89	29.82	45.07	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.240	No
355	4.05	75.06	29.92	45.14	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.240	No
356	4.06	75.23	30.02	45.21	0.94	0.275	1.43	0.192	1.07	1.00	0.240	No
357	4.07	75.40	30.12	45.29	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
358	4.08	75.57	30.21	45.36	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
359	4.09	75.74	30.31	45.43	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
360	4.10	75.91	30.41	45.50	0.94	0.275	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
361	4.11	76.07	30.51	45.56	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
362	4.12	76.24	30.61	45.63	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
363	4.13	76.41	30.71	45.70	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
364	4.14	76.57	30.80	45.77	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
365	4.15	76.74	30.90	45.84	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.240	No
366	4.16	76.91	31.00	45.91	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.239	No
367	4.17	77.07	31.10	45.98	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.239	No
368	4.18	77.24	31.20	46.05	0.94	0.276	1.43	0.193	1.07	1.00	0.239	No
369	4.19	77.41	31.29	46.12	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
370	4.20	77.58	31.39	46.19	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
371	4.21	77.75	31.49	46.26	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
372	4.22	77.92	31.59	46.33	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.239	No
373	4.23	78.09	31.69	46.40	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
374	4.24	78.26	31.78	46.48	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
375	4.25	78.43	31.88	46.55	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
376	4.26	78.61	31.98	46.63	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
377	4.27	78.78	32.08	46.70	0.94	0.277	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
378	4.28	78.95	32.18	46.77	0.94	0.278	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
379	4.29	79.12	32.27	46.85	0.94	0.278	1.43	0.194	1.07	1.00	0.240	No
380	4.30	79.30	32.37	46.92	0.94	0.278	1.43	0.194	1.07	1.00	0.241	No
381	4.31	79.47	32.47	47.00	0.94	0.278	1.43	0.195	1.07	1.00	0.241	No
382	4.32	79.64	32.57	47.07	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.241	No
383	4.33	79.81	32.67	47.14	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.242	No
384	4.34	79.98	32.77	47.22	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.243	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
385	4.35	80.15	32.86	47.29	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
386	4.36	80.32	32.96	47.36	0.94	0.278	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
387	4.37	80.49	33.06	47.43	0.94	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
388	4.38	80.66	33.16	47.50	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
389	4.39	80.83	33.26	47.57	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
390	4.40	81.00	33.35	47.64	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.244	No
391	4.41	81.17	33.45	47.71	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.245	No
392	4.42	81.33	33.55	47.78	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.245	No
393	4.43	81.50	33.65	47.85	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.245	No
394	4.44	81.66	33.75	47.92	0.93	0.279	1.43	0.195	1.06	1.00	0.246	No
395	4.45	81.83	33.84	47.98	0.93	0.279	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
396	4.46	81.99	33.94	48.05	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
397	4.47	82.15	34.04	48.11	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
398	4.48	82.31	34.14	48.18	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
399	4.49	82.48	34.24	48.24	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
400	4.50	82.64	34.34	48.31	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
401	4.51	82.81	34.43	48.37	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.245	No
402	4.52	82.97	34.53	48.44	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
403	4.53	83.14	34.63	48.51	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.246	No
404	4.54	83.30	34.73	48.58	0.93	0.280	1.43	0.196	1.06	1.00	0.247	No
405	4.55	83.47	34.83	48.64	0.93	0.281	1.43	0.196	1.06	1.00	0.247	No
406	4.56	83.63	34.92	48.71	0.93	0.281	1.43	0.196	1.06	1.00	0.247	No
407	4.57	83.79	35.02	48.77	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
408	4.58	83.96	35.12	48.84	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
409	4.59	84.12	35.22	48.90	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
410	4.60	84.28	35.32	48.96	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
411	4.61	84.44	35.41	49.03	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.247	No
412	4.62	84.60	35.51	49.09	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
413	4.63	84.76	35.61	49.15	0.93	0.281	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
414	4.64	84.92	35.71	49.21	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
415	4.65	85.08	35.81	49.27	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
416	4.66	85.24	35.90	49.34	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.248	No
417	4.67	85.40	36.00	49.40	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.249	No
418	4.68	85.56	36.10	49.45	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.249	No
419	4.69	85.71	36.20	49.51	0.93	0.282	1.43	0.197	1.06	1.00	0.249	No
420	4.70	85.87	36.30	49.57	0.93	0.282	1.43	0.198	1.06	1.00	0.249	No
421	4.71	86.03	36.40	49.63	0.93	0.282	1.43	0.198	1.06	1.00	0.249	No
422	4.72	86.18	36.49	49.69	0.93	0.282	1.43	0.198	1.06	1.00	0.249	No
423	4.73	86.34	36.59	49.75	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
424	4.74	86.50	36.69	49.81	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
425	4.75	86.65	36.79	49.87	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
426	4.76	86.81	36.89	49.93	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
427	4.77	86.97	36.98	49.98	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
428	4.78	87.12	37.08	50.04	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.250	No
429	4.79	87.28	37.18	50.10	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.251	No
430	4.80	87.43	37.28	50.15	0.93	0.283	1.43	0.198	1.06	1.00	0.251	No
431	4.81	87.58	37.38	50.21	0.93	0.284	1.43	0.198	1.06	1.00	0.251	No
432	4.82	87.74	37.47	50.26	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
433	4.83	87.89	37.57	50.31	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
434	4.84	88.04	37.67	50.37	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
435	4.85	88.19	37.77	50.42	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
436	4.86	88.34	37.87	50.47	0.93	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
437	4.87	88.49	37.96	50.52	0.92	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
438	4.88	88.64	38.06	50.57	0.92	0.284	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
439	4.89	88.79	38.16	50.63	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
440	4.90	88.94	38.26	50.68	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
441	4.91	89.09	38.36	50.74	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
442	4.92	89.25	38.46	50.79	0.92	0.285	1.43	0.199	1.06	1.00	0.251	No
443	4.93	89.40	38.55	50.85	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.251	No
444	4.94	89.56	38.65	50.91	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
445	4.95	89.71	38.75	50.96	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
446	4.96	89.87	38.85	51.02	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
447	4.97	90.03	38.95	51.08	0.92	0.285	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
448	4.98	90.19	39.04	51.14	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
449	4.99	90.35	39.14	51.20	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
450	5.00	90.51	39.24	51.27	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
451	5.01	90.67	39.34	51.33	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
452	5.02	90.83	39.44	51.39	0.92	0.286	1.43	0.200	1.06	1.00	0.252	No
453	5.03	90.99	39.53	51.46	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.252	No
454	5.04	91.15	39.63	51.52	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.252	No
455	5.05	91.32	39.73	51.59	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
456	5.06	91.48	39.83	51.65	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
457	5.07	91.64	39.93	51.71	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
458	5.08	91.80	40.02	51.78	0.92	0.286	1.43	0.200	1.05	1.00	0.253	No
459	5.09	91.97	40.12	51.84	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
460	5.10	92.13	40.22	51.91	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
461	5.11	92.29	40.32	51.97	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
462	5.12	92.45	40.42	52.04	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
463	5.13	92.62	40.52	52.10	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
464	5.14	92.78	40.61	52.17	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.253	No
465	5.15	92.94	40.71	52.23	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
466	5.16	93.10	40.81	52.29	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
467	5.17	93.27	40.91	52.36	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
468	5.18	93.43	41.01	52.42	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
469	5.19	93.59	41.10	52.49	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
470	5.20	93.75	41.20	52.55	0.92	0.287	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
471	5.21	93.92	41.30	52.62	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
472	5.22	94.08	41.40	52.68	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
473	5.23	94.25	41.50	52.75	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.254	No
474	5.24	94.41	41.59	52.81	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.255	No
475	5.25	94.57	41.69	52.88	0.92	0.288	1.43	0.201	1.05	1.00	0.255	No
476	5.26	94.74	41.79	52.95	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
477	5.27	94.90	41.89	53.01	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
478	5.28	95.06	41.99	53.08	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
479	5.29	95.23	42.08	53.14	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No
480	5.30	95.39	42.18	53.21	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.255	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
481	5.31	95.55	42.28	53.27	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
482	5.32	95.71	42.38	53.34	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
483	5.33	95.88	42.48	53.40	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
484	5.34	96.04	42.58	53.46	0.92	0.288	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
485	5.35	96.20	42.67	53.53	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.256	No
486	5.36	96.36	42.77	53.59	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
487	5.37	96.52	42.87	53.65	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
488	5.38	96.68	42.97	53.72	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
489	5.39	96.84	43.07	53.78	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
490	5.40	97.00	43.16	53.84	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
491	5.41	97.16	43.26	53.90	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
492	5.42	97.32	43.36	53.96	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
493	5.43	97.47	43.46	54.02	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
494	5.44	97.63	43.56	54.07	0.91	0.289	1.43	0.202	1.05	1.00	0.257	No
495	5.45	97.78	43.65	54.13	0.91	0.289	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
496	5.46	97.94	43.75	54.18	0.91	0.289	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
497	5.47	98.09	43.85	54.24	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
498	5.48	98.24	43.95	54.29	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
499	5.49	98.39	44.05	54.35	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
500	5.50	98.55	44.15	54.40	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
501	5.51	98.70	44.24	54.46	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
502	5.52	98.86	44.34	54.52	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
503	5.53	99.01	44.44	54.58	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
504	5.54	99.17	44.54	54.64	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
505	5.55	99.33	44.64	54.70	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
506	5.56	99.49	44.73	54.76	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
507	5.57	99.65	44.83	54.82	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
508	5.58	99.81	44.93	54.88	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.257	No
509	5.59	99.97	45.03	54.94	0.91	0.290	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
510	5.60	100.13	45.13	55.00	0.91	0.291	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
511	5.61	100.29	45.22	55.07	0.91	0.291	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
512	5.62	100.45	45.32	55.13	0.91	0.291	1.43	0.203	1.05	1.00	0.258	No
513	5.63	100.61	45.42	55.19	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.258	No
514	5.64	100.77	45.52	55.25	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
515	5.65	100.92	45.62	55.31	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
516	5.66	101.08	45.71	55.37	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
517	5.67	101.24	45.81	55.43	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
518	5.68	101.40	45.91	55.49	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
519	5.69	101.56	46.01	55.55	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
520	5.70	101.72	46.11	55.61	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
521	5.71	101.87	46.21	55.67	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
522	5.72	102.03	46.30	55.73	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
523	5.73	102.19	46.40	55.79	0.91	0.291	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
524	5.74	102.35	46.50	55.85	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
525	5.75	102.51	46.60	55.91	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
526	5.76	102.67	46.70	55.97	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.259	No
527	5.77	102.82	46.79	56.03	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
528	5.78	102.98	46.89	56.09	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
529	5.79	103.14	46.99	56.15	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
530	5.80	103.29	47.09	56.21	0.91	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
531	5.81	103.45	47.19	56.26	0.90	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
532	5.82	103.61	47.28	56.32	0.90	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
533	5.83	103.76	47.38	56.38	0.90	0.292	1.43	0.204	1.05	1.00	0.260	No
534	5.84	103.92	47.48	56.44	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
535	5.85	104.07	47.58	56.50	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
536	5.86	104.23	47.68	56.55	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
537	5.87	104.39	47.77	56.61	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
538	5.88	104.55	47.87	56.67	0.90	0.292	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
539	5.89	104.70	47.97	56.73	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
540	5.90	104.86	48.07	56.79	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
541	5.91	105.02	48.17	56.85	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
542	5.92	105.17	48.27	56.91	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
543	5.93	105.33	48.36	56.97	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
544	5.94	105.49	48.46	57.03	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.260	No
545	5.95	105.64	48.56	57.09	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
546	5.96	105.80	48.66	57.14	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
547	5.97	105.96	48.76	57.20	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
548	5.98	106.12	48.85	57.26	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
549	5.99	106.27	48.95	57.32	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.261	No
550	6.00	106.43	49.05	57.38	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
551	6.01	106.58	49.15	57.44	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
552	6.02	106.74	49.25	57.49	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
553	6.03	106.90	49.34	57.55	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
554	6.04	107.05	49.44	57.61	0.90	0.293	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
555	6.05	107.21	49.54	57.67	0.90	0.294	1.43	0.205	1.05	1.00	0.262	No
556	6.06	107.37	49.64	57.73	0.90	0.294	1.43	0.205	1.04	1.00	0.262	No
557	6.07	107.52	49.74	57.79	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
558	6.08	107.68	49.83	57.85	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
559	6.09	107.84	49.93	57.90	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
560	6.10	107.99	50.03	57.96	0.90	0.294	1.43	0.206	1.04	1.00	0.262	No
561	6.11	108.15	50.13	58.02	0.90	0.294	1.43	0.206	1.05	1.00	0.262	No
562	6.12	108.32	50.23	58.09	0.90	0.294	1.43	0.206	1.05	1.00	0.260	No
563	6.13	108.48	50.33	58.16	0.90	0.294	1.43	0.206	1.05	1.00	0.260	No
564	6.14	108.65	50.42	58.23	0.90	0.294	1.43	0.206	1.06	1.00	0.247	No
565	6.15	108.82	50.52	58.30	0.90	0.294	1.43	0.206	1.08	1.00	0.214	No
566	6.16	109.00	50.62	58.38	0.90	0.294	1.43	0.206	1.06	1.00	0.239	No
567	6.17	109.17	50.72	58.45	0.90	0.294	1.43	0.206	1.07	1.00	0.224	No
568	6.18	109.34	50.82	58.53	0.90	0.294	1.43	0.206	1.08	1.00	0.214	No

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
σ_v: Total overburden pressure at test point (kPa)
u_0: Water pressure at test point (kPa)
σ_v': Effective overburden pressure based on GWT during earthquake (kPa)
r_d: Nonlinear shear mass factor
CSR: Cyclic Stress Ratio
MSF: Magnitude Scaling Factor
CSR_{eq}: CSR adjusted for M=7.5
K_σ: Effective overburden stress factor
CSR^*: CSR fully adjusted

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
1	0.51	4.97	0.00	1.67	0.58	1.70	68.29	0.00	68.29	4.000	No	No	2.00
2	0.52	5.71	0.00	1.64	0.47	1.70	113.42	0.00	113.42	4.000	No	No	2.00
3	0.53	6.30	0.00	1.63	0.49	1.70	105.87	0.00	105.87	4.000	No	No	2.00
4	0.54	5.46	6.47	1.79	0.50	1.70	97.65	0.97	98.62	4.000	No	No	2.00
5	0.55	4.92	16.16	1.91	0.51	1.70	71.47	23.79	95.27	4.000	No	No	2.00
6	0.56	4.43	25.70	2.03	0.45	1.70	78.52	45.05	123.57	4.000	No	No	2.00
7	0.57	4.34	29.22	2.08	0.45	1.70	72.98	49.09	122.07	4.000	No	No	2.00
8	0.58	4.04	35.54	2.16	0.45	1.70	67.11	54.59	121.70	4.000	No	No	2.00
9	0.59	3.77	41.17	2.23	0.45	1.70	63.25	57.98	121.23	4.000	No	No	2.00
10	0.60	3.54	46.34	2.29	0.46	1.70	59.23	59.97	119.19	4.000	No	No	2.00
11	0.61	3.34	51.04	2.35	0.46	1.70	55.53	61.15	116.69	4.000	No	No	2.00
12	0.62	3.19	54.86	2.40	0.47	1.70	53.19	61.98	115.16	4.000	No	No	2.00
13	0.63	3.08	57.77	2.43	0.47	1.70	51.68	62.53	114.21	4.000	No	No	2.00
14	0.64	3.01	59.67	2.46	0.47	1.70	50.33	62.73	113.06	4.000	No	No	2.00
15	0.65	2.94	61.17	2.48	0.47	1.70	49.49	62.92	112.41	4.000	No	No	2.00
16	0.66	2.88	62.22	2.49	0.47	1.70	48.32	62.87	111.19	4.000	No	No	2.00
17	0.67	2.81	63.56	2.51	0.48	1.70	47.31	62.93	110.25	4.000	No	No	2.00
18	0.68	2.78	64.22	2.52	0.48	1.70	45.97	62.71	108.68	4.000	No	No	2.00
19	0.69	2.80	63.89	2.51	0.48	1.70	46.64	62.82	109.47	4.000	No	No	2.00
20	0.70	2.91	61.50	2.48	0.48	1.70	48.15	62.63	110.79	4.000	No	No	2.00
21	0.71	3.06	58.49	2.44	0.47	1.70	51.84	62.80	114.64	4.000	No	No	2.00
22	0.72	3.21	55.53	2.41	0.46	1.70	54.19	62.49	116.68	4.000	No	No	2.00
23	0.73	3.35	52.91	2.37	0.46	1.70	55.70	61.94	117.64	4.000	No	No	2.00
24	0.74	3.47	50.09	2.34	0.46	1.70	58.55	61.56	120.11	4.000	No	No	2.00
25	0.75	3.61	46.88	2.30	0.45	1.70	60.40	60.54	120.94	4.000	No	No	2.00
26	0.76	3.72	43.93	2.26	0.45	1.70	62.75	59.55	122.30	4.000	No	No	2.00
27	0.77	3.81	41.82	2.24	0.45	1.70	64.09	58.60	122.70	4.000	No	No	2.00
28	0.78	3.84	40.97	2.22	0.45	1.70	64.93	58.25	123.18	4.000	No	No	2.00
29	0.79	3.84	41.42	2.23	0.45	1.70	64.43	58.43	122.86	4.000	No	No	2.00
30	0.80	3.81	42.28	2.24	0.45	1.70	63.92	58.85	122.78	4.000	No	No	2.00
31	0.81	3.75	43.64	2.26	0.45	1.70	63.59	59.59	123.18	4.000	No	No	2.00
32	0.82	3.71	44.62	2.27	0.45	1.70	61.41	59.60	121.01	4.000	No	No	2.00
33	0.83	3.67	45.76	2.28	0.45	1.70	61.74	60.31	122.05	4.000	No	No	2.00
34	0.84	3.66	46.83	2.30	0.45	1.70	61.41	60.77	122.18	4.000	No	No	2.00
35	0.85	3.68	47.47	2.31	0.45	1.70	61.24	61.05	122.29	4.000	No	No	2.00
36	0.86	3.74	47.45	2.31	0.45	1.70	62.58	61.39	123.97	4.000	No	No	2.00
37	0.87	3.81	46.61	2.30	0.45	1.70	64.26	61.40	125.66	4.000	No	No	2.00
38	0.88	3.81	47.38	2.30	0.44	1.70	64.93	61.96	126.89	4.000	No	No	2.00
39	0.89	3.79	48.62	2.32	0.45	1.70	62.41	61.91	124.32	4.000	No	No	2.00
40	0.90	3.79	49.65	2.33	0.45	1.70	63.42	62.65	126.07	4.000	No	No	2.00
41	0.91	3.81	49.73	2.33	0.44	1.70	64.93	63.08	128.01	4.000	No	No	2.00
42	0.92	3.91	48.40	2.32	0.45	1.70	63.59	62.11	125.70	4.000	No	No	2.00
43	0.93	4.04	46.27	2.29	0.44	1.70	68.12	62.22	130.33	4.000	No	No	2.00
44	0.94	4.20	43.62	2.26	0.43	1.70	71.47	61.56	133.04	4.000	No	No	2.00
45	0.95	4.30	41.72	2.23	0.43	1.70	71.98	60.48	132.46	4.000	No	No	2.00
46	0.96	4.34	41.16	2.23	0.43	1.70	73.15	60.39	133.55	4.000	No	No	2.00
47	0.97	4.40	40.97	2.22	0.43	1.70	73.32	60.30	133.62	4.000	No	No	2.00
48	0.98	4.46	41.38	2.23	0.43	1.70	75.00	61.00	135.99	4.000	No	No	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
49	0.99	4.52	41.61	2.23	0.42	1.70	76.00	61.40	137.40	4.000	No	No	2.00
50	1.00	4.61	41.74	2.23	0.42	1.70	76.67	61.65	138.33	4.000	No	No	2.00
51	1.01	4.67	42.62	2.25	0.42	1.70	79.19	62.86	142.05	0.244	No	No	2.00
52	1.02	4.69	44.25	2.27	0.42	1.70	79.02	63.85	142.87	0.248	No	No	2.00
53	1.03	4.67	46.52	2.29	0.42	1.70	78.02	64.90	142.92	0.248	No	No	2.00
54	1.04	4.66	48.43	2.32	0.41	1.70	78.02	65.90	143.92	0.253	No	No	2.00
55	1.05	4.72	50.17	2.34	0.41	1.70	78.69	66.93	145.61	0.262	No	No	2.00
56	1.06	4.80	51.78	2.36	0.40	1.70	81.20	68.34	149.54	0.286	No	No	2.00
57	1.07	4.88	53.50	2.38	0.40	1.70	81.88	69.26	151.13	0.297	No	No	2.00
58	1.08	4.92	55.16	2.40	0.40	1.70	82.38	70.07	152.45	0.306	No	No	2.00
59	1.09	4.95	57.05	2.43	0.40	1.70	83.22	71.02	154.23	0.320	No	No	2.00
60	1.10	4.96	59.25	2.45	0.39	1.70	83.55	71.89	155.44	0.329	No	No	2.00
61	1.11	4.93	61.73	2.48	0.39	1.70	82.88	72.51	155.39	0.329	No	No	2.00
62	1.12	4.90	64.04	2.51	0.40	1.70	82.04	72.96	155.00	0.326	No	No	2.00
63	1.13	4.89	65.96	2.54	0.39	1.70	82.04	73.50	155.54	0.330	No	No	2.00
64	1.14	4.90	67.51	2.56	0.39	1.70	82.38	74.00	156.38	0.337	No	No	2.00
65	1.15	4.92	68.50	2.57	0.39	1.70	82.38	74.25	156.63	0.340	No	No	2.00
66	1.16	4.96	69.08	2.58	0.39	1.70	83.22	74.64	157.85	0.351	No	No	2.00
67	1.17	5.01	69.15	2.58	0.39	1.70	84.22	74.95	159.17	0.363	No	No	2.00
68	1.18	5.06	69.04	2.58	0.39	1.70	84.90	75.11	160.01	0.372	No	No	2.00
69	1.19	5.11	68.68	2.57	0.39	1.70	85.90	75.32	161.22	0.385	No	No	2.00
70	1.20	5.16	68.15	2.56	0.38	1.70	86.91	75.47	162.38	0.398	No	No	2.00
71	1.21	5.21	67.45	2.56	0.38	1.70	87.58	75.49	163.07	0.406	No	No	2.00
72	1.22	5.26	66.51	2.54	0.38	1.70	88.25	75.43	163.68	0.413	No	No	2.00
73	1.23	5.32	65.29	2.53	0.38	1.70	89.26	75.38	164.64	0.425	No	No	2.00
74	1.24	5.41	63.92	2.51	0.38	1.70	90.77	75.41	166.18	0.446	No	No	2.00
75	1.25	5.48	62.73	2.50	0.37	1.70	92.61	75.58	168.19	0.475	No	No	2.00
76	1.26	5.53	61.93	2.49	0.37	1.70	92.95	75.42	168.36	0.478	No	No	2.00
77	1.27	5.55	61.29	2.48	0.37	1.70	92.95	75.21	168.16	0.474	No	No	2.00
78	1.28	5.58	60.73	2.47	0.37	1.70	93.62	75.21	168.83	0.485	No	No	2.00
79	1.29	5.63	60.21	2.47	0.37	1.70	94.63	75.32	169.94	0.503	No	No	2.00
80	1.30	5.66	60.04	2.46	0.37	1.70	95.30	75.45	170.75	0.517	No	No	2.00
81	1.31	5.66	60.06	2.46	0.37	1.70	95.13	75.41	170.54	0.513	No	No	2.00
82	1.32	5.65	60.23	2.47	0.37	1.70	94.96	75.42	170.38	0.510	No	No	2.00
83	1.33	5.64	60.42	2.47	0.37	1.70	94.79	75.44	170.23	0.508	No	No	2.00
84	1.34	5.64	60.62	2.47	0.37	1.70	94.46	75.41	169.87	0.502	No	No	2.00
85	1.35	5.64	60.79	2.47	0.37	1.70	94.79	75.56	170.36	0.510	No	No	2.00
86	1.36	5.65	60.98	2.47	0.37	1.70	95.13	75.72	170.85	0.519	No	No	2.00
87	1.37	5.65	61.23	2.48	0.37	1.70	94.79	75.71	170.50	0.513	No	No	2.00
88	1.38	5.63	61.59	2.48	0.37	1.70	94.63	75.78	170.41	0.511	No	No	2.00
89	1.39	5.62	61.93	2.49	0.37	1.70	94.29	75.79	170.08	0.505	No	No	2.00
90	1.40	5.60	62.18	2.49	0.37	1.70	93.96	75.78	169.74	0.500	No	No	2.00
91	1.41	5.57	62.43	2.49	0.37	1.70	93.62	75.77	169.39	0.494	No	No	2.00
92	1.42	5.53	62.81	2.50	0.37	1.70	92.95	75.69	168.64	0.482	No	No	2.00
93	1.43	5.47	63.43	2.51	0.38	1.70	92.11	75.65	167.76	0.468	No	No	2.00
94	1.44	5.40	64.11	2.51	0.38	1.70	90.60	75.42	166.02	0.443	No	No	2.00
95	1.45	5.30	64.88	2.52	0.38	1.70	89.09	75.22	164.30	0.421	No	No	2.00
96	1.46	5.19	65.80	2.54	0.38	1.70	87.24	74.95	162.19	0.395	No	No	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
97	1.47	5.08	66.95	2.55	0.39	1.70	85.23	74.68	159.91	0.371	No	No	2.00
98	1.48	4.96	68.14	2.56	0.39	1.70	83.22	74.40	157.62	0.348	No	No	2.00
99	1.49	4.85	69.31	2.58	0.39	1.70	81.54	74.21	155.74	0.332	No	No	2.00
100	1.50	4.75	70.51	2.59	0.40	1.70	79.69	73.95	153.65	0.315	No	No	2.00
101	1.51	4.67	71.38	2.60	0.40	1.70	77.85	0.00	77.85	4.000	No	Yes	2.00
102	1.52	4.64	71.83	2.61	0.40	1.70	77.85	0.00	77.85	4.000	No	Yes	2.00
103	1.53	4.57	71.16	2.60	0.40	1.70	77.85	0.00	77.85	4.000	No	Yes	2.00
104	1.54	4.51	70.37	2.59	0.41	1.70	74.66	72.45	147.11	0.271	No	No	1.88
105	1.55	4.44	69.35	2.58	0.41	1.70	74.49	72.17	146.66	0.268	No	No	1.85
106	1.56	4.44	68.92	2.57	0.41	1.70	74.66	72.11	146.77	0.269	No	No	1.85
107	1.57	4.44	68.52	2.57	0.41	1.70	74.66	72.02	146.68	0.268	No	No	1.84
108	1.58	4.40	68.49	2.57	0.41	1.70	74.33	71.91	146.24	0.266	No	No	1.82
109	1.59	4.34	68.87	2.57	0.41	1.70	72.82	71.57	144.38	0.256	No	No	1.73
110	1.60	4.23	69.72	2.58	0.42	1.70	71.47	71.38	142.85	0.248	No	No	1.66
111	1.61	4.14	70.46	2.59	0.42	1.70	68.96	70.81	139.76	0.234	No	No	1.54
112	1.62	4.06	71.14	2.60	0.42	1.70	68.29	0.00	68.29	4.000	No	Yes	2.00
113	1.63	4.03	71.42	2.61	0.42	1.70	67.45	0.00	67.45	4.000	No	Yes	2.00
114	1.64	3.97	71.67	2.61	0.42	1.70	67.11	0.00	67.11	4.000	No	Yes	2.00
115	1.65	3.92	71.92	2.61	0.43	1.70	65.60	0.00	65.60	4.000	No	Yes	2.00
116	1.66	3.83	72.44	2.62	0.43	1.70	64.59	0.00	64.59	4.000	No	Yes	2.00
117	1.67	3.74	73.25	2.63	0.43	1.70	62.58	0.00	62.58	4.000	No	Yes	2.00
118	1.68	3.64	74.58	2.64	0.44	1.70	61.41	0.00	61.41	4.000	No	Yes	2.00
119	1.69	3.57	75.77	2.66	0.44	1.70	59.23	0.00	59.23	4.000	No	Yes	2.00
120	1.70	3.54	76.35	2.67	0.44	1.70	58.89	0.00	58.89	4.000	No	Yes	2.00
121	1.71	3.58	76.18	2.66	0.44	1.70	60.23	0.00	60.23	4.000	No	Yes	2.00
122	1.72	3.64	75.66	2.66	0.44	1.70	60.90	0.00	60.90	4.000	No	Yes	2.00
123	1.73	3.69	75.34	2.65	0.43	1.70	62.08	0.00	62.08	4.000	No	Yes	2.00
124	1.74	3.75	75.02	2.65	0.43	1.70	62.92	0.00	62.92	4.000	No	Yes	2.00
125	1.75	3.77	74.98	2.65	0.43	1.70	63.59	0.00	63.59	4.000	No	Yes	2.00
126	1.76	3.77	75.17	2.65	0.43	1.70	63.42	0.00	63.42	4.000	No	Yes	2.00
127	1.77	3.74	75.64	2.66	0.43	1.70	62.92	0.00	62.92	4.000	No	Yes	2.00
128	1.78	3.72	75.85	2.66	0.43	1.70	62.25	0.00	62.25	4.000	No	Yes	2.00
129	1.79	3.73	75.52	2.66	0.43	1.70	62.41	0.00	62.41	4.000	No	Yes	2.00
130	1.80	3.75	74.98	2.65	0.43	1.70	63.25	0.00	63.25	4.000	No	Yes	2.00
131	1.81	3.76	74.30	2.64	0.43	1.70	63.08	0.00	63.08	4.000	No	Yes	2.00
132	1.82	3.77	73.71	2.63	0.43	1.70	63.08	0.00	63.08	4.000	No	Yes	2.00
133	1.83	3.79	72.80	2.62	0.43	1.70	63.42	0.00	63.42	4.000	No	Yes	2.00
134	1.84	3.55	74.01	2.64	0.43	1.70	64.26	0.00	64.26	4.000	No	Yes	2.00
135	1.85	3.58	72.42	2.62	0.46	1.70	51.00	0.00	51.00	4.000	No	Yes	2.00
136	1.86	3.62	70.63	2.60	0.43	1.70	65.10	69.72	134.82	0.214	No	No	1.32
137	1.87	3.95	66.75	2.55	0.43	1.70	66.27	69.16	135.43	0.216	No	No	1.33
138	1.88	3.98	65.43	2.53	0.43	1.70	67.28	69.12	136.40	0.220	No	No	1.36
139	1.89	3.97	64.49	2.52	0.43	1.70	66.94	68.77	135.72	0.217	No	No	1.33
140	1.90	3.93	63.90	2.51	0.43	1.70	65.43	68.18	133.62	0.209	No	No	1.28
141	1.91	3.89	63.47	2.51	0.43	1.70	65.27	68.02	133.28	0.208	No	No	1.26
142	1.92	3.88	62.83	2.50	0.43	1.70	64.93	67.75	132.68	0.206	No	No	1.25
143	1.93	3.89	62.25	2.49	0.43	1.70	65.27	67.68	132.95	0.207	No	No	1.25
144	1.94	3.91	61.88	2.49	0.43	1.70	65.77	67.72	133.48	0.209	No	No	1.26

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
145	1.95	3.91	62.16	2.49	0.43	1.70	65.77	67.80	133.56	0.209	No	No	1.26
146	1.96	3.89	62.77	2.50	0.43	1.70	65.27	67.83	133.09	0.208	No	No	1.25
147	1.97	3.89	63.34	2.50	0.43	1.70	65.10	67.94	133.04	0.207	No	No	1.25
148	1.98	3.92	63.94	2.51	0.43	1.70	65.77	68.29	134.06	0.211	No	No	1.27
149	1.99	3.95	64.41	2.52	0.43	1.70	66.44	68.61	135.05	0.215	No	No	1.29
150	2.00	3.97	65.12	2.53	0.43	1.70	66.94	68.94	135.88	0.218	No	No	1.32
151	2.01	3.96	65.80	2.53	0.43	1.70	66.61	69.02	135.63	0.217	No	No	1.31
152	2.02	3.92	66.68	2.55	0.43	1.70	65.94	69.05	134.98	0.214	No	No	1.29
153	2.03	3.88	67.55	2.56	0.43	1.70	65.10	69.02	134.11	0.211	No	No	1.26
154	2.04	3.83	68.61	2.57	0.43	1.70	64.59	69.12	133.71	0.210	No	No	1.25
155	2.05	3.78	69.80	2.58	0.43	1.70	63.42	69.05	132.47	0.206	No	No	1.22
156	2.06	3.71	71.11	2.60	0.44	1.70	62.25	0.00	62.25	4.000	No	Yes	2.00
157	2.07	3.65	72.24	2.62	0.44	1.70	61.24	0.00	61.24	4.000	No	Yes	2.00
158	2.08	3.61	73.03	2.63	0.44	1.70	60.40	0.00	60.40	4.000	No	Yes	2.00
159	2.09	3.57	73.68	2.63	0.44	1.70	60.23	0.00	60.23	4.000	No	Yes	2.00
160	2.10	3.56	73.94	2.64	0.44	1.70	59.39	0.00	59.39	4.000	No	Yes	2.00
161	2.11	3.55	74.01	2.64	0.44	1.70	59.56	0.00	59.56	4.000	No	Yes	2.00
162	2.12	3.57	73.59	2.63	0.44	1.70	59.73	0.00	59.73	4.000	No	Yes	2.00
163	2.13	3.60	72.94	2.62	0.44	1.70	60.40	0.00	60.40	4.000	No	Yes	2.00
164	2.14	3.65	72.18	2.61	0.44	1.70	61.41	0.00	61.41	4.000	No	Yes	2.00
165	2.15	3.75	70.67	2.60	0.44	1.70	62.08	68.85	130.92	0.201	No	No	1.16
166	2.16	3.86	69.09	2.58	0.43	1.70	65.43	69.47	134.91	0.214	No	No	1.26
167	2.17	3.96	67.68	2.56	0.43	1.70	66.85	69.55	136.40	0.220	No	No	1.30
168	2.18	3.94	67.75	2.56	0.43	1.70	66.77	69.55	136.32	0.219	No	No	1.30
169	2.19	3.85	68.83	2.57	0.43	1.70	64.76	69.22	133.98	0.211	No	No	1.23
170	2.20	3.75	70.21	2.59	0.44	1.70	62.41	68.85	131.26	0.202	No	No	1.16
171	2.21	3.65	71.80	2.61	0.44	1.70	61.91	0.00	61.91	4.000	No	Yes	2.00
172	2.22	3.60	72.95	2.62	0.44	1.70	59.73	0.00	59.73	4.000	No	Yes	2.00
173	2.23	3.54	74.09	2.64	0.44	1.70	59.39	0.00	59.39	4.000	No	Yes	2.00
174	2.24	3.49	74.92	2.65	0.44	1.70	58.89	0.00	58.89	4.000	No	Yes	2.00
175	2.25	3.44	75.66	2.66	0.45	1.70	57.55	0.00	57.55	4.000	No	Yes	2.00
176	2.26	3.36	76.68	2.67	0.45	1.70	56.71	0.00	56.71	4.000	No	Yes	2.00
177	2.27	3.21	78.49	2.69	0.45	1.70	54.70	0.00	54.70	4.000	No	Yes	2.00
178	2.28	3.05	80.64	2.72	0.46	1.70	50.00	0.00	50.00	4.000	No	Yes	2.00
179	2.29	2.86	83.41	2.76	0.47	1.70	48.66	0.00	48.66	4.000	No	Yes	2.00
180	2.30	2.72	85.84	2.79	0.47	1.70	45.47	0.00	45.47	4.000	No	Yes	2.00
181	2.31	2.56	88.97	2.82	0.48	1.70	42.95	0.00	42.95	4.000	No	Yes	2.00
182	2.32	2.41	91.79	2.86	0.49	1.70	40.27	0.00	40.27	4.000	No	Yes	2.00
183	2.33	2.28	93.75	2.88	0.49	1.70	38.09	0.00	38.09	4.000	No	Yes	2.00
184	2.34	2.21	94.14	2.89	0.50	1.70	36.24	0.00	36.24	4.000	No	Yes	2.00
185	2.35	2.19	93.15	2.88	0.50	1.70	36.74	0.00	36.74	4.000	No	Yes	2.00
186	2.36	2.21	91.83	2.86	0.49	1.70	37.25	0.00	37.25	4.000	No	Yes	2.00
187	2.37	2.24	90.17	2.84	0.49	1.70	37.08	0.00	37.08	4.000	No	Yes	2.00
188	2.38	2.28	88.30	2.82	0.49	1.70	38.25	0.00	38.25	4.000	No	Yes	2.00
189	2.39	2.39	84.65	2.77	0.49	1.70	39.26	0.00	39.26	4.000	No	Yes	2.00
190	2.40	2.53	80.74	2.72	0.48	1.70	42.78	0.00	42.78	4.000	No	Yes	2.00
191	2.41	2.68	76.70	2.67	0.48	1.70	45.13	0.00	45.13	4.000	No	Yes	2.00
192	2.42	2.78	74.13	2.64	0.47	1.70	46.98	0.00	46.98	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
193	2.43	2.84	72.49	2.62	0.47	1.70	47.82	0.00	47.82	4.000	No	Yes	2.00
194	2.44	2.86	71.66	2.61	0.47	1.70	48.15	0.00	48.15	4.000	No	Yes	2.00
195	2.45	2.82	71.94	2.61	0.47	1.70	47.82	0.00	47.82	4.000	No	Yes	2.00
196	2.46	2.75	72.93	2.62	0.48	1.70	45.64	0.00	45.64	4.000	No	Yes	2.00
197	2.47	2.67	74.49	2.64	0.48	1.70	44.63	0.00	44.63	4.000	No	Yes	2.00
198	2.48	2.64	75.49	2.66	0.48	1.70	44.13	0.00	44.13	4.000	No	Yes	2.00
199	2.49	2.63	75.97	2.66	0.48	1.70	43.96	0.00	43.96	4.000	No	Yes	2.00
200	2.50	2.62	76.09	2.66	0.48	1.70	43.96	0.00	43.96	4.000	No	Yes	2.00
201	2.51	2.64	75.54	2.66	0.48	1.70	43.96	0.00	43.96	4.000	No	Yes	2.00
202	2.52	2.63	76.13	2.66	0.48	1.70	44.96	0.00	44.96	4.000	No	Yes	2.00
203	2.53	2.60	77.27	2.68	0.48	1.70	43.29	0.00	43.29	4.000	No	Yes	2.00
204	2.54	2.53	79.57	2.71	0.48	1.70	42.45	0.00	42.45	4.000	No	Yes	2.00
205	2.55	2.47	81.30	2.73	0.49	1.70	41.44	0.00	41.44	4.000	No	Yes	2.00
206	2.56	2.43	82.62	2.75	0.49	1.70	40.43	0.00	40.43	4.000	No	Yes	2.00
207	2.57	2.40	83.44	2.76	0.49	1.70	40.10	0.00	40.10	4.000	No	Yes	2.00
208	2.58	2.35	84.33	2.77	0.49	1.70	39.93	0.00	39.93	4.000	No	Yes	2.00
209	2.59	2.28	85.79	2.78	0.49	1.70	38.09	0.00	38.09	4.000	No	Yes	2.00
210	2.60	2.16	88.16	2.81	0.50	1.70	36.41	0.00	36.41	4.000	No	Yes	2.00
211	2.61	2.02	91.43	2.86	0.50	1.70	34.23	0.00	34.23	4.000	No	Yes	2.00
212	2.62	1.90	94.55	2.89	0.51	1.70	31.04	0.00	31.04	4.000	No	Yes	2.00
213	2.63	1.81	97.05	2.93	0.51	1.70	30.20	0.00	30.20	4.000	No	Yes	2.00
214	2.64	1.76	98.25	2.94	0.52	1.70	29.53	0.00	29.53	4.000	No	Yes	2.00
215	2.65	1.73	98.86	2.95	0.52	1.70	28.86	0.00	28.86	4.000	No	Yes	2.00
216	2.66	1.70	99.15	2.95	0.52	1.70	28.52	0.00	28.52	4.000	No	Yes	2.00
217	2.67	1.67	98.94	2.95	0.52	1.70	27.85	0.00	27.85	4.000	No	Yes	2.00
218	2.68	1.69	97.14	2.93	0.52	1.70	27.52	0.00	27.52	4.000	No	Yes	2.00
219	2.69	1.75	94.34	2.89	0.52	1.70	29.36	0.00	29.36	4.000	No	Yes	2.00
220	2.70	1.83	90.86	2.85	0.51	1.70	30.70	0.00	30.70	4.000	No	Yes	2.00
221	2.71	1.90	88.22	2.82	0.51	1.70	31.88	0.00	31.88	4.000	No	Yes	2.00
222	2.72	1.92	86.59	2.79	0.51	1.70	32.55	0.00	32.55	4.000	No	Yes	2.00
223	2.73	1.91	85.73	2.78	0.51	1.70	31.88	0.00	31.88	4.000	No	Yes	2.00
224	2.74	1.83	86.63	2.80	0.51	1.70	31.21	0.00	31.21	4.000	No	Yes	2.00
225	2.75	1.76	87.75	2.81	0.52	1.70	28.86	0.00	28.86	4.000	No	Yes	2.00
226	2.76	1.69	89.03	2.83	0.52	1.70	28.02	0.00	28.02	4.000	No	Yes	2.00
227	2.77	1.66	89.76	2.83	0.52	1.70	27.85	0.00	27.85	4.000	No	Yes	2.00
228	2.78	1.65	90.56	2.84	0.52	1.70	27.52	0.00	27.52	4.000	No	Yes	2.00
229	2.79	1.63	91.34	2.85	0.52	1.70	27.18	0.00	27.18	4.000	No	Yes	2.00
230	2.80	1.66	89.98	2.84	0.53	1.70	27.01	0.00	27.01	4.000	No	Yes	2.00
231	2.81	1.71	87.51	2.81	0.52	1.70	28.69	0.00	28.69	4.000	No	Yes	2.00
232	2.82	1.79	84.04	2.76	0.52	1.70	29.53	0.00	29.53	4.000	No	Yes	2.00
233	2.83	1.88	81.47	2.73	0.52	1.70	31.04	0.00	31.04	4.000	No	Yes	2.00
234	2.84	1.97	79.44	2.71	0.51	1.70	33.22	0.00	33.22	4.000	No	Yes	2.00
235	2.85	2.04	78.06	2.69	0.51	1.70	34.06	0.00	34.06	4.000	No	Yes	2.00
236	2.86	2.14	75.87	2.66	0.51	1.70	34.84	0.00	34.84	4.000	No	Yes	2.00
237	2.87	2.23	73.67	2.63	0.50	1.68	37.66	0.00	37.66	4.000	No	Yes	2.00
238	2.88	2.30	71.60	2.61	0.50	1.68	38.09	0.00	38.09	4.000	No	Yes	2.00
239	2.89	2.27	71.61	2.61	0.50	1.68	38.05	0.00	38.05	4.000	No	Yes	2.00
240	2.90	2.21	72.69	2.62	0.50	1.68	36.22	0.00	36.22	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
241	2.91	2.11	74.93	2.65	0.51	1.69	34.97	0.00	34.97	4.000	No	Yes	2.00
242	2.92	2.02	77.61	2.68	0.51	1.69	33.55	0.00	33.55	4.000	No	Yes	2.00
243	2.93	1.89	81.72	2.73	0.51	1.69	31.92	0.00	31.92	4.000	No	Yes	2.00
244	2.94	1.76	86.09	2.79	0.52	1.70	28.69	0.00	28.69	4.000	No	Yes	2.00
245	2.95	1.64	90.54	2.84	0.52	1.70	27.35	0.00	27.35	4.000	No	Yes	2.00
246	2.96	1.55	94.29	2.89	0.53	1.70	26.17	0.00	26.17	4.000	No	Yes	2.00
247	2.97	1.48	97.39	2.93	0.53	1.70	24.16	0.00	24.16	4.000	No	Yes	2.00
248	2.98	1.39	100.00	2.97	0.53	1.70	23.49	0.00	23.49	4.000	No	Yes	2.00
249	2.99	1.32	100.00	3.00	0.54	1.70	21.98	0.00	21.98	4.000	No	Yes	2.00
250	3.00	1.27	100.00	3.02	0.54	1.70	20.64	0.00	20.64	4.000	No	Yes	2.00
251	3.01	1.25	100.00	3.02	0.54	1.70	20.80	0.00	20.80	4.000	No	Yes	2.00
252	3.02	1.25	100.00	3.01	0.54	1.70	20.97	0.00	20.97	4.000	No	Yes	2.00
253	3.03	1.23	100.00	3.01	0.54	1.70	20.47	0.00	20.47	4.000	No	Yes	2.00
254	3.04	1.21	100.00	3.02	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
255	3.05	1.19	100.00	3.02	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
256	3.06	1.19	100.00	3.00	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
257	3.07	1.19	100.00	2.99	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
258	3.08	1.18	100.00	2.98	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
259	3.09	1.17	100.00	2.96	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
260	3.10	1.18	98.63	2.95	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
261	3.11	1.24	96.05	2.91	0.55	1.70	20.13	0.00	20.13	4.000	No	Yes	2.00
262	3.12	1.32	92.44	2.87	0.54	1.70	21.81	0.00	21.81	4.000	No	Yes	2.00
263	3.13	1.44	87.94	2.81	0.54	1.69	23.59	0.00	23.59	4.000	No	Yes	2.00
264	3.14	1.56	83.46	2.76	0.53	1.68	25.60	0.00	25.60	4.000	No	Yes	2.00
265	3.15	1.69	79.03	2.70	0.53	1.68	27.44	0.00	27.44	4.000	No	Yes	2.00
266	3.16	1.77	76.58	2.67	0.52	1.66	29.71	0.00	29.71	4.000	No	Yes	2.00
267	3.17	1.80	75.88	2.66	0.52	1.66	29.54	0.00	29.54	4.000	No	Yes	2.00
268	3.18	1.73	78.13	2.69	0.52	1.66	28.88	0.00	28.88	4.000	No	Yes	2.00
269	3.19	1.62	81.44	2.73	0.53	1.67	26.40	0.00	26.40	4.000	No	Yes	2.00
270	3.20	1.51	85.55	2.78	0.53	1.68	24.66	0.00	24.66	4.000	No	Yes	2.00
271	3.21	1.43	89.24	2.83	0.54	1.68	23.53	0.00	23.53	4.000	No	Yes	2.00
272	3.22	1.39	91.84	2.86	0.54	1.68	22.57	0.00	22.57	4.000	No	Yes	2.00
273	3.23	1.36	93.41	2.88	0.54	1.68	22.38	0.00	22.38	4.000	No	Yes	2.00
274	3.24	1.38	93.10	2.88	0.54	1.68	22.36	0.00	22.36	4.000	No	Yes	2.00
275	3.25	1.41	92.43	2.87	0.54	1.67	23.26	0.00	23.26	4.000	No	Yes	2.00
276	3.26	1.44	91.75	2.86	0.54	1.67	23.55	0.00	23.55	4.000	No	Yes	2.00
277	3.27	1.46	91.86	2.86	0.54	1.67	23.68	0.00	23.68	4.000	No	Yes	2.00
278	3.28	1.47	92.02	2.86	0.53	1.66	23.96	0.00	23.96	4.000	No	Yes	2.00
279	3.29	1.48	92.38	2.87	0.53	1.66	24.24	0.00	24.24	4.000	No	Yes	2.00
280	3.30	1.49	92.27	2.87	0.53	1.66	23.91	0.00	23.91	4.000	No	Yes	2.00
281	3.31	1.51	91.87	2.86	0.53	1.65	24.49	0.00	24.49	4.000	No	Yes	2.00
282	3.32	1.54	90.83	2.85	0.53	1.65	24.93	0.00	24.93	4.000	No	Yes	2.00
283	3.33	1.59	89.00	2.83	0.53	1.65	25.36	0.00	25.36	4.000	No	Yes	2.00
284	3.34	1.65	87.16	2.80	0.53	1.64	26.85	0.00	26.85	4.000	No	Yes	2.00
285	3.35	1.71	85.40	2.78	0.52	1.64	27.43	0.00	27.43	4.000	No	Yes	2.00
286	3.36	1.74	84.46	2.77	0.52	1.63	28.01	0.00	28.01	4.000	No	Yes	2.00
287	3.37	1.75	84.66	2.77	0.52	1.63	28.42	0.00	28.42	4.000	No	Yes	2.00
288	3.38	1.72	85.83	2.79	0.52	1.63	27.64	0.00	27.64	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
289	3.39	1.67	87.72	2.81	0.53	1.63	26.71	0.00	26.71	4.000	No	Yes	2.00
290	3.40	1.58	90.44	2.84	0.53	1.63	25.92	0.00	25.92	4.000	No	Yes	2.00
291	3.41	1.49	93.51	2.88	0.54	1.64	23.62	0.00	23.62	4.000	No	Yes	2.00
292	3.42	1.39	96.89	2.92	0.54	1.64	22.37	0.00	22.37	4.000	No	Yes	2.00
293	3.43	1.31	99.85	2.96	0.54	1.64	21.43	0.00	21.43	4.000	No	Yes	2.00
294	3.44	1.25	100.00	2.99	0.55	1.65	19.88	0.00	19.88	4.000	No	Yes	2.00
295	3.45	1.20	100.00	3.02	0.55	1.65	19.39	0.00	19.39	4.000	No	Yes	2.00
296	3.46	1.15	100.00	3.04	0.55	1.65	19.07	0.00	19.07	4.000	No	Yes	2.00
297	3.47	1.10	100.00	3.06	0.55	1.66	17.51	0.00	17.51	4.000	No	Yes	2.00
298	3.48	1.04	100.00	3.08	0.56	1.66	16.87	0.00	16.87	4.000	No	Yes	2.00
299	3.49	1.02	100.00	3.09	0.56	1.66	16.54	0.00	16.54	4.000	No	Yes	2.00
300	3.50	1.02	100.00	3.09	0.56	1.66	16.52	0.00	16.52	4.000	No	Yes	2.00
301	3.51	1.06	100.00	3.04	0.56	1.66	16.50	0.00	16.50	4.000	No	Yes	2.00
302	3.52	1.05	100.00	3.02	0.55	1.64	18.34	0.00	18.34	4.000	No	Yes	2.00
303	3.53	1.04	100.00	3.00	0.56	1.65	16.32	0.00	16.32	4.000	No	Yes	2.00
304	3.54	0.98	100.00	3.04	0.56	1.65	15.68	0.00	15.68	4.000	No	Yes	2.00
305	3.55	0.95	100.00	3.06	0.56	1.65	15.35	0.00	15.35	4.000	No	Yes	2.00
306	3.56	0.92	100.00	3.07	0.56	1.66	14.71	0.00	14.71	4.000	No	Yes	2.00
307	3.57	0.91	100.00	3.08	0.57	1.66	14.39	0.00	14.39	4.000	No	Yes	2.00
308	3.58	0.92	100.00	3.06	0.57	1.65	14.37	0.00	14.37	4.000	No	Yes	2.00
309	3.59	0.95	100.00	3.04	0.56	1.65	15.14	0.00	15.14	4.000	No	Yes	2.00
310	3.60	0.98	100.00	3.01	0.56	1.65	15.43	0.00	15.43	4.000	No	Yes	2.00
311	3.61	1.00	100.00	3.00	0.56	1.64	15.57	0.00	15.57	4.000	No	Yes	2.00
312	3.62	1.01	100.00	2.98	0.56	1.64	15.86	0.00	15.86	4.000	No	Yes	2.00
313	3.63	1.01	100.00	2.97	0.56	1.64	15.85	0.00	15.85	4.000	No	Yes	2.00
314	3.64	1.00	100.00	2.97	0.56	1.64	15.83	0.00	15.83	4.000	No	Yes	2.00
315	3.65	0.99	100.00	2.97	0.56	1.64	15.36	0.00	15.36	4.000	No	Yes	2.00
316	3.66	0.98	100.00	2.97	0.56	1.64	15.19	0.00	15.19	4.000	No	Yes	2.00
317	3.67	0.98	99.35	2.95	0.56	1.64	15.33	0.00	15.33	4.000	No	Yes	2.00
318	3.68	1.03	96.53	2.92	0.56	1.63	15.48	0.00	15.48	4.000	No	Yes	2.00
319	3.69	1.09	92.99	2.87	0.56	1.63	17.00	0.00	17.00	4.000	No	Yes	2.00
320	3.70	1.17	88.57	2.82	0.56	1.62	17.92	0.00	17.92	4.000	No	Yes	2.00
321	3.71	1.26	84.17	2.76	0.55	1.62	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
322	3.72	1.34	80.93	2.72	0.55	1.60	21.53	0.00	21.53	4.000	No	Yes	2.00
323	3.73	1.40	78.72	2.70	0.55	1.60	21.82	0.00	21.82	4.000	No	Yes	2.00
324	3.74	1.44	78.21	2.69	0.54	1.60	22.54	0.00	22.54	4.000	No	Yes	2.00
325	3.75	1.47	77.79	2.68	0.54	1.59	23.26	0.00	23.26	4.000	No	Yes	2.00
326	3.76	1.51	77.58	2.68	0.54	1.59	23.54	0.00	23.54	4.000	No	Yes	2.00
327	3.77	1.51	78.04	2.69	0.54	1.59	23.95	0.00	23.95	4.000	No	Yes	2.00
328	3.78	1.49	79.21	2.70	0.54	1.59	23.49	0.00	23.49	4.000	No	Yes	2.00
329	3.79	1.44	81.83	2.74	0.54	1.59	22.71	0.00	22.71	4.000	No	Yes	2.00
330	3.80	1.36	85.33	2.78	0.54	1.59	21.35	0.00	21.35	4.000	No	Yes	2.00
331	3.81	1.26	90.15	2.84	0.55	1.59	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
332	3.82	1.18	94.92	2.90	0.55	1.60	18.29	0.00	18.29	4.000	No	Yes	2.00
333	3.83	1.11	99.48	2.96	0.55	1.60	17.36	0.00	17.36	4.000	No	Yes	2.00
334	3.84	1.04	100.00	3.02	0.56	1.60	16.59	0.00	16.59	4.000	No	Yes	2.00
335	3.85	0.99	100.00	3.07	0.56	1.61	14.76	0.00	14.76	4.000	No	Yes	2.00
336	3.86	0.96	100.00	3.09	0.57	1.61	14.45	0.00	14.45	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
337	3.87	0.97	100.00	3.07	0.56	1.61	14.73	0.00	14.73	4.000	No	Yes	2.00
338	3.88	0.99	100.00	3.05	0.56	1.60	14.87	0.00	14.87	4.000	No	Yes	2.00
339	3.89	1.00	100.00	3.03	0.56	1.60	15.01	0.00	15.01	4.000	No	Yes	2.00
340	3.90	0.95	100.00	3.05	0.56	1.60	15.15	0.00	15.15	4.000	No	Yes	2.00
341	3.91	1.00	100.00	3.00	0.57	1.61	12.55	0.00	12.55	4.000	No	Yes	2.00
342	3.92	1.08	98.48	2.94	0.55	1.58	17.52	0.00	17.52	4.000	No	Yes	2.00
343	3.93	1.21	91.82	2.86	0.55	1.58	18.41	0.00	18.41	4.000	No	Yes	2.00
344	3.94	1.18	92.30	2.87	0.55	1.58	18.69	0.00	18.69	4.000	No	Yes	2.00
345	3.95	1.09	95.14	2.90	0.56	1.59	16.44	0.00	16.44	4.000	No	Yes	2.00
346	3.96	0.98	99.78	2.96	0.56	1.59	15.06	0.00	15.06	4.000	No	Yes	2.00
347	3.97	0.90	100.00	3.01	0.57	1.59	14.15	0.00	14.15	4.000	No	Yes	2.00
348	3.98	0.83	100.00	3.07	0.57	1.60	12.77	0.00	12.77	4.000	No	Yes	2.00
349	3.99	0.76	100.00	3.13	0.57	1.60	12.00	0.00	12.00	4.000	No	Yes	2.00
350	4.00	0.70	100.00	3.19	0.58	1.60	10.92	0.00	10.92	4.000	No	Yes	2.00
351	4.01	0.66	100.00	3.24	0.58	1.61	9.99	0.00	9.99	4.000	No	Yes	2.00
352	4.02	0.63	100.00	3.26	0.58	1.61	9.68	0.00	9.68	4.000	No	Yes	2.00
353	4.03	0.63	100.00	3.25	0.58	1.61	9.51	0.00	9.51	4.000	No	Yes	2.00
354	4.04	0.63	100.00	3.24	0.58	1.61	9.51	0.00	9.51	4.000	No	Yes	2.00
355	4.05	0.64	100.00	3.22	0.58	1.60	9.65	0.00	9.65	4.000	No	Yes	2.00
356	4.06	0.66	100.00	3.20	0.58	1.60	9.79	0.00	9.79	4.000	No	Yes	2.00
357	4.07	0.67	100.00	3.17	0.58	1.60	10.09	0.00	10.09	4.000	No	Yes	2.00
358	4.08	0.70	100.00	3.13	0.58	1.59	10.39	0.00	10.39	4.000	No	Yes	2.00
359	4.09	0.72	100.00	3.09	0.58	1.59	10.84	0.00	10.84	4.000	No	Yes	2.00
360	4.10	0.74	100.00	3.06	0.58	1.59	11.13	0.00	11.13	4.000	No	Yes	2.00
361	4.11	0.76	100.00	3.02	0.58	1.59	11.12	0.00	11.12	4.000	No	Yes	2.00
362	4.12	0.77	100.00	3.00	0.58	1.58	11.56	0.00	11.56	4.000	No	Yes	2.00
363	4.13	0.78	100.00	2.98	0.58	1.58	11.55	0.00	11.55	4.000	No	Yes	2.00
364	4.14	0.81	99.77	2.96	0.58	1.58	11.85	0.00	11.85	4.000	No	Yes	2.00
365	4.15	0.86	96.72	2.92	0.57	1.58	12.59	0.00	12.59	4.000	No	Yes	2.00
366	4.16	0.91	93.87	2.89	0.57	1.57	13.64	0.00	13.64	4.000	No	Yes	2.00
367	4.17	0.96	91.68	2.86	0.57	1.57	14.08	0.00	14.08	4.000	No	Yes	2.00
368	4.18	1.00	89.89	2.84	0.57	1.56	14.66	0.00	14.66	4.000	No	Yes	2.00
369	4.19	1.05	88.63	2.82	0.56	1.56	15.84	0.00	15.84	4.000	No	Yes	2.00
370	4.20	1.08	88.40	2.82	0.56	1.55	16.27	0.00	16.27	4.000	No	Yes	2.00
371	4.21	1.07	90.19	2.84	0.56	1.55	16.39	0.00	16.39	4.000	No	Yes	2.00
372	4.22	1.03	93.43	2.88	0.56	1.55	15.63	0.00	15.63	4.000	No	Yes	2.00
373	4.23	0.99	96.69	2.92	0.57	1.56	14.44	0.00	14.44	4.000	No	Yes	2.00
374	4.24	0.96	98.97	2.95	0.57	1.55	14.27	0.00	14.27	4.000	No	Yes	2.00
375	4.25	0.95	99.93	2.96	0.57	1.55	14.26	0.00	14.26	4.000	No	Yes	2.00
376	4.26	0.95	100.00	2.97	0.57	1.55	14.10	0.00	14.10	4.000	No	Yes	2.00
377	4.27	0.95	100.00	2.97	0.57	1.55	14.23	0.00	14.23	4.000	No	Yes	2.00
378	4.28	0.96	100.00	2.97	0.57	1.55	14.37	0.00	14.37	4.000	No	Yes	2.00
379	4.29	0.95	100.00	2.98	0.57	1.55	14.35	0.00	14.35	4.000	No	Yes	2.00
380	4.30	0.93	100.00	3.00	0.57	1.55	13.90	0.00	13.90	4.000	No	Yes	2.00
381	4.31	0.90	100.00	3.02	0.57	1.55	13.45	0.00	13.45	4.000	No	Yes	2.00
382	4.32	0.85	100.00	3.06	0.57	1.55	12.99	0.00	12.99	4.000	No	Yes	2.00
383	4.33	0.78	100.00	3.12	0.57	1.55	11.95	0.00	11.95	4.000	No	Yes	2.00
384	4.34	0.70	100.00	3.19	0.58	1.56	10.01	0.00	10.01	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
385	4.35	0.64	100.00	3.24	0.58	1.56	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
386	4.36	0.63	100.00	3.25	0.59	1.56	9.24	0.00	9.24	4.000	No	Yes	2.00
387	4.37	0.63	100.00	3.24	0.58	1.56	9.38	0.00	9.38	4.000	No	Yes	2.00
388	4.38	0.63	100.00	3.22	0.58	1.56	9.52	0.00	9.52	4.000	No	Yes	2.00
389	4.39	0.63	100.00	3.22	0.58	1.56	9.37	0.00	9.37	4.000	No	Yes	2.00
390	4.40	0.62	100.00	3.22	0.59	1.56	9.21	0.00	9.21	4.000	No	Yes	2.00
391	4.41	0.60	100.00	3.23	0.59	1.56	8.90	0.00	8.90	4.000	No	Yes	2.00
392	4.42	0.58	100.00	3.24	0.59	1.56	8.60	0.00	8.60	4.000	No	Yes	2.00
393	4.43	0.56	100.00	3.24	0.59	1.56	8.29	0.00	8.29	4.000	No	Yes	2.00
394	4.44	0.54	100.00	3.23	0.59	1.56	7.98	0.00	7.98	4.000	No	Yes	2.00
395	4.45	0.54	100.00	3.21	0.59	1.56	7.83	0.00	7.83	4.000	No	Yes	2.00
396	4.46	0.54	100.00	3.20	0.59	1.55	7.97	0.00	7.97	4.000	No	Yes	2.00
397	4.47	0.54	100.00	3.19	0.59	1.55	7.97	0.00	7.97	4.000	No	Yes	2.00
398	4.48	0.54	100.00	3.19	0.59	1.55	7.81	0.00	7.81	4.000	No	Yes	2.00
399	4.49	0.54	100.00	3.19	0.59	1.55	7.80	0.00	7.80	4.000	No	Yes	2.00
400	4.50	0.60	100.00	3.15	0.59	1.55	7.80	0.00	7.80	4.000	No	Yes	2.00
401	4.51	0.63	100.00	3.15	0.58	1.54	10.61	0.00	10.61	4.000	No	Yes	2.00
402	4.52	0.65	100.00	3.15	0.59	1.54	9.27	0.00	9.27	4.000	No	Yes	2.00
403	4.53	0.60	100.00	3.18	0.59	1.54	8.82	0.00	8.82	4.000	No	Yes	2.00
404	4.54	0.58	100.00	3.19	0.59	1.54	8.37	0.00	8.37	4.000	No	Yes	2.00
405	4.55	0.56	100.00	3.19	0.59	1.54	8.21	0.00	8.21	4.000	No	Yes	2.00
406	4.56	0.56	100.00	3.19	0.59	1.54	7.91	0.00	7.91	4.000	No	Yes	2.00
407	4.57	0.55	100.00	3.18	0.59	1.54	7.90	0.00	7.90	4.000	No	Yes	2.00
408	4.58	0.57	100.00	3.16	0.59	1.54	7.90	0.00	7.90	4.000	No	Yes	2.00
409	4.59	0.58	100.00	3.14	0.59	1.54	8.34	0.00	8.34	4.000	No	Yes	2.00
410	4.60	0.59	100.00	3.11	0.59	1.53	8.33	0.00	8.33	4.000	No	Yes	2.00
411	4.61	0.59	100.00	3.10	0.59	1.53	8.47	0.00	8.47	4.000	No	Yes	2.00
412	4.62	0.59	100.00	3.09	0.59	1.53	8.32	0.00	8.32	4.000	No	Yes	2.00
413	4.63	0.59	100.00	3.08	0.59	1.53	8.31	0.00	8.31	4.000	No	Yes	2.00
414	4.64	0.58	100.00	3.09	0.59	1.53	8.31	0.00	8.31	4.000	No	Yes	2.00
415	4.65	0.57	100.00	3.10	0.59	1.53	8.00	0.00	8.00	4.000	No	Yes	2.00
416	4.66	0.55	100.00	3.11	0.59	1.53	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
417	4.67	0.54	100.00	3.10	0.59	1.53	7.55	0.00	7.55	4.000	No	Yes	2.00
418	4.68	0.53	100.00	3.10	0.59	1.53	7.40	0.00	7.40	4.000	No	Yes	2.00
419	4.69	0.53	100.00	3.10	0.59	1.53	7.39	0.00	7.39	4.000	No	Yes	2.00
420	4.70	0.53	100.00	3.10	0.59	1.53	7.39	0.00	7.39	4.000	No	Yes	2.00
421	4.71	0.52	100.00	3.11	0.59	1.53	7.38	0.00	7.38	4.000	No	Yes	2.00
422	4.72	0.52	100.00	3.12	0.59	1.53	7.23	0.00	7.23	4.000	No	Yes	2.00
423	4.73	0.51	100.00	3.13	0.59	1.53	7.08	0.00	7.08	4.000	No	Yes	2.00
424	4.74	0.51	100.00	3.14	0.59	1.52	7.07	0.00	7.07	4.000	No	Yes	2.00
425	4.75	0.51	100.00	3.13	0.59	1.52	7.07	0.00	7.07	4.000	No	Yes	2.00
426	4.76	0.51	100.00	3.13	0.59	1.52	7.06	0.00	7.06	4.000	No	Yes	2.00
427	4.77	0.49	100.00	3.14	0.59	1.52	6.91	0.00	6.91	4.000	No	Yes	2.00
428	4.78	0.48	100.00	3.15	0.60	1.52	6.61	0.00	6.61	4.000	No	Yes	2.00
429	4.79	0.47	100.00	3.15	0.60	1.52	6.46	0.00	6.46	4.000	No	Yes	2.00
430	4.80	0.46	100.00	3.15	0.60	1.52	6.31	0.00	6.31	4.000	No	Yes	2.00
431	4.81	0.45	100.00	3.14	0.60	1.52	6.16	0.00	6.16	4.000	No	Yes	2.00
432	4.82	0.46	100.00	3.12	0.60	1.52	6.15	0.00	6.15	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
433	4.83	0.47	100.00	3.07	0.60	1.52	6.30	0.00	6.30	4.000	No	Yes	2.00
434	4.84	0.50	100.00	3.01	0.59	1.52	6.88	0.00	6.88	4.000	No	Yes	2.00
435	4.85	0.54	98.84	2.95	0.59	1.51	7.32	0.00	7.32	4.000	No	Yes	2.00
436	4.86	0.57	95.74	2.91	0.59	1.51	7.75	0.00	7.75	4.000	No	Yes	2.00
437	4.87	0.58	94.33	2.89	0.59	1.51	8.04	0.00	8.04	4.000	No	Yes	2.00
438	4.88	0.59	93.68	2.88	0.59	1.51	8.04	0.00	8.04	4.000	No	Yes	2.00
439	4.89	0.61	93.76	2.88	0.59	1.51	8.33	0.00	8.33	4.000	No	Yes	2.00
440	4.90	0.62	94.01	2.89	0.59	1.50	8.61	0.00	8.61	4.000	No	Yes	2.00
441	4.91	0.63	94.91	2.90	0.59	1.50	8.60	0.00	8.60	4.000	No	Yes	2.00
442	4.92	0.63	95.70	2.91	0.59	1.50	8.60	0.00	8.60	4.000	No	Yes	2.00
443	4.93	0.63	96.02	2.91	0.59	1.50	8.74	0.00	8.74	4.000	No	Yes	2.00
444	4.94	0.64	96.36	2.92	0.59	1.50	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
445	4.95	0.64	97.25	2.93	0.59	1.50	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
446	4.96	0.65	98.80	2.95	0.59	1.50	8.86	0.00	8.86	4.000	No	Yes	2.00
447	4.97	0.65	100.00	2.97	0.59	1.49	8.99	0.00	8.99	4.000	No	Yes	2.00
448	4.98	0.66	100.00	2.98	0.59	1.49	8.99	0.00	8.99	4.000	No	Yes	2.00
449	4.99	0.66	100.00	2.99	0.59	1.49	9.13	0.00	9.13	4.000	No	Yes	2.00
450	5.00	0.66	100.00	3.00	0.59	1.49	9.12	0.00	9.12	4.000	No	Yes	2.00
451	5.01	0.65	100.00	3.02	0.59	1.49	8.97	0.00	8.97	4.000	No	Yes	2.00
452	5.02	0.65	100.00	3.04	0.59	1.49	8.96	0.00	8.96	4.000	No	Yes	2.00
453	5.03	0.65	100.00	3.05	0.59	1.49	8.81	0.00	8.81	4.000	No	Yes	2.00
454	5.04	0.64	100.00	3.07	0.59	1.49	8.95	0.00	8.95	4.000	No	Yes	2.00
455	5.05	0.64	100.00	3.07	0.59	1.49	8.80	0.00	8.80	4.000	No	Yes	2.00
456	5.06	0.64	100.00	3.08	0.59	1.49	8.79	0.00	8.79	4.000	No	Yes	2.00
457	5.07	0.64	100.00	3.08	0.59	1.48	8.79	0.00	8.79	4.000	No	Yes	2.00
458	5.08	0.65	100.00	3.07	0.59	1.48	8.78	0.00	8.78	4.000	No	Yes	2.00
459	5.09	0.65	100.00	3.06	0.59	1.48	8.92	0.00	8.92	4.000	No	Yes	2.00
460	5.10	0.66	100.00	3.06	0.59	1.48	8.91	0.00	8.91	4.000	No	Yes	2.00
461	5.11	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.91	0.00	8.91	4.000	No	Yes	2.00
462	5.12	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.90	0.00	8.90	4.000	No	Yes	2.00
463	5.13	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
464	5.14	0.66	100.00	3.05	0.59	1.48	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
465	5.15	0.66	100.00	3.05	0.59	1.47	9.02	0.00	9.02	4.000	No	Yes	2.00
466	5.16	0.66	100.00	3.05	0.59	1.47	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
467	5.17	0.66	100.00	3.05	0.59	1.47	9.01	0.00	9.01	4.000	No	Yes	2.00
468	5.18	0.66	100.00	3.06	0.59	1.47	8.86	0.00	8.86	4.000	No	Yes	2.00
469	5.19	0.65	100.00	3.06	0.59	1.47	8.86	0.00	8.86	4.000	No	Yes	2.00
470	5.20	0.66	100.00	3.06	0.59	1.47	8.85	0.00	8.85	4.000	No	Yes	2.00
471	5.21	0.65	100.00	3.07	0.59	1.47	8.98	0.00	8.98	4.000	No	Yes	2.00
472	5.22	0.65	100.00	3.08	0.59	1.47	8.84	0.00	8.84	4.000	No	Yes	2.00
473	5.23	0.64	100.00	3.09	0.59	1.47	8.69	0.00	8.69	4.000	No	Yes	2.00
474	5.24	0.64	100.00	3.10	0.59	1.47	8.68	0.00	8.68	4.000	No	Yes	2.00
475	5.25	0.64	100.00	3.10	0.59	1.47	8.68	0.00	8.68	4.000	No	Yes	2.00
476	5.26	0.64	100.00	3.10	0.59	1.46	8.67	0.00	8.67	4.000	No	Yes	2.00
477	5.27	0.64	100.00	3.10	0.59	1.46	8.66	0.00	8.66	4.000	No	Yes	2.00
478	5.28	0.63	100.00	3.11	0.59	1.46	8.66	0.00	8.66	4.000	No	Yes	2.00
479	5.29	0.62	100.00	3.12	0.59	1.46	8.37	0.00	8.37	4.000	No	Yes	2.00
480	5.30	0.60	100.00	3.14	0.59	1.46	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
481	5.31	0.58	100.00	3.17	0.59	1.46	7.65	0.00	7.65	4.000	No	Yes	2.00
482	5.32	0.56	100.00	3.19	0.59	1.46	7.50	0.00	7.50	4.000	No	Yes	2.00
483	5.33	0.54	100.00	3.20	0.59	1.46	7.36	0.00	7.36	4.000	No	Yes	2.00
484	5.34	0.54	100.00	3.21	0.59	1.46	7.21	0.00	7.21	4.000	No	Yes	2.00
485	5.35	0.52	100.00	3.23	0.59	1.46	7.06	0.00	7.06	4.000	No	Yes	2.00
486	5.36	0.51	100.00	3.24	0.60	1.46	6.78	0.00	6.78	4.000	No	Yes	2.00
487	5.37	0.51	100.00	3.23	0.60	1.46	6.77	0.00	6.77	4.000	No	Yes	2.00
488	5.38	0.51	100.00	3.22	0.60	1.46	6.77	0.00	6.77	4.000	No	Yes	2.00
489	5.39	0.50	100.00	3.21	0.60	1.46	6.76	0.00	6.76	4.000	No	Yes	2.00
490	5.40	0.50	100.00	3.20	0.60	1.46	6.62	0.00	6.62	4.000	No	Yes	2.00
491	5.41	0.50	100.00	3.20	0.60	1.46	6.61	0.00	6.61	4.000	No	Yes	2.00
492	5.42	0.49	100.00	3.19	0.60	1.46	6.47	0.00	6.47	4.000	No	Yes	2.00
493	5.43	0.50	100.00	3.15	0.60	1.46	6.46	0.00	6.46	4.000	No	Yes	2.00
494	5.44	0.51	100.00	3.10	0.60	1.45	6.74	0.00	6.74	4.000	No	Yes	2.00
495	5.45	0.54	100.00	3.04	0.59	1.45	7.02	0.00	7.02	4.000	No	Yes	2.00
496	5.46	0.55	100.00	3.00	0.59	1.45	7.30	0.00	7.30	4.000	No	Yes	2.00
497	5.47	0.57	100.00	2.97	0.59	1.45	7.43	0.00	7.43	4.000	No	Yes	2.00
498	5.48	0.58	99.00	2.95	0.59	1.45	7.71	0.00	7.71	4.000	No	Yes	2.00
499	5.49	0.58	98.26	2.94	0.59	1.45	7.71	0.00	7.71	4.000	No	Yes	2.00
500	5.50	0.58	98.24	2.94	0.59	1.44	7.70	0.00	7.70	4.000	No	Yes	2.00
501	5.51	0.60	99.84	2.96	0.59	1.44	7.69	0.00	7.69	4.000	No	Yes	2.00
502	5.52	0.62	100.00	2.98	0.59	1.44	8.94	0.00	8.94	4.000	No	Yes	2.00
503	5.53	0.62	100.00	3.02	0.59	1.44	8.66	0.00	8.66	4.000	No	Yes	2.00
504	5.54	0.60	100.00	3.04	0.59	1.44	8.10	0.00	8.10	4.000	No	Yes	2.00
505	5.55	0.59	100.00	3.06	0.59	1.44	8.09	0.00	8.09	4.000	No	Yes	2.00
506	5.56	0.61	100.00	3.04	0.59	1.44	8.23	0.00	8.23	4.000	No	Yes	2.00
507	5.57	0.64	100.00	3.02	0.59	1.43	8.78	0.00	8.78	4.000	No	Yes	2.00
508	5.58	0.65	100.00	3.01	0.59	1.43	9.05	0.00	9.05	4.000	No	Yes	2.00
509	5.59	0.65	100.00	3.01	0.59	1.43	8.90	0.00	8.90	4.000	No	Yes	2.00
510	5.60	0.64	100.00	3.02	0.59	1.43	8.62	0.00	8.62	4.000	No	Yes	2.00
511	5.61	0.63	100.00	3.03	0.59	1.43	8.48	0.00	8.48	4.000	No	Yes	2.00
512	5.62	0.62	100.00	3.04	0.59	1.43	8.47	0.00	8.47	4.000	No	Yes	2.00
513	5.63	0.61	100.00	3.05	0.59	1.43	8.19	0.00	8.19	4.000	No	Yes	2.00
514	5.64	0.58	100.00	3.08	0.59	1.43	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
515	5.65	0.56	100.00	3.10	0.59	1.43	7.49	0.00	7.49	4.000	No	Yes	2.00
516	5.66	0.55	100.00	3.11	0.59	1.43	7.20	0.00	7.20	4.000	No	Yes	2.00
517	5.67	0.55	100.00	3.11	0.59	1.43	7.20	0.00	7.20	4.000	No	Yes	2.00
518	5.68	0.55	100.00	3.11	0.59	1.43	7.20	0.00	7.20	4.000	No	Yes	2.00
519	5.69	0.56	100.00	3.11	0.59	1.43	7.19	0.00	7.19	4.000	No	Yes	2.00
520	5.70	0.57	100.00	3.10	0.59	1.43	7.32	0.00	7.32	4.000	No	Yes	2.00
521	5.71	0.59	100.00	3.08	0.59	1.43	7.60	0.00	7.60	4.000	No	Yes	2.00
522	5.72	0.60	100.00	3.05	0.59	1.42	7.87	0.00	7.87	4.000	No	Yes	2.00
523	5.73	0.62	100.00	3.03	0.59	1.42	8.00	0.00	8.00	4.000	No	Yes	2.00
524	5.74	0.63	100.00	3.02	0.59	1.42	8.13	0.00	8.13	4.000	No	Yes	2.00
525	5.75	0.63	100.00	3.01	0.59	1.42	8.27	0.00	8.27	4.000	No	Yes	2.00
526	5.76	0.63	100.00	3.00	0.59	1.42	8.26	0.00	8.26	4.000	No	Yes	2.00
527	5.77	0.63	100.00	2.99	0.59	1.42	8.12	0.00	8.12	4.000	No	Yes	2.00
528	5.78	0.63	100.00	2.97	0.59	1.42	8.11	0.00	8.11	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
529	5.79	0.63	100.00	2.96	0.59	1.42	8.38	0.00	8.38	4.000	No	Yes	2.00
530	5.80	0.63	100.00	2.96	0.59	1.42	8.24	0.00	8.24	4.000	No	Yes	2.00
531	5.81	0.62	100.00	2.98	0.59	1.41	8.10	0.00	8.10	4.000	No	Yes	2.00
532	5.82	0.61	100.00	2.99	0.59	1.41	7.96	0.00	7.96	4.000	No	Yes	2.00
533	5.83	0.61	100.00	2.99	0.59	1.41	7.68	0.00	7.68	4.000	No	Yes	2.00
534	5.84	0.60	100.00	3.00	0.59	1.41	7.81	0.00	7.81	4.000	No	Yes	2.00
535	5.85	0.61	100.00	3.00	0.59	1.41	7.67	0.00	7.67	4.000	No	Yes	2.00
536	5.86	0.61	100.00	3.00	0.59	1.41	7.94	0.00	7.94	4.000	No	Yes	2.00
537	5.87	0.61	100.00	3.01	0.59	1.41	7.80	0.00	7.80	4.000	No	Yes	2.00
538	5.88	0.60	100.00	3.03	0.59	1.41	7.65	0.00	7.65	4.000	No	Yes	2.00
539	5.89	0.59	100.00	3.04	0.59	1.41	7.51	0.00	7.51	4.000	No	Yes	2.00
540	5.90	0.60	100.00	3.01	0.59	1.41	7.51	0.00	7.51	4.000	No	Yes	2.00
541	5.91	0.63	100.00	2.97	0.59	1.41	8.05	0.00	8.05	4.000	No	Yes	2.00
542	5.92	0.67	97.44	2.93	0.59	1.40	8.59	0.00	8.59	4.000	No	Yes	2.00
543	5.93	0.70	95.15	2.90	0.59	1.40	9.00	0.00	9.00	4.000	No	Yes	2.00
544	5.94	0.72	93.83	2.89	0.59	1.40	9.26	0.00	9.26	4.000	No	Yes	2.00
545	5.95	0.73	93.61	2.88	0.59	1.40	9.39	0.00	9.39	4.000	No	Yes	2.00
546	5.96	0.71	94.96	2.90	0.59	1.40	9.25	0.00	9.25	4.000	No	Yes	2.00
547	5.97	0.67	98.29	2.94	0.59	1.40	8.84	0.00	8.84	4.000	No	Yes	2.00
548	5.98	0.64	100.00	2.98	0.59	1.40	7.88	0.00	7.88	4.000	No	Yes	2.00
549	5.99	0.61	100.00	3.01	0.59	1.40	7.74	0.00	7.74	4.000	No	Yes	2.00
550	6.00	0.60	100.00	3.00	0.59	1.40	7.46	0.00	7.46	4.000	No	Yes	2.00
551	6.01	0.60	100.00	3.00	0.59	1.40	7.46	0.00	7.46	4.000	No	Yes	2.00
552	6.02	0.61	100.00	2.98	0.59	1.40	7.59	0.00	7.59	4.000	No	Yes	2.00
553	6.03	0.62	100.00	2.98	0.59	1.40	7.86	0.00	7.86	4.000	No	Yes	2.00
554	6.04	0.62	100.00	2.98	0.59	1.40	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
555	6.05	0.62	100.00	3.00	0.59	1.40	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
556	6.06	0.61	100.00	3.01	0.59	1.40	7.57	0.00	7.57	4.000	No	Yes	2.00
557	6.07	0.61	100.00	3.01	0.59	1.39	7.57	0.00	7.57	4.000	No	Yes	2.00
558	6.08	0.62	100.00	3.00	0.59	1.39	7.70	0.00	7.70	4.000	No	Yes	2.00
559	6.09	0.65	100.00	2.97	0.59	1.39	7.96	0.00	7.96	4.000	No	Yes	2.00
560	6.10	0.74	91.96	2.86	0.59	1.39	8.64	0.00	8.64	4.000	No	Yes	2.00
561	6.11	1.12	71.28	2.60	0.59	1.39	11.50	0.00	11.50	4.000	No	Yes	2.00
562	6.12	2.40	37.14	2.18	0.58	1.38	23.52	45.82	69.34	0.107	No	No	0.41
563	6.13	4.52	10.63	1.85	0.57	1.37	61.61	8.13	69.74	0.107	No	No	0.41
564	6.14	7.54	0.00	1.59	0.51	1.33	95.12	0.00	95.12	0.131	No	No	0.53
565	6.15	8.79	0.00	1.52	0.43	1.27	135.19	0.00	135.19	0.215	No	No	1.01
566	6.16	9.64	0.00	1.49	0.48	1.31	106.94	0.00	106.94	0.147	No	No	0.62
567	6.17	9.65	0.00	1.50	0.45	1.28	123.90	0.00	123.90	0.181	No	No	0.80
568	6.18	10.50	0.00	1.46	0.43	1.26	135.43	0.00	135.43	0.216	No	No	1.01

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
q_t: Total cone resistance
FC: Fines content (%)
I_c: Soil behavior type index
m: Stress exponent
C_N: Overburden correction factor
q_{c1N}: Normalized and adjusted cone resistance
Δq_{c1N}: Cone resistance correction factor due to fines
$q_{c1N,cs}$: Normalized and adjusted cone resistance
$CRR_{7.5}$: Cyclic resistance ratio for M_w=7.5
FS: Factor of safety against soil liquefaction

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
0.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
1.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.54	1.88	0.00	0.00	0.01	0.00
1.55	1.85	0.00	0.00	0.01	0.00	1.56	1.85	0.00	0.00	0.01	0.00
1.57	1.84	0.00	0.00	0.01	0.00	1.58	1.82	0.00	0.00	0.01	0.00
1.59	1.73	0.00	0.00	0.01	0.00	1.60	1.66	0.00	0.00	0.01	0.00
1.61	1.54	0.00	0.00	0.01	0.00	1.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.86	1.32	0.00	0.00	0.01	0.00
1.87	1.33	0.00	0.00	0.01	0.00	1.88	1.36	0.00	0.00	0.01	0.00
1.89	1.33	0.00	0.00	0.01	0.00	1.90	1.28	0.00	0.00	0.01	0.00
1.91	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00	1.92	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00
1.93	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00	1.94	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00
1.95	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00	1.96	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00
1.97	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00	1.98	1.27	0.00	0.00	0.01	0.00
1.99	1.29	0.00	0.00	0.01	0.00	2.00	1.32	0.00	0.00	0.01	0.00
2.01	1.31	0.00	0.00	0.01	0.00	2.02	1.29	0.00	0.00	0.01	0.00
2.03	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00	2.04	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00
2.05	1.22	0.00	0.00	0.01	0.00	2.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.15	1.16	0.00	0.00	0.01	0.00	2.16	1.26	0.00	0.00	0.01	0.00
2.17	1.30	0.00	0.00	0.01	0.00	2.18	1.30	0.00	0.00	0.01	0.00
2.19	1.23	0.00	0.00	0.01	0.00	2.20	1.16	0.00	0.00	0.01	0.00
2.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
2.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
3.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
4.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
5.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.12	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04
6.13	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04	6.14	0.53	0.47	0.52	0.01	0.03
6.15	1.01	0.00	0.00	0.01	0.00	6.16	0.62	0.38	0.67	0.01	0.03
6.17	0.80	0.20	1.72	0.01	0.01	6.18	1.01	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}

Overall liquefaction potential: 0.15

LPI_{ISH} > 5.0 - Liquefaction manifestation is expected

Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point
d_z: Layer thickness (m)
LPI: Liquefaction potential index value for test point

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

GeoLogismiki
Geotechnical Engineers
Merarhias 56
http://www.geologismiki.gr

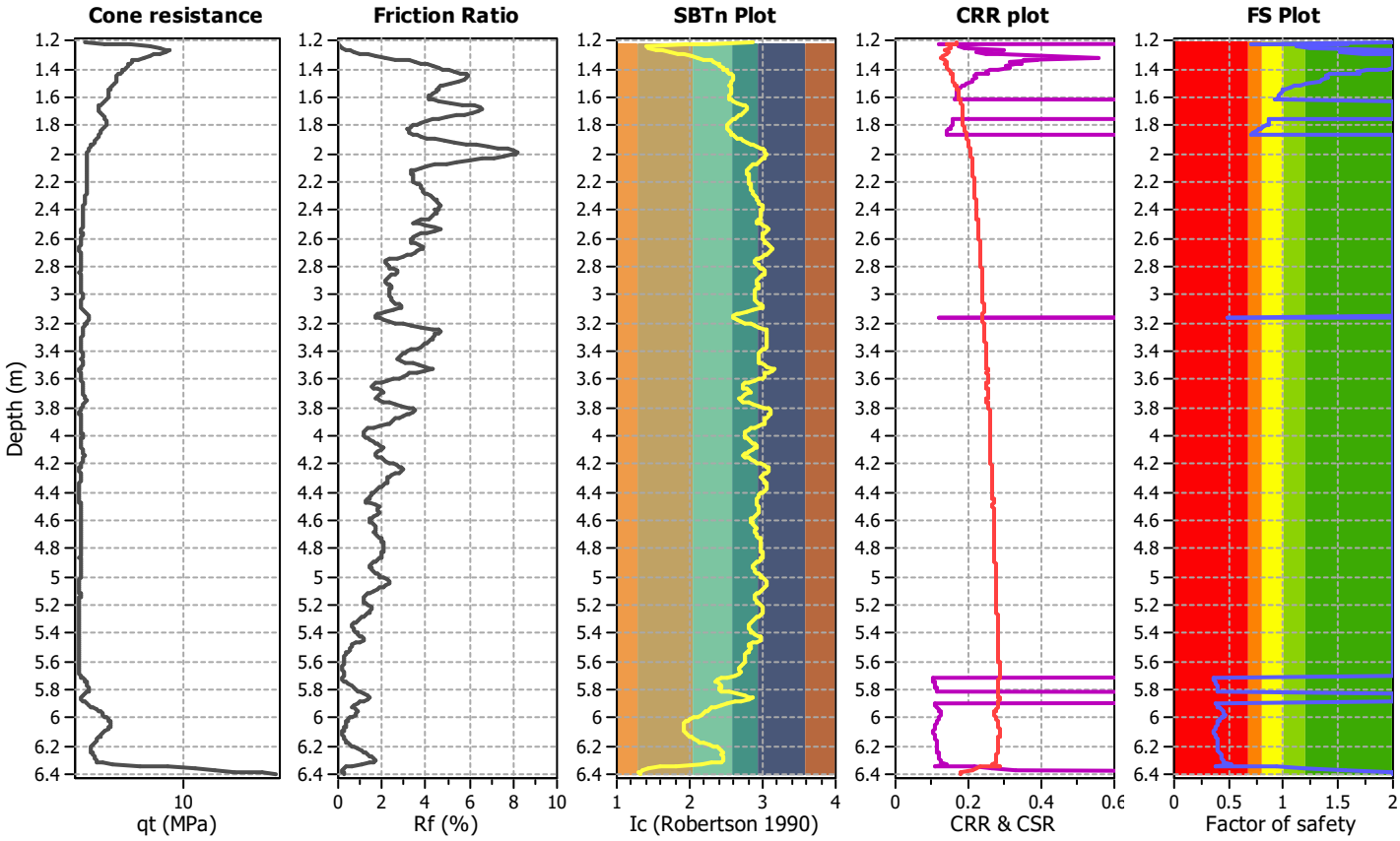
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

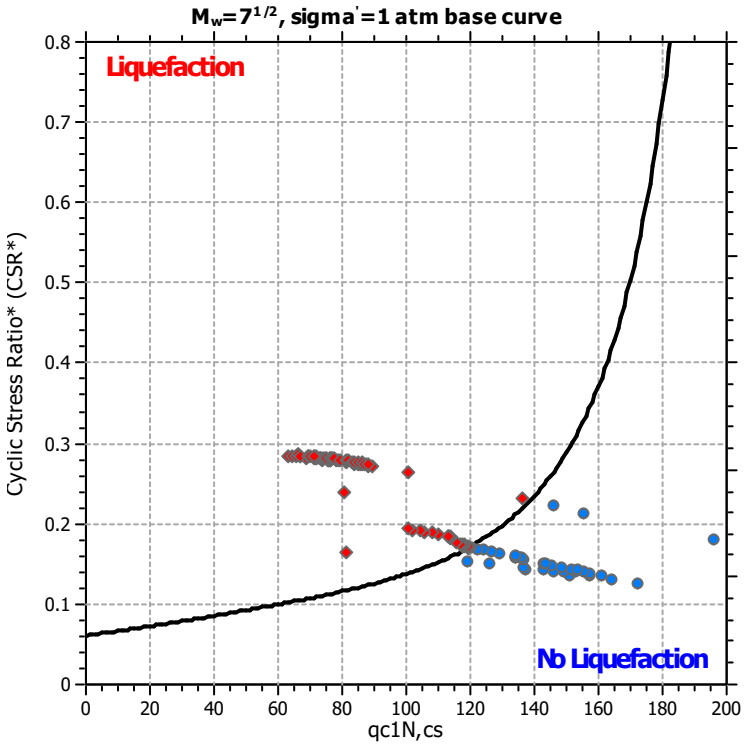
Project title : **Location :**

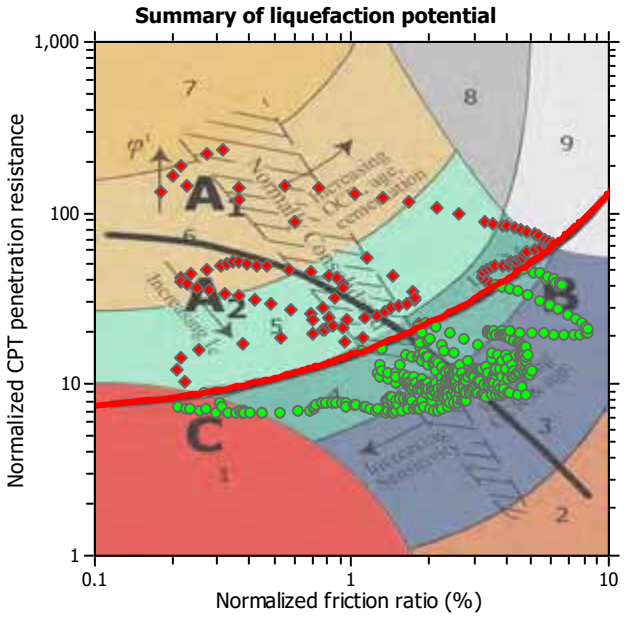
CPT file : CPTU02

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.27	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	Yes		



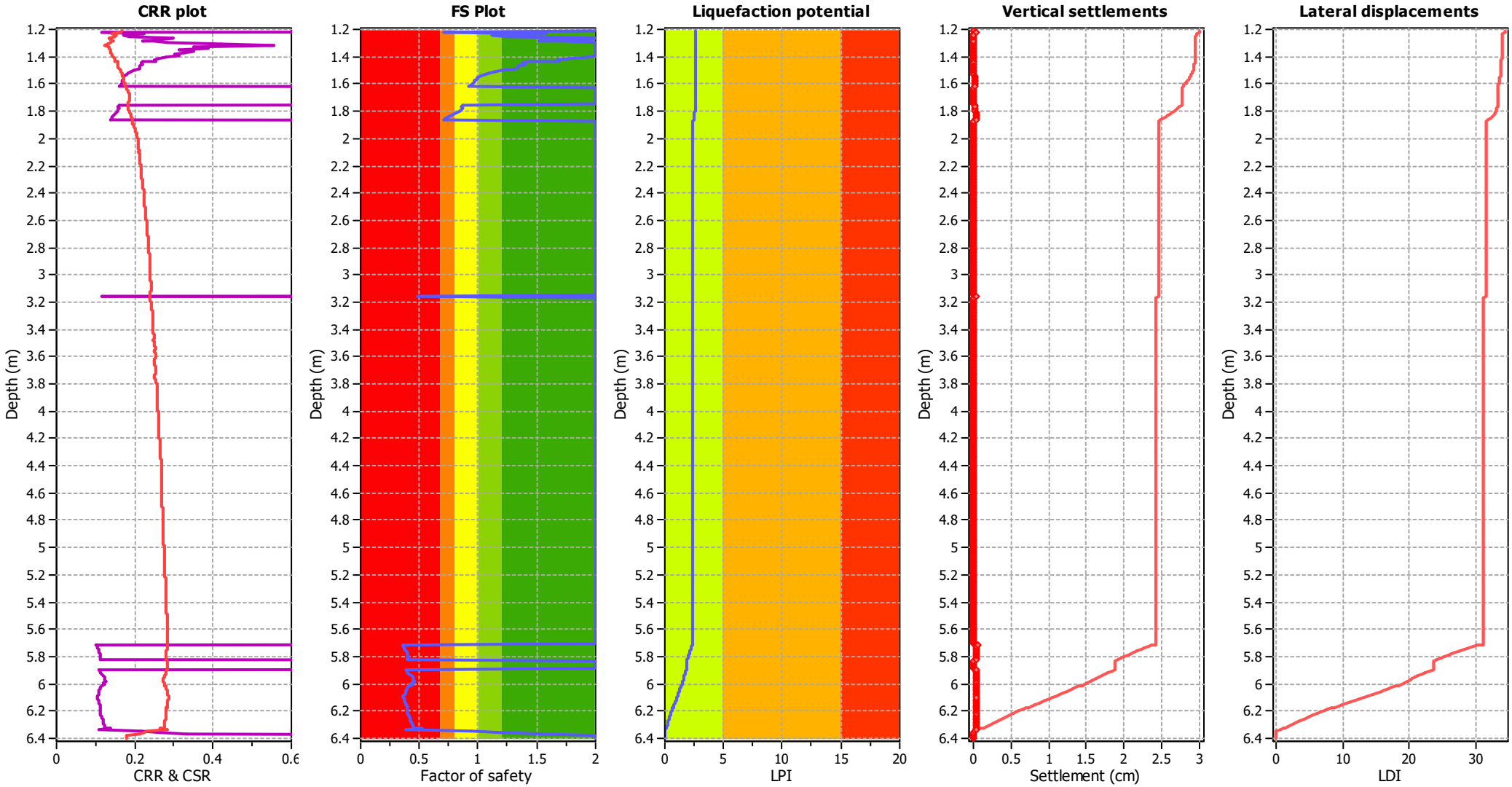




Zone A_1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A_2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w:	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.27	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
1	1.21	16.62	2.06	14.56	0.99	0.199	1.43	0.139	1.10	1.00	0.168	No
2	1.22	16.76	2.16	14.60	0.99	0.200	1.43	0.140	1.10	1.00	0.165	No
3	1.23	16.89	2.26	14.64	0.99	0.201	1.43	0.141	1.10	1.00	0.142	No
4	1.24	17.05	2.35	14.69	0.99	0.202	1.43	0.141	1.10	1.00	0.152	No
5	1.25	17.22	2.45	14.76	0.99	0.203	1.43	0.142	1.10	1.00	0.149	No
6	1.26	17.39	2.55	14.84	0.99	0.204	1.43	0.143	1.10	1.00	0.135	No
7	1.27	17.58	2.65	14.93	0.99	0.205	1.43	0.143	1.10	1.00	0.139	No
8	1.28	17.76	2.75	15.02	0.99	0.206	1.43	0.144	1.10	1.00	0.146	No
9	1.29	17.95	2.84	15.11	0.99	0.206	1.43	0.145	1.10	1.00	0.143	No
10	1.30	18.14	2.94	15.20	0.99	0.207	1.43	0.145	1.10	1.00	0.139	No
11	1.31	18.33	3.04	15.29	0.99	0.208	1.43	0.146	1.10	1.00	0.130	No
12	1.32	18.53	3.14	15.39	0.99	0.209	1.43	0.146	1.10	1.00	0.125	No
13	1.33	18.72	3.24	15.48	0.99	0.210	1.43	0.147	1.10	1.00	0.135	No
14	1.34	18.92	3.34	15.58	0.99	0.211	1.43	0.148	1.10	1.00	0.133	No
15	1.35	19.11	3.43	15.68	0.99	0.212	1.43	0.148	1.10	1.00	0.140	No
16	1.36	19.31	3.53	15.78	0.99	0.212	1.43	0.149	1.10	1.00	0.137	No
17	1.37	19.51	3.63	15.88	0.99	0.213	1.43	0.149	1.10	1.00	0.139	No
18	1.38	19.70	3.73	15.98	0.99	0.214	1.43	0.150	1.10	1.00	0.142	No
19	1.39	19.90	3.83	16.08	0.99	0.215	1.43	0.150	1.10	1.00	0.141	No
20	1.40	20.10	3.92	16.18	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.145	No
21	1.41	20.30	4.02	16.28	0.99	0.216	1.43	0.151	1.10	1.00	0.148	No
22	1.42	20.50	4.12	16.38	0.99	0.217	1.43	0.152	1.10	1.00	0.150	No
23	1.43	20.69	4.22	16.48	0.99	0.218	1.43	0.152	1.10	1.00	0.150	No
24	1.44	20.89	4.32	16.58	0.99	0.219	1.43	0.153	1.10	1.00	0.155	No
25	1.45	21.09	4.41	16.68	0.99	0.219	1.43	0.153	1.10	1.00	0.156	No
26	1.46	21.29	4.51	16.78	0.99	0.220	1.43	0.154	1.10	1.00	0.156	No
27	1.47	21.49	4.61	16.88	0.99	0.221	1.43	0.154	1.10	1.00	0.158	No
28	1.48	21.68	4.71	16.97	0.99	0.221	1.43	0.155	1.10	1.00	0.158	No
29	1.49	21.88	4.81	17.07	0.99	0.222	1.43	0.155	1.10	1.00	0.159	No
30	1.50	22.07	4.91	17.17	0.99	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.162	No
31	1.51	22.27	5.00	17.27	0.99	0.223	1.43	0.156	1.10	1.00	0.164	No
32	1.52	22.46	5.10	17.36	0.99	0.224	1.43	0.157	1.10	1.00	0.166	No
33	1.53	22.65	5.20	17.45	0.99	0.225	1.43	0.157	1.10	1.00	0.168	No
34	1.54	22.85	5.30	17.55	0.99	0.225	1.43	0.158	1.10	1.00	0.169	No
35	1.55	23.04	5.40	17.64	0.99	0.226	1.43	0.158	1.10	1.00	0.171	No
36	1.56	23.23	5.49	17.74	0.99	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.171	No
37	1.57	23.42	5.59	17.83	0.99	0.227	1.43	0.159	1.10	1.00	0.172	No
38	1.58	23.61	5.69	17.92	0.99	0.228	1.43	0.160	1.10	1.00	0.173	No
39	1.59	23.80	5.79	18.01	0.99	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.173	No
40	1.60	23.99	5.89	18.10	0.99	0.229	1.43	0.160	1.10	1.00	0.174	No
41	1.61	24.18	5.98	18.20	0.99	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.175	No
42	1.62	24.37	6.08	18.29	0.99	0.230	1.43	0.161	1.10	1.00	0.176	No
43	1.63	24.56	6.18	18.38	0.98	0.231	1.43	0.162	1.10	1.00	0.178	No
44	1.64	24.75	6.28	18.47	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.180	No
45	1.65	24.94	6.38	18.56	0.98	0.232	1.43	0.162	1.10	1.00	0.183	No
46	1.66	25.13	6.47	18.66	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.184	No
47	1.67	25.32	6.57	18.75	0.98	0.233	1.43	0.163	1.10	1.00	0.185	No
48	1.68	25.51	6.67	18.84	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.186	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
49	1.69	25.70	6.77	18.93	0.98	0.234	1.43	0.164	1.10	1.00	0.186	No
50	1.70	25.89	6.87	19.03	0.98	0.235	1.43	0.164	1.10	1.00	0.186	No
51	1.71	26.08	6.97	19.12	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.185	No
52	1.72	26.28	7.06	19.21	0.98	0.236	1.43	0.165	1.10	1.00	0.185	No
53	1.73	26.47	7.16	19.31	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.184	No
54	1.74	26.66	7.26	19.40	0.98	0.237	1.43	0.166	1.10	1.00	0.184	No
55	1.75	26.85	7.36	19.49	0.98	0.238	1.43	0.166	1.10	1.00	0.183	No
56	1.76	27.04	7.46	19.58	0.98	0.238	1.43	0.167	1.10	1.00	0.183	No
57	1.77	27.22	7.55	19.67	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.184	No
58	1.78	27.41	7.65	19.76	0.98	0.239	1.43	0.167	1.10	1.00	0.184	No
59	1.79	27.60	7.75	19.85	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.184	No
60	1.80	27.79	7.85	19.94	0.98	0.240	1.43	0.168	1.10	1.00	0.185	No
61	1.81	27.97	7.95	20.03	0.98	0.241	1.43	0.168	1.10	1.00	0.187	No
62	1.82	28.16	8.04	20.11	0.98	0.241	1.43	0.169	1.10	1.00	0.188	No
63	1.83	28.34	8.14	20.20	0.98	0.242	1.43	0.169	1.10	1.00	0.190	No
64	1.84	28.53	8.24	20.29	0.98	0.242	1.43	0.170	1.10	1.00	0.191	No
65	1.85	28.71	8.34	20.37	0.98	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.193	No
66	1.86	28.89	8.44	20.46	0.98	0.243	1.43	0.170	1.10	1.00	0.194	No
67	1.87	29.08	8.53	20.54	0.98	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.194	No
68	1.88	29.26	8.63	20.63	0.98	0.244	1.43	0.171	1.10	1.00	0.195	No
69	1.89	29.45	8.73	20.72	0.98	0.245	1.43	0.171	1.10	1.00	0.196	No
70	1.90	29.63	8.83	20.80	0.98	0.245	1.43	0.172	1.10	1.00	0.197	No
71	1.91	29.82	8.93	20.89	0.98	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.198	No
72	1.92	30.00	9.03	20.98	0.98	0.246	1.43	0.172	1.10	1.00	0.199	No
73	1.93	30.19	9.12	21.06	0.98	0.246	1.43	0.173	1.10	1.00	0.200	No
74	1.94	30.37	9.22	21.15	0.98	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.202	No
75	1.95	30.56	9.32	21.24	0.98	0.247	1.43	0.173	1.10	1.00	0.203	No
76	1.96	30.74	9.42	21.32	0.98	0.248	1.43	0.173	1.10	1.00	0.204	No
77	1.97	30.93	9.52	21.41	0.98	0.248	1.43	0.174	1.10	1.00	0.205	No
78	1.98	31.11	9.61	21.50	0.98	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.206	No
79	1.99	31.29	9.71	21.58	0.98	0.249	1.43	0.174	1.10	1.00	0.206	No
80	2.00	31.48	9.81	21.67	0.98	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.207	No
81	2.01	31.66	9.91	21.75	0.98	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.208	No
82	2.02	31.84	10.01	21.84	0.98	0.250	1.43	0.175	1.10	1.00	0.208	No
83	2.03	32.02	10.10	21.92	0.98	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.208	No
84	2.04	32.21	10.20	22.00	0.98	0.251	1.43	0.176	1.10	1.00	0.209	No
85	2.05	32.39	10.30	22.08	0.98	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.209	No
86	2.06	32.56	10.40	22.17	0.98	0.252	1.43	0.176	1.10	1.00	0.210	No
87	2.07	32.74	10.50	22.24	0.98	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.210	No
88	2.08	32.92	10.59	22.32	0.98	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.210	No
89	2.09	33.09	10.69	22.40	0.98	0.253	1.43	0.177	1.10	1.00	0.211	No
90	2.10	33.27	10.79	22.48	0.98	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.210	No
91	2.11	33.44	10.89	22.55	0.98	0.254	1.43	0.178	1.10	1.00	0.212	No
92	2.12	33.62	10.99	22.63	0.98	0.255	1.43	0.178	1.10	1.00	0.212	No
93	2.13	33.79	11.09	22.70	0.98	0.255	1.43	0.179	1.10	1.00	0.212	No
94	2.14	33.96	11.18	22.78	0.98	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.213	No
95	2.15	34.14	11.28	22.85	0.98	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.213	No
96	2.16	34.31	11.38	22.93	0.98	0.256	1.43	0.179	1.10	1.00	0.213	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
97	2.17	34.48	11.48	23.00	0.98	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.214	No
98	2.18	34.66	11.58	23.08	0.98	0.257	1.43	0.180	1.10	1.00	0.214	No
99	2.19	34.83	11.67	23.16	0.98	0.258	1.43	0.180	1.10	1.00	0.214	No
100	2.20	35.00	11.77	23.23	0.98	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.215	No
101	2.21	35.18	11.87	23.31	0.98	0.258	1.43	0.181	1.10	1.00	0.215	No
102	2.22	35.35	11.97	23.38	0.98	0.259	1.43	0.181	1.10	1.00	0.215	No
103	2.23	35.52	12.07	23.46	0.98	0.259	1.43	0.181	1.10	1.00	0.216	No
104	2.24	35.70	12.16	23.53	0.97	0.260	1.43	0.182	1.10	1.00	0.216	No
105	2.25	35.87	12.26	23.61	0.97	0.260	1.43	0.182	1.10	1.00	0.216	No
106	2.26	36.05	12.36	23.69	0.97	0.260	1.43	0.182	1.10	1.00	0.217	No
107	2.27	36.22	12.46	23.76	0.97	0.261	1.43	0.182	1.10	1.00	0.217	No
108	2.28	36.40	12.56	23.84	0.97	0.261	1.43	0.183	1.10	1.00	0.217	No
109	2.29	36.57	12.65	23.92	0.97	0.261	1.43	0.183	1.10	1.00	0.218	No
110	2.30	36.74	12.75	23.99	0.97	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.218	No
111	2.31	36.92	12.85	24.07	0.97	0.262	1.43	0.183	1.10	1.00	0.219	No
112	2.32	37.09	12.95	24.14	0.97	0.262	1.43	0.184	1.10	1.00	0.219	No
113	2.33	37.27	13.05	24.22	0.97	0.263	1.43	0.184	1.10	1.00	0.220	No
114	2.34	37.44	13.15	24.30	0.97	0.263	1.43	0.184	1.10	1.00	0.220	No
115	2.35	37.62	13.24	24.37	0.97	0.264	1.43	0.184	1.10	1.00	0.220	No
116	2.36	37.79	13.34	24.45	0.97	0.264	1.43	0.185	1.10	1.00	0.221	No
117	2.37	37.96	13.44	24.52	0.97	0.264	1.43	0.185	1.10	1.00	0.221	No
118	2.38	38.13	13.54	24.60	0.97	0.265	1.43	0.185	1.10	1.00	0.223	No
119	2.39	38.31	13.64	24.67	0.97	0.265	1.43	0.185	1.10	1.00	0.222	No
120	2.40	38.48	13.73	24.74	0.97	0.265	1.43	0.186	1.10	1.00	0.222	No
121	2.41	38.65	13.83	24.82	0.97	0.266	1.43	0.186	1.10	1.00	0.223	No
122	2.42	38.82	13.93	24.89	0.97	0.266	1.43	0.186	1.10	1.00	0.223	No
123	2.43	38.99	14.03	24.97	0.97	0.266	1.43	0.186	1.10	1.00	0.223	No
124	2.44	39.17	14.13	25.04	0.97	0.267	1.43	0.187	1.10	1.00	0.223	No
125	2.45	39.34	14.22	25.11	0.97	0.267	1.43	0.187	1.10	1.00	0.224	No
126	2.46	39.51	14.32	25.19	0.97	0.267	1.43	0.187	1.10	1.00	0.224	No
127	2.47	39.68	14.42	25.26	0.97	0.268	1.43	0.187	1.10	1.00	0.224	No
128	2.48	39.85	14.52	25.33	0.97	0.268	1.43	0.188	1.10	1.00	0.225	No
129	2.49	40.02	14.62	25.40	0.97	0.268	1.43	0.188	1.10	1.00	0.225	No
130	2.50	40.19	14.72	25.47	0.97	0.269	1.43	0.188	1.10	1.00	0.226	No
131	2.51	40.36	14.81	25.54	0.97	0.269	1.43	0.188	1.10	1.00	0.226	No
132	2.52	40.52	14.91	25.61	0.97	0.269	1.43	0.189	1.10	1.00	0.227	No
133	2.53	40.69	15.01	25.68	0.97	0.270	1.43	0.189	1.10	1.00	0.227	No
134	2.54	40.86	15.11	25.76	0.97	0.270	1.43	0.189	1.10	1.00	0.228	No
135	2.55	41.03	15.21	25.83	0.97	0.270	1.43	0.189	1.10	1.00	0.228	No
136	2.56	41.20	15.30	25.90	0.97	0.271	1.43	0.189	1.10	1.00	0.228	No
137	2.57	41.37	15.40	25.97	0.97	0.271	1.43	0.190	1.10	1.00	0.228	No
138	2.58	41.53	15.50	26.03	0.97	0.271	1.43	0.190	1.10	1.00	0.228	No
139	2.59	41.70	15.60	26.10	0.97	0.272	1.43	0.190	1.10	1.00	0.229	No
140	2.60	41.87	15.70	26.17	0.97	0.272	1.43	0.190	1.10	1.00	0.229	No
141	2.61	42.03	15.79	26.24	0.97	0.272	1.43	0.191	1.10	1.00	0.230	No
142	2.62	42.19	15.89	26.30	0.97	0.273	1.43	0.191	1.10	1.00	0.230	No
143	2.63	42.36	15.99	26.37	0.97	0.273	1.43	0.191	1.10	1.00	0.230	No
144	2.64	42.52	16.09	26.43	0.97	0.273	1.43	0.191	1.10	1.00	0.231	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
145	2.65	42.68	16.19	26.50	0.97	0.274	1.43	0.192	1.10	1.00	0.231	No
146	2.66	42.85	16.28	26.56	0.97	0.274	1.43	0.192	1.10	1.00	0.232	No
147	2.67	43.01	16.38	26.63	0.97	0.274	1.43	0.192	1.10	1.00	0.232	No
148	2.68	43.17	16.48	26.69	0.97	0.275	1.43	0.192	1.10	1.00	0.232	No
149	2.69	43.34	16.58	26.76	0.97	0.275	1.43	0.192	1.10	1.00	0.233	No
150	2.70	43.50	16.68	26.82	0.97	0.275	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
151	2.71	43.66	16.78	26.89	0.97	0.276	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
152	2.72	43.82	16.87	26.95	0.97	0.276	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
153	2.73	43.99	16.97	27.02	0.97	0.276	1.43	0.193	1.10	1.00	0.233	No
154	2.74	44.15	17.07	27.08	0.97	0.276	1.43	0.194	1.10	1.00	0.233	No
155	2.75	44.31	17.17	27.14	0.97	0.277	1.43	0.194	1.10	1.00	0.233	No
156	2.76	44.47	17.27	27.21	0.97	0.277	1.43	0.194	1.10	1.00	0.233	No
157	2.77	44.63	17.36	27.27	0.97	0.277	1.43	0.194	1.10	1.00	0.234	No
158	2.78	44.79	17.46	27.33	0.97	0.278	1.43	0.194	1.10	1.00	0.234	No
159	2.79	44.95	17.56	27.39	0.97	0.278	1.43	0.195	1.10	1.00	0.235	No
160	2.80	45.11	17.66	27.45	0.97	0.278	1.43	0.195	1.10	1.00	0.235	No
161	2.81	45.27	17.76	27.51	0.96	0.279	1.43	0.195	1.10	1.00	0.235	No
162	2.82	45.43	17.85	27.57	0.96	0.279	1.43	0.195	1.10	1.00	0.236	No
163	2.83	45.59	17.95	27.64	0.96	0.279	1.43	0.195	1.10	1.00	0.236	No
164	2.84	45.75	18.05	27.70	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
165	2.85	45.91	18.15	27.76	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
166	2.86	46.07	18.25	27.82	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
167	2.87	46.22	18.34	27.88	0.96	0.280	1.43	0.196	1.10	1.00	0.237	No
168	2.88	46.38	18.44	27.94	0.96	0.281	1.43	0.197	1.10	1.00	0.237	No
169	2.89	46.54	18.54	28.00	0.96	0.281	1.43	0.197	1.10	1.00	0.237	No
170	2.90	46.70	18.64	28.06	0.96	0.281	1.43	0.197	1.10	1.00	0.238	No
171	2.91	46.86	18.74	28.12	0.96	0.282	1.43	0.197	1.10	1.00	0.238	No
172	2.92	47.02	18.84	28.19	0.96	0.282	1.43	0.197	1.10	1.00	0.238	No
173	2.93	47.18	18.93	28.25	0.96	0.282	1.43	0.198	1.10	1.00	0.238	No
174	2.94	47.34	19.03	28.31	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
175	2.95	47.50	19.13	28.37	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
176	2.96	47.66	19.23	28.43	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
177	2.97	47.82	19.33	28.50	0.96	0.283	1.43	0.198	1.10	1.00	0.239	No
178	2.98	47.98	19.42	28.56	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
179	2.99	48.15	19.52	28.62	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
180	3.00	48.31	19.62	28.69	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
181	3.01	48.47	19.72	28.75	0.96	0.284	1.43	0.199	1.10	1.00	0.239	No
182	3.02	48.63	19.82	28.82	0.96	0.285	1.43	0.199	1.10	1.00	0.240	No
183	3.03	48.80	19.91	28.88	0.96	0.285	1.43	0.199	1.10	1.00	0.240	No
184	3.04	48.96	20.01	28.95	0.96	0.285	1.43	0.200	1.10	1.00	0.240	No
185	3.05	49.12	20.11	29.01	0.96	0.285	1.43	0.200	1.10	1.00	0.241	No
186	3.06	49.28	20.21	29.07	0.96	0.286	1.43	0.200	1.10	1.00	0.241	No
187	3.07	49.45	20.31	29.14	0.96	0.286	1.43	0.200	1.10	1.00	0.241	No
188	3.08	49.61	20.40	29.20	0.96	0.286	1.43	0.200	1.10	1.00	0.242	No
189	3.09	49.77	20.50	29.27	0.96	0.286	1.43	0.201	1.10	1.00	0.242	No
190	3.10	49.93	20.60	29.33	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.242	No
191	3.11	50.10	20.70	29.40	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.242	No
192	3.12	50.26	20.80	29.46	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.241	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
193	3.13	50.43	20.90	29.53	0.96	0.287	1.43	0.201	1.10	1.00	0.240	No
194	3.14	50.59	20.99	29.60	0.96	0.288	1.43	0.201	1.10	1.00	0.240	No
195	3.15	50.76	21.09	29.67	0.96	0.288	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
196	3.16	50.93	21.19	29.74	0.96	0.288	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
197	3.17	51.10	21.29	29.81	0.96	0.288	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
198	3.18	51.27	21.39	29.88	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.239	No
199	3.19	51.44	21.48	29.95	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.240	No
200	3.20	51.61	21.58	30.02	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.241	No
201	3.21	51.77	21.68	30.09	0.96	0.289	1.43	0.202	1.10	1.00	0.242	No
202	3.22	51.94	21.78	30.17	0.96	0.289	1.43	0.203	1.10	1.00	0.242	No
203	3.23	52.11	21.88	30.24	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.243	No
204	3.24	52.28	21.97	30.31	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.243	No
205	3.25	52.45	22.07	30.38	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
206	3.26	52.62	22.17	30.45	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
207	3.27	52.79	22.27	30.53	0.96	0.290	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
208	3.28	52.96	22.37	30.60	0.96	0.291	1.43	0.203	1.10	1.00	0.244	No
209	3.29	53.13	22.46	30.67	0.96	0.291	1.43	0.203	1.10	1.00	0.245	No
210	3.30	53.30	22.56	30.74	0.96	0.291	1.43	0.204	1.10	1.00	0.245	No
211	3.31	53.47	22.66	30.81	0.96	0.291	1.43	0.204	1.10	1.00	0.245	No
212	3.32	53.64	22.76	30.88	0.96	0.291	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
213	3.33	53.81	22.86	30.95	0.96	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
214	3.34	53.97	22.96	31.02	0.96	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
215	3.35	54.14	23.05	31.09	0.96	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.246	No
216	3.36	54.31	23.15	31.16	0.95	0.292	1.43	0.204	1.10	1.00	0.247	No
217	3.37	54.47	23.25	31.22	0.95	0.292	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
218	3.38	54.64	23.35	31.29	0.95	0.292	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
219	3.39	54.81	23.45	31.36	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
220	3.40	54.97	23.54	31.43	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
221	3.41	55.14	23.64	31.49	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
222	3.42	55.30	23.74	31.56	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.247	No
223	3.43	55.46	23.84	31.63	0.95	0.293	1.43	0.205	1.10	1.00	0.248	No
224	3.44	55.63	23.94	31.69	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
225	3.45	55.79	24.03	31.76	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
226	3.46	55.96	24.13	31.82	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
227	3.47	56.12	24.23	31.89	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.249	No
228	3.48	56.29	24.33	31.96	0.95	0.294	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
229	3.49	56.45	24.43	32.03	0.95	0.295	1.43	0.206	1.10	1.00	0.248	No
230	3.50	56.62	24.53	32.10	0.95	0.295	1.43	0.206	1.10	1.00	0.249	No
231	3.51	56.79	24.62	32.16	0.95	0.295	1.43	0.206	1.10	1.00	0.249	No
232	3.52	56.95	24.72	32.23	0.95	0.295	1.43	0.207	1.10	1.00	0.250	No
233	3.53	57.12	24.82	32.30	0.95	0.295	1.43	0.207	1.09	1.00	0.253	No
234	3.54	57.28	24.92	32.36	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.252	No
235	3.55	57.45	25.02	32.43	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.251	No
236	3.56	57.61	25.11	32.50	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.251	No
237	3.57	57.77	25.21	32.56	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.252	No
238	3.58	57.94	25.31	32.63	0.95	0.296	1.43	0.207	1.09	1.00	0.252	No
239	3.59	58.10	25.41	32.69	0.95	0.296	1.43	0.208	1.09	1.00	0.252	No
240	3.60	58.26	25.51	32.75	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.252	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
241	3.61	58.42	25.60	32.81	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.252	No
242	3.62	58.58	25.70	32.88	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.251	No
243	3.63	58.74	25.80	32.94	0.95	0.297	1.43	0.208	1.09	1.00	0.251	No
244	3.64	58.90	25.90	33.00	0.95	0.297	1.43	0.208	1.10	1.00	0.251	No
245	3.65	59.06	26.00	33.06	0.95	0.298	1.43	0.208	1.10	1.00	0.251	No
246	3.66	59.22	26.09	33.13	0.95	0.298	1.43	0.208	1.10	1.00	0.251	No
247	3.67	59.38	26.19	33.19	0.95	0.298	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
248	3.68	59.54	26.29	33.25	0.95	0.298	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
249	3.69	59.71	26.39	33.32	0.95	0.298	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
250	3.70	59.87	26.49	33.38	0.95	0.299	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
251	3.71	60.03	26.59	33.44	0.95	0.299	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
252	3.72	60.19	26.68	33.51	0.95	0.299	1.43	0.209	1.09	1.00	0.252	No
253	3.73	60.36	26.78	33.57	0.95	0.299	1.43	0.209	1.10	1.00	0.252	No
254	3.74	60.52	26.88	33.64	0.95	0.299	1.43	0.209	1.10	1.00	0.250	No
255	3.75	60.69	26.98	33.71	0.95	0.299	1.43	0.210	1.10	1.00	0.250	No
256	3.76	60.85	27.08	33.78	0.95	0.300	1.43	0.210	1.10	1.00	0.251	No
257	3.77	61.02	27.17	33.84	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.252	No
258	3.78	61.18	27.27	33.91	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.253	No
259	3.79	61.35	27.37	33.98	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.254	No
260	3.80	61.51	27.47	34.04	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.256	No
261	3.81	61.67	27.57	34.11	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.256	No
262	3.82	61.84	27.66	34.17	0.95	0.300	1.43	0.210	1.09	1.00	0.257	No
263	3.83	62.00	27.76	34.24	0.95	0.301	1.43	0.210	1.09	1.00	0.257	No
264	3.84	62.16	27.86	34.30	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.257	No
265	3.85	62.32	27.96	34.36	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.257	No
266	3.86	62.48	28.06	34.42	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
267	3.87	62.64	28.15	34.49	0.95	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
268	3.88	62.80	28.25	34.55	0.94	0.301	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
269	3.89	62.96	28.35	34.61	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
270	3.90	63.12	28.45	34.67	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
271	3.91	63.28	28.55	34.73	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.258	No
272	3.92	63.43	28.65	34.79	0.94	0.302	1.43	0.211	1.09	1.00	0.259	No
273	3.93	63.59	28.74	34.85	0.94	0.302	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
274	3.94	63.74	28.84	34.90	0.94	0.302	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
275	3.95	63.90	28.94	34.96	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
276	3.96	64.05	29.04	35.01	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
277	3.97	64.20	29.14	35.07	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
278	3.98	64.36	29.23	35.12	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
279	3.99	64.51	29.33	35.18	0.94	0.303	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
280	4.00	64.67	29.43	35.24	0.94	0.304	1.43	0.212	1.09	1.00	0.259	No
281	4.01	64.82	29.53	35.29	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.259	No
282	4.02	64.98	29.63	35.35	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.259	No
283	4.03	65.13	29.72	35.41	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.259	No
284	4.04	65.29	29.82	35.47	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.260	No
285	4.05	65.45	29.92	35.53	0.94	0.304	1.43	0.213	1.09	1.00	0.260	No
286	4.06	65.60	30.02	35.58	0.94	0.305	1.43	0.213	1.09	1.00	0.260	No
287	4.07	65.76	30.12	35.64	0.94	0.305	1.43	0.213	1.09	1.00	0.261	No
288	4.08	65.92	30.21	35.70	0.94	0.305	1.43	0.213	1.09	1.00	0.261	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
289	4.09	66.08	30.31	35.77	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.261	No
290	4.10	66.24	30.41	35.83	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
291	4.11	66.40	30.51	35.89	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
292	4.12	66.56	30.61	35.95	0.94	0.305	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
293	4.13	66.72	30.71	36.02	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.259	No
294	4.14	66.88	30.80	36.08	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.259	No
295	4.15	67.04	30.90	36.14	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.259	No
296	4.16	67.21	31.00	36.21	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.260	No
297	4.17	67.37	31.10	36.27	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.261	No
298	4.18	67.53	31.20	36.33	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.261	No
299	4.19	67.69	31.29	36.40	0.94	0.306	1.43	0.214	1.09	1.00	0.262	No
300	4.20	67.85	31.39	36.46	0.94	0.307	1.43	0.215	1.09	1.00	0.262	No
301	4.21	68.01	31.49	36.52	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.263	No
302	4.22	68.17	31.59	36.58	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
303	4.23	68.33	31.69	36.65	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
304	4.24	68.49	31.78	36.71	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
305	4.25	68.65	31.88	36.77	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
306	4.26	68.81	31.98	36.83	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
307	4.27	68.97	32.08	36.89	0.94	0.307	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
308	4.28	69.13	32.18	36.95	0.94	0.308	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
309	4.29	69.29	32.27	37.02	0.94	0.308	1.43	0.215	1.08	1.00	0.264	No
310	4.30	69.45	32.37	37.08	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.264	No
311	4.31	69.61	32.47	37.14	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.265	No
312	4.32	69.77	32.57	37.20	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.265	No
313	4.33	69.92	32.67	37.25	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.266	No
314	4.34	70.08	32.77	37.31	0.94	0.308	1.43	0.216	1.08	1.00	0.266	No
315	4.35	70.23	32.86	37.37	0.94	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.266	No
316	4.36	70.39	32.96	37.42	0.94	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
317	4.37	70.54	33.06	37.48	0.94	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
318	4.38	70.69	33.16	37.53	0.93	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
319	4.39	70.84	33.26	37.59	0.93	0.309	1.43	0.216	1.08	1.00	0.267	No
320	4.40	70.99	33.35	37.64	0.93	0.309	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
321	4.41	71.14	33.45	37.69	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
322	4.42	71.30	33.55	37.75	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
323	4.43	71.45	33.65	37.80	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
324	4.44	71.60	33.75	37.85	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
325	4.45	71.75	33.84	37.91	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
326	4.46	71.90	33.94	37.96	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
327	4.47	72.05	34.04	38.01	0.93	0.310	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
328	4.48	72.20	34.14	38.06	0.93	0.311	1.43	0.217	1.08	1.00	0.268	No
329	4.49	72.36	34.24	38.12	0.93	0.311	1.43	0.217	1.08	1.00	0.267	No
330	4.50	72.51	34.34	38.18	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
331	4.51	72.67	34.43	38.24	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
332	4.52	72.83	34.53	38.29	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
333	4.53	72.98	34.63	38.35	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
334	4.54	73.14	34.73	38.41	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
335	4.55	73.29	34.83	38.47	0.93	0.311	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No
336	4.56	73.45	34.92	38.53	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.268	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
337	4.57	73.61	35.02	38.58	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
338	4.58	73.76	35.12	38.64	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
339	4.59	73.92	35.22	38.70	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
340	4.60	74.07	35.32	38.75	0.93	0.312	1.43	0.218	1.08	1.00	0.269	No
341	4.61	74.23	35.41	38.81	0.93	0.312	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
342	4.62	74.38	35.51	38.87	0.93	0.312	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
343	4.63	74.54	35.61	38.93	0.93	0.312	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
344	4.64	74.69	35.71	38.98	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
345	4.65	74.85	35.81	39.04	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.269	No
346	4.66	75.00	35.90	39.10	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
347	4.67	75.16	36.00	39.16	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
348	4.68	75.32	36.10	39.22	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
349	4.69	75.47	36.20	39.27	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
350	4.70	75.63	36.30	39.33	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
351	4.71	75.78	36.40	39.39	0.93	0.313	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
352	4.72	75.94	36.49	39.45	0.93	0.314	1.43	0.219	1.08	1.00	0.270	No
353	4.73	76.10	36.59	39.51	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
354	4.74	76.26	36.69	39.57	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
355	4.75	76.41	36.79	39.63	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
356	4.76	76.57	36.89	39.68	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
357	4.77	76.73	36.98	39.74	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
358	4.78	76.88	37.08	39.80	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.271	No
359	4.79	77.04	37.18	39.86	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
360	4.80	77.20	37.28	39.92	0.93	0.314	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
361	4.81	77.35	37.38	39.98	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
362	4.82	77.51	37.47	40.04	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
363	4.83	77.67	37.57	40.10	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
364	4.84	77.82	37.67	40.15	0.93	0.315	1.43	0.220	1.08	1.00	0.272	No
365	4.85	77.98	37.77	40.21	0.93	0.315	1.43	0.220	1.07	1.00	0.273	No
366	4.86	78.14	37.87	40.27	0.93	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
367	4.87	78.29	37.96	40.33	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
368	4.88	78.45	38.06	40.38	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
369	4.89	78.60	38.16	40.44	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
370	4.90	78.76	38.26	40.50	0.92	0.315	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
371	4.91	78.91	38.36	40.55	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
372	4.92	79.06	38.46	40.61	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
373	4.93	79.22	38.55	40.66	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
374	4.94	79.37	38.65	40.72	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
375	4.95	79.53	38.75	40.78	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
376	4.96	79.68	38.85	40.84	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.273	No
377	4.97	79.84	38.95	40.89	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.274	No
378	4.98	79.99	39.04	40.95	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.274	No
379	4.99	80.15	39.14	41.01	0.92	0.316	1.43	0.221	1.07	1.00	0.274	No
380	5.00	80.31	39.24	41.07	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.274	No
381	5.01	80.46	39.34	41.12	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.274	No
382	5.02	80.62	39.44	41.18	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
383	5.03	80.78	39.53	41.24	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
384	5.04	80.93	39.63	41.30	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
385	5.05	81.09	39.73	41.36	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
386	5.06	81.25	39.83	41.42	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.275	No
387	5.07	81.40	39.93	41.47	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
388	5.08	81.56	40.02	41.53	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
389	5.09	81.71	40.12	41.59	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
390	5.10	81.86	40.22	41.64	0.92	0.317	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
391	5.11	82.01	40.32	41.70	0.92	0.318	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
392	5.12	82.17	40.42	41.75	0.92	0.318	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
393	5.13	82.32	40.52	41.80	0.92	0.318	1.43	0.222	1.07	1.00	0.276	No
394	5.14	82.47	40.61	41.85	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.276	No
395	5.15	82.62	40.71	41.90	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
396	5.16	82.77	40.81	41.96	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
397	5.17	82.91	40.91	42.01	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
398	5.18	83.06	41.01	42.06	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
399	5.19	83.21	41.10	42.11	0.92	0.318	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
400	5.20	83.36	41.20	42.16	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.277	No
401	5.21	83.51	41.30	42.21	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
402	5.22	83.67	41.40	42.27	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
403	5.23	83.82	41.50	42.32	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
404	5.24	83.97	41.59	42.37	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
405	5.25	84.12	41.69	42.42	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
406	5.26	84.27	41.79	42.47	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.278	No
407	5.27	84.41	41.89	42.52	0.92	0.319	1.43	0.223	1.07	1.00	0.279	No
408	5.28	84.56	41.99	42.57	0.92	0.319	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
409	5.29	84.71	42.08	42.62	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
410	5.30	84.85	42.18	42.67	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
411	5.31	85.00	42.28	42.72	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
412	5.32	85.14	42.38	42.76	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
413	5.33	85.29	42.48	42.81	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
414	5.34	85.43	42.58	42.85	0.92	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.279	No
415	5.35	85.57	42.67	42.90	0.91	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
416	5.36	85.71	42.77	42.94	0.91	0.320	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
417	5.37	85.85	42.87	42.99	0.91	0.321	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
418	5.38	86.00	42.97	43.03	0.91	0.321	1.43	0.224	1.07	1.00	0.280	No
419	5.39	86.14	43.07	43.08	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
420	5.40	86.29	43.16	43.12	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
421	5.41	86.43	43.26	43.17	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
422	5.42	86.58	43.36	43.22	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.280	No
423	5.43	86.73	43.46	43.27	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
424	5.44	86.87	43.56	43.32	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
425	5.45	87.02	43.65	43.37	0.91	0.321	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
426	5.46	87.17	43.75	43.41	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
427	5.47	87.31	43.85	43.46	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
428	5.48	87.45	43.95	43.50	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
429	5.49	87.59	44.05	43.55	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.281	No
430	5.50	87.73	44.15	43.59	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.282	No
431	5.51	87.87	44.24	43.63	0.91	0.322	1.43	0.225	1.07	1.00	0.282	No
432	5.52	88.01	44.34	43.67	0.91	0.322	1.43	0.226	1.07	1.00	0.282	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
433	5.53	88.15	44.44	43.71	0.91	0.322	1.43	0.226	1.07	1.00	0.282	No
434	5.54	88.28	44.54	43.75	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
435	5.55	88.42	44.64	43.79	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
436	5.56	88.56	44.73	43.83	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
437	5.57	88.70	44.83	43.86	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
438	5.58	88.83	44.93	43.90	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
439	5.59	88.97	45.03	43.94	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.283	No
440	5.60	89.11	45.13	43.98	0.91	0.323	1.43	0.226	1.07	1.00	0.284	No
441	5.61	89.25	45.22	44.02	0.91	0.324	1.43	0.226	1.07	1.00	0.284	No
442	5.62	89.38	45.32	44.06	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
443	5.63	89.52	45.42	44.10	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
444	5.64	89.66	45.52	44.14	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
445	5.65	89.80	45.62	44.18	0.91	0.324	1.43	0.227	1.06	1.00	0.284	No
446	5.66	89.93	45.71	44.22	0.91	0.324	1.43	0.227	1.06	1.00	0.285	No
447	5.67	90.07	45.81	44.26	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
448	5.68	90.21	45.91	44.30	0.91	0.324	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
449	5.69	90.34	46.01	44.34	0.91	0.325	1.43	0.227	1.06	1.00	0.285	No
450	5.70	90.48	46.11	44.37	0.91	0.325	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
451	5.71	90.62	46.21	44.41	0.91	0.325	1.43	0.227	1.07	1.00	0.285	No
452	5.72	90.76	46.30	44.45	0.91	0.325	1.43	0.227	1.07	1.00	0.284	No
453	5.73	90.89	46.40	44.49	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.284	No
454	5.74	91.03	46.50	44.53	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
455	5.75	91.18	46.60	44.58	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
456	5.76	91.33	46.70	44.64	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.281	No
457	5.77	91.49	46.79	44.69	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
458	5.78	91.64	46.89	44.75	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
459	5.79	91.80	46.99	44.81	0.91	0.325	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
460	5.80	91.96	47.09	44.87	0.91	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
461	5.81	92.12	47.19	44.93	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
462	5.82	92.28	47.28	44.99	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
463	5.83	92.44	47.38	45.06	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
464	5.84	92.60	47.48	45.12	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
465	5.85	92.75	47.58	45.17	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
466	5.86	92.91	47.68	45.23	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.284	No
467	5.87	93.06	47.77	45.29	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.285	No
468	5.88	93.22	47.87	45.35	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.284	No
469	5.89	93.37	47.97	45.40	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
470	5.90	93.53	48.07	45.46	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
471	5.91	93.69	48.17	45.52	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.281	No
472	5.92	93.85	48.27	45.58	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
473	5.93	94.01	48.36	45.64	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
474	5.94	94.17	48.46	45.71	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.275	No
475	5.95	94.34	48.56	45.78	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.274	No
476	5.96	94.51	48.66	45.85	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.273	No
477	5.97	94.68	48.76	45.92	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.273	No
478	5.98	94.85	48.85	45.99	0.90	0.326	1.43	0.228	1.08	1.00	0.272	No
479	5.99	95.01	48.95	46.06	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.275	No
480	6.00	95.18	49.05	46.13	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.274	No

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (KPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR^*	Belongs to transition
481	6.01	95.35	49.15	46.20	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.277	No
482	6.02	95.51	49.25	46.26	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.279	No
483	6.03	95.67	49.34	46.33	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.280	No
484	6.04	95.84	49.44	46.39	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.281	No
485	6.05	96.00	49.54	46.46	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.282	No
486	6.06	96.16	49.64	46.52	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
487	6.07	96.32	49.74	46.58	0.90	0.326	1.43	0.228	1.07	1.00	0.283	No
488	6.08	96.48	49.83	46.64	0.90	0.326	1.43	0.228	1.06	1.00	0.284	No
489	6.09	96.63	49.93	46.70	0.90	0.326	1.43	0.228	1.06	1.00	0.285	No
490	6.10	96.79	50.03	46.76	0.90	0.326	1.43	0.228	1.06	1.00	0.286	No
491	6.11	96.94	50.13	46.81	0.90	0.326	1.43	0.229	1.06	1.00	0.285	No
492	6.12	97.09	50.23	46.87	0.90	0.327	1.43	0.229	1.06	1.00	0.284	No
493	6.13	97.25	50.33	46.92	0.90	0.327	1.43	0.229	1.06	1.00	0.284	No
494	6.14	97.40	50.42	46.98	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.283	No
495	6.15	97.56	50.52	47.03	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.282	No
496	6.16	97.71	50.62	47.09	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.282	No
497	6.17	97.87	50.72	47.15	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
498	6.18	98.02	50.82	47.21	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.282	No
499	6.19	98.18	50.91	47.27	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
500	6.20	98.34	51.01	47.33	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
501	6.21	98.50	51.11	47.39	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
502	6.22	98.66	51.21	47.45	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
503	6.23	98.83	51.31	47.52	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.281	No
504	6.24	98.99	51.40	47.59	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.280	No
505	6.25	99.16	51.50	47.66	0.90	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.279	No
506	6.26	99.33	51.60	47.73	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.278	No
507	6.27	99.50	51.70	47.80	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.277	No
508	6.28	99.67	51.80	47.87	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.277	No
509	6.29	99.84	51.89	47.95	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.276	No
510	6.30	100.01	51.99	48.02	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.275	No
511	6.31	100.19	52.09	48.10	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.275	No
512	6.32	100.36	52.19	48.17	0.89	0.327	1.43	0.229	1.07	1.00	0.274	No
513	6.33	100.54	52.29	48.25	0.89	0.327	1.43	0.229	1.08	1.00	0.265	No
514	6.34	100.72	52.39	48.33	0.89	0.327	1.43	0.229	1.06	1.00	0.284	No
515	6.35	100.90	52.48	48.41	0.89	0.327	1.43	0.229	1.10	1.00	0.232	No
516	6.36	101.07	52.58	48.49	0.89	0.327	1.43	0.229	1.10	1.00	0.222	No
517	6.37	101.25	52.68	48.57	0.89	0.327	1.43	0.229	1.10	1.00	0.213	No
518	6.38	101.43	52.78	48.65	0.89	0.326	1.43	0.229	1.10	1.00	0.181	No
519	6.39	101.61	52.88	48.74	0.89	0.326	1.43	0.228	1.10	1.00	0.181	No
520	6.40	101.80	52.97	48.83	0.89	0.326	1.43	0.228	1.10	1.00	0.180	No

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
σ_v: Total overburden pressure at test point (kPa)
u_0: Water pressure at test point (kPa)
σ_v': Effective overburden pressure based on GWT during earthquake (kPa)
r_d: Nonlinear shear mass factor
CSR: Cyclic Stress Ratio
MSF: Magnitude Scaling Factor
CSR_{eq}: CSR adjusted for M=7.5
K_σ: Effective overburden stress factor
CSR^*: CSR fully adjusted

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
1	1.21	0.97	92.47	2.87	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
2	1.22	2.85	42.43	2.24	0.54	1.70	30.54	50.67	81.20	0.117	No	No	0.71
3	1.23	5.05	18.47	1.94	0.42	1.70	103.85	33.54	137.40	0.224	No	No	1.58
4	1.24	6.95	0.00	1.41	0.46	1.70	119.62	0.00	119.62	0.171	No	No	1.12
5	1.25	7.89	0.00	1.43	0.45	1.70	126.17	0.00	126.17	0.187	No	No	1.25
6	1.26	8.42	0.00	1.53	0.40	1.70	151.50	0.00	151.50	0.299	No	No	2.00
7	1.27	8.63	0.00	1.62	0.41	1.70	146.30	0.00	146.30	0.266	No	No	1.91
8	1.28	8.32	0.53	1.72	0.43	1.70	136.57	0.00	136.57	0.220	No	No	1.51
9	1.29	7.78	9.40	1.83	0.42	1.70	135.90	6.94	142.84	0.248	No	No	1.74
10	1.30	7.35	16.78	1.92	0.40	1.70	118.95	30.35	149.30	0.284	No	No	2.00
11	1.31	6.87	24.50	2.02	0.38	1.70	115.09	49.30	164.39	0.422	No	No	2.00
12	1.32	6.37	32.34	2.12	0.37	1.70	111.74	61.05	172.79	0.554	No	No	2.00
13	1.33	5.92	39.07	2.20	0.39	1.70	93.96	63.85	157.81	0.350	No	No	2.00
14	1.34	5.39	47.26	2.30	0.38	1.70	92.45	69.04	161.48	0.387	No	No	2.00
15	1.35	5.25	50.01	2.34	0.40	1.70	84.73	68.45	153.18	0.311	No	No	2.00
16	1.36	5.10	52.75	2.37	0.39	1.70	87.24	70.39	157.63	0.349	No	No	2.00
17	1.37	5.04	54.40	2.39	0.39	1.70	84.90	70.45	155.34	0.329	No	No	2.00
18	1.38	4.94	56.46	2.42	0.40	1.70	81.37	70.29	151.66	0.300	No	No	2.00
19	1.39	4.80	58.83	2.45	0.40	1.70	82.21	71.37	153.58	0.314	No	No	2.00
20	1.40	4.67	60.58	2.47	0.41	1.70	78.02	70.78	148.79	0.281	No	No	1.94
21	1.41	4.48	63.24	2.50	0.41	1.70	74.83	70.68	145.51	0.262	No	No	1.77
22	1.42	4.38	64.93	2.52	0.41	1.70	72.82	70.57	143.39	0.251	No	No	1.68
23	1.43	4.22	67.28	2.55	0.41	1.70	72.82	71.18	143.99	0.254	No	No	1.70
24	1.44	4.08	69.11	2.58	0.43	1.70	66.94	69.92	136.86	0.222	No	No	1.43
25	1.45	3.95	70.46	2.59	0.43	1.70	65.60	69.83	135.43	0.216	No	No	1.38
26	1.46	3.91	70.20	2.59	0.43	1.70	66.27	69.97	136.24	0.219	No	No	1.40
27	1.47	3.90	69.75	2.58	0.43	1.70	64.93	69.48	134.41	0.212	No	No	1.35
28	1.48	3.87	69.86	2.59	0.43	1.70	64.93	69.50	134.43	0.212	No	No	1.34
29	1.49	3.80	68.85	2.57	0.43	1.70	64.93	69.27	134.20	0.212	No	No	1.33
30	1.50	3.69	67.91	2.56	0.44	1.70	61.41	68.03	129.44	0.196	No	No	1.21
31	1.51	3.55	66.85	2.55	0.44	1.70	59.56	67.25	126.81	0.188	No	No	1.15
32	1.52	3.44	67.24	2.55	0.45	1.70	57.55	66.76	124.31	0.182	No	No	1.09
33	1.53	3.34	67.63	2.56	0.45	1.70	56.04	66.42	122.45	0.177	No	No	1.06
34	1.54	3.26	68.03	2.56	0.46	1.70	54.36	66.02	120.38	0.172	No	No	1.02
35	1.55	3.21	68.10	2.56	0.46	1.70	53.52	65.79	119.32	0.170	No	No	1.00
36	1.56	3.18	68.00	2.56	0.46	1.70	53.52	65.77	119.29	0.170	No	No	0.99
37	1.57	3.16	67.42	2.56	0.46	1.70	52.85	65.45	118.30	0.168	No	No	0.97
38	1.58	3.14	66.85	2.55	0.46	1.70	52.51	65.22	117.73	0.167	No	No	0.96
39	1.59	3.13	66.32	2.54	0.46	1.70	52.68	65.14	117.83	0.167	No	No	0.96
40	1.60	3.11	66.43	2.54	0.46	1.70	52.35	65.07	117.42	0.166	No	No	0.95
41	1.61	3.06	67.11	2.55	0.46	1.70	51.68	65.04	116.71	0.164	No	No	0.94
42	1.62	2.97	68.75	2.57	0.47	1.70	50.33	65.01	115.35	0.162	No	No	0.92
43	1.63	2.83	71.52	2.61	0.47	1.70	47.82	0.00	47.82	4.000	No	Yes	2.00
44	1.64	2.64	75.90	2.66	0.48	1.70	44.63	0.00	44.63	4.000	No	Yes	2.00
45	1.65	2.46	80.34	2.72	0.49	1.70	40.43	0.00	40.43	4.000	No	Yes	2.00
46	1.66	2.32	83.98	2.76	0.49	1.70	38.59	0.00	38.59	4.000	No	Yes	2.00
47	1.67	2.27	85.56	2.78	0.49	1.70	37.75	0.00	37.75	4.000	No	Yes	2.00
48	1.68	2.26	86.03	2.79	0.49	1.70	37.75	0.00	37.75	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
49	1.69	2.28	85.81	2.79	0.49	1.70	38.25	0.00	38.25	4.000	No	Yes	2.00
50	1.70	2.34	84.44	2.77	0.49	1.70	38.76	0.00	38.76	4.000	No	Yes	2.00
51	1.71	2.43	82.41	2.74	0.49	1.70	40.94	0.00	40.94	4.000	No	Yes	2.00
52	1.72	2.55	79.75	2.71	0.48	1.70	42.78	0.00	42.78	4.000	No	Yes	2.00
53	1.73	2.65	77.29	2.68	0.48	1.70	44.46	0.00	44.46	4.000	No	Yes	2.00
54	1.74	2.74	74.34	2.64	0.48	1.70	45.97	0.00	45.97	4.000	No	Yes	2.00
55	1.75	2.82	71.68	2.61	0.47	1.70	47.31	0.00	47.31	4.000	No	Yes	2.00
56	1.76	2.88	69.60	2.58	0.47	1.70	48.82	64.76	113.58	0.158	No	No	0.87
57	1.77	2.93	67.54	2.56	0.47	1.70	48.82	64.31	113.13	0.158	No	No	0.86
58	1.78	2.94	65.87	2.54	0.47	1.70	49.66	64.17	113.83	0.159	No	No	0.87
59	1.79	2.95	64.19	2.51	0.47	1.70	49.66	63.76	113.42	0.158	No	No	0.86
60	1.80	2.90	63.76	2.51	0.47	1.70	49.33	63.56	112.88	0.157	No	No	0.85
61	1.81	2.82	63.48	2.51	0.48	1.70	47.15	62.87	110.01	0.152	No	No	0.81
62	1.82	2.71	63.77	2.51	0.48	1.70	45.64	62.51	108.14	0.149	No	No	0.79
63	1.83	2.61	64.52	2.52	0.49	1.70	43.62	62.12	105.74	0.145	No	No	0.77
64	1.84	2.50	65.83	2.54	0.49	1.70	42.11	61.99	104.10	0.143	No	No	0.75
65	1.85	2.40	67.46	2.56	0.49	1.70	40.10	61.77	101.87	0.140	No	No	0.73
66	1.86	2.31	69.38	2.58	0.50	1.70	38.59	61.73	100.32	0.138	No	No	0.71
67	1.87	2.26	71.27	2.60	0.50	1.70	37.75	0.00	37.75	4.000	No	Yes	2.00
68	1.88	2.22	73.07	2.63	0.50	1.70	37.25	0.00	37.25	4.000	No	Yes	2.00
69	1.89	2.17	75.25	2.65	0.50	1.70	36.58	0.00	36.58	4.000	No	Yes	2.00
70	1.90	2.08	78.16	2.69	0.50	1.70	35.23	0.00	35.23	4.000	No	Yes	2.00
71	1.91	1.97	81.85	2.74	0.51	1.70	33.05	0.00	33.05	4.000	No	Yes	2.00
72	1.92	1.85	85.78	2.78	0.51	1.70	30.87	0.00	30.87	4.000	No	Yes	2.00
73	1.93	1.74	89.59	2.83	0.52	1.70	29.19	0.00	29.19	4.000	No	Yes	2.00
74	1.94	1.64	92.95	2.87	0.52	1.70	27.35	0.00	27.35	4.000	No	Yes	2.00
75	1.95	1.54	96.58	2.92	0.53	1.70	26.01	0.00	26.01	4.000	No	Yes	2.00
76	1.96	1.45	99.80	2.96	0.53	1.70	23.99	0.00	23.99	4.000	No	Yes	2.00
77	1.97	1.37	100.00	3.00	0.54	1.70	22.82	0.00	22.82	4.000	No	Yes	2.00
78	1.98	1.31	100.00	3.02	0.54	1.70	21.81	0.00	21.81	4.000	No	Yes	2.00
79	1.99	1.26	100.00	3.04	0.54	1.70	20.80	0.00	20.80	4.000	No	Yes	2.00
80	2.00	1.22	100.00	3.05	0.55	1.70	20.13	0.00	20.13	4.000	No	Yes	2.00
81	2.01	1.20	100.00	3.05	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
82	2.02	1.19	100.00	3.04	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
83	2.03	1.18	100.00	3.02	0.55	1.70	19.63	0.00	19.63	4.000	No	Yes	2.00
84	2.04	1.19	100.00	2.99	0.55	1.70	18.62	0.00	18.62	4.000	No	Yes	2.00
85	2.05	1.19	100.00	2.97	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
86	2.06	1.21	97.71	2.93	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
87	2.07	1.20	95.51	2.91	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
88	2.08	1.22	92.84	2.87	0.55	1.70	19.80	0.00	19.80	4.000	No	Yes	2.00
89	2.09	1.25	89.91	2.84	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
90	2.10	1.24	88.57	2.82	0.54	1.70	21.31	0.00	21.31	4.000	No	Yes	2.00
91	2.11	1.25	86.66	2.80	0.55	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
92	2.12	1.22	86.25	2.79	0.55	1.70	20.47	0.00	20.47	4.000	No	Yes	2.00
93	2.13	1.24	85.67	2.78	0.55	1.70	19.97	0.00	19.97	4.000	No	Yes	2.00
94	2.14	1.22	86.21	2.79	0.55	1.70	19.80	0.00	19.80	4.000	No	Yes	2.00
95	2.15	1.21	86.82	2.80	0.55	1.70	19.80	0.00	19.80	4.000	No	Yes	2.00
96	2.16	1.20	87.43	2.81	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
97	2.17	1.19	87.57	2.81	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
98	2.18	1.19	87.51	2.81	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
99	2.19	1.20	87.43	2.81	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
100	2.20	1.20	87.71	2.81	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
101	2.21	1.19	88.49	2.82	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
102	2.22	1.19	89.13	2.83	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
103	2.23	1.19	89.75	2.83	0.55	1.70	19.29	0.00	19.29	4.000	No	Yes	2.00
104	2.24	1.19	90.03	2.84	0.55	1.70	19.46	0.00	19.46	4.000	No	Yes	2.00
105	2.25	1.18	90.37	2.84	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
106	2.26	1.17	90.92	2.85	0.55	1.70	19.13	0.00	19.13	4.000	No	Yes	2.00
107	2.27	1.17	91.16	2.85	0.55	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
108	2.28	1.14	92.06	2.86	0.55	1.70	18.79	0.00	18.79	4.000	No	Yes	2.00
109	2.29	1.12	93.19	2.88	0.55	1.70	18.12	0.00	18.12	4.000	No	Yes	2.00
110	2.30	1.09	94.86	2.90	0.56	1.70	17.62	0.00	17.62	4.000	No	Yes	2.00
111	2.31	1.07	95.89	2.91	0.56	1.70	17.28	0.00	17.28	4.000	No	Yes	2.00
112	2.32	1.05	96.79	2.92	0.56	1.70	17.28	0.00	17.28	4.000	No	Yes	2.00
113	2.33	1.04	97.56	2.93	0.56	1.70	16.95	0.00	16.95	4.000	No	Yes	2.00
114	2.34	1.02	98.35	2.94	0.56	1.70	16.61	0.00	16.61	4.000	No	Yes	2.00
115	2.35	1.01	98.74	2.95	0.56	1.70	16.44	0.00	16.44	4.000	No	Yes	2.00
116	2.36	1.01	99.00	2.95	0.56	1.70	16.44	0.00	16.44	4.000	No	Yes	2.00
117	2.37	0.90	100.00	2.99	0.56	1.70	16.27	0.00	16.27	4.000	No	Yes	2.00
118	2.38	0.88	100.00	3.00	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
119	2.39	0.86	100.00	3.01	0.56	1.70	15.44	0.00	15.44	4.000	No	Yes	2.00
120	2.40	0.93	100.00	2.97	0.56	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
121	2.41	0.92	100.00	2.97	0.56	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
122	2.42	0.92	100.00	2.98	0.56	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
123	2.43	0.91	100.00	2.98	0.56	1.70	14.76	0.00	14.76	4.000	No	Yes	2.00
124	2.44	0.91	100.00	2.97	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
125	2.45	0.91	100.00	2.96	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
126	2.46	0.91	99.88	2.96	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
127	2.47	0.92	97.85	2.94	0.56	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
128	2.48	0.91	96.73	2.92	0.56	1.70	15.27	0.00	15.27	4.000	No	Yes	2.00
129	2.49	0.88	96.66	2.92	0.57	1.70	14.60	0.00	14.60	4.000	No	Yes	2.00
130	2.50	0.84	99.84	2.96	0.57	1.70	13.59	0.00	13.59	4.000	No	Yes	2.00
131	2.51	0.80	100.00	3.00	0.57	1.70	13.25	0.00	13.25	4.000	No	Yes	2.00
132	2.52	0.77	100.00	3.04	0.57	1.70	12.75	0.00	12.75	4.000	No	Yes	2.00
133	2.53	0.73	100.00	3.07	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
134	2.54	0.72	100.00	3.08	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
135	2.55	0.73	100.00	3.06	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
136	2.56	0.75	100.00	3.03	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
137	2.57	0.76	100.00	3.00	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
138	2.58	0.76	100.00	2.99	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
139	2.59	0.74	100.00	2.99	0.58	1.70	11.74	0.00	11.74	4.000	No	Yes	2.00
140	2.60	0.71	100.00	3.00	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
141	2.61	0.69	100.00	3.01	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
142	2.62	0.67	100.00	3.02	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
143	2.63	0.65	100.00	3.04	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
144	2.64	0.62	100.00	3.06	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
145	2.65	0.59	100.00	3.09	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
146	2.66	0.57	100.00	3.12	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
147	2.67	0.56	100.00	3.13	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
148	2.68	0.56	100.00	3.12	0.59	1.70	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
149	2.69	0.57	100.00	3.11	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
150	2.70	0.59	100.00	3.08	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
151	2.71	0.61	100.00	3.06	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
152	2.72	0.63	100.00	3.03	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
153	2.73	0.66	100.00	3.00	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
154	2.74	0.69	99.27	2.95	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
155	2.75	0.73	95.53	2.91	0.58	1.70	11.74	0.00	11.74	4.000	No	Yes	2.00
156	2.76	0.74	93.28	2.88	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
157	2.77	0.73	94.01	2.89	0.58	1.70	11.74	0.00	11.74	4.000	No	Yes	2.00
158	2.78	0.70	95.97	2.91	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
159	2.79	0.66	97.77	2.93	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
160	2.80	0.64	99.01	2.95	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
161	2.81	0.62	100.00	2.97	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
162	2.82	0.60	100.00	3.00	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
163	2.83	0.58	100.00	3.03	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
164	2.84	0.57	100.00	3.03	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
165	2.85	0.59	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
166	2.86	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
167	2.87	0.62	100.00	2.97	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
168	2.88	0.64	99.24	2.95	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
169	2.89	0.65	98.28	2.94	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
170	2.90	0.66	97.19	2.93	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
171	2.91	0.67	96.63	2.92	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
172	2.92	0.68	96.68	2.92	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
173	2.93	0.67	97.89	2.94	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
174	2.94	0.67	98.68	2.95	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
175	2.95	0.68	98.18	2.94	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
176	2.96	0.70	96.88	2.92	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
177	2.97	0.73	95.38	2.90	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
178	2.98	0.75	94.58	2.89	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
179	2.99	0.77	93.86	2.89	0.58	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
180	3.00	0.78	93.55	2.88	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
181	3.01	0.78	93.38	2.88	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
182	3.02	0.78	93.77	2.88	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
183	3.03	0.77	94.51	2.89	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
184	3.04	0.75	95.36	2.90	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
185	3.05	0.73	96.97	2.92	0.58	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
186	3.06	0.70	99.28	2.95	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
187	3.07	0.67	100.00	2.98	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
188	3.08	0.66	100.00	3.00	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
189	3.09	0.67	100.00	3.00	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
190	3.10	0.71	100.00	2.96	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
191	3.11	0.83	92.81	2.87	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
192	3.12	0.98	84.91	2.77	0.56	1.70	16.11	0.00	16.11	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
193	3.13	1.13	77.90	2.69	0.56	1.70	18.29	0.00	18.29	4.000	No	Yes	2.00
194	3.14	1.24	73.81	2.64	0.55	1.70	20.47	0.00	20.47	4.000	No	Yes	2.00
195	3.15	1.32	71.17	2.60	0.55	1.70	22.15	0.00	22.15	4.000	No	Yes	2.00
196	3.16	1.38	69.90	2.59	0.54	1.70	23.32	57.39	80.71	0.117	No	No	0.49
197	3.17	1.38	71.18	2.60	0.54	1.70	23.82	0.00	23.82	4.000	No	Yes	2.00
198	3.18	1.33	74.20	2.64	0.55	1.70	22.31	0.00	22.31	4.000	No	Yes	2.00
199	3.19	1.24	79.08	2.70	0.55	1.70	20.80	0.00	20.80	4.000	No	Yes	2.00
200	3.20	1.14	84.09	2.76	0.55	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
201	3.21	1.05	89.02	2.83	0.56	1.70	17.28	0.00	17.28	4.000	No	Yes	2.00
202	3.22	0.96	94.48	2.89	0.56	1.70	16.27	0.00	16.27	4.000	No	Yes	2.00
203	3.23	0.89	99.45	2.96	0.57	1.70	14.60	0.00	14.60	4.000	No	Yes	2.00
204	3.24	0.82	100.00	3.02	0.57	1.70	13.76	0.00	13.76	4.000	No	Yes	2.00
205	3.25	0.79	100.00	3.05	0.57	1.70	12.75	0.00	12.75	4.000	No	Yes	2.00
206	3.26	0.77	100.00	3.07	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
207	3.27	0.77	100.00	3.06	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
208	3.28	0.77	100.00	3.05	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
209	3.29	0.76	100.00	3.05	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
210	3.30	0.75	100.00	3.06	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
211	3.31	0.74	100.00	3.06	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
212	3.32	0.74	100.00	3.06	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
213	3.33	0.73	100.00	3.05	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
214	3.34	0.72	100.00	3.05	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
215	3.35	0.71	100.00	3.05	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
216	3.36	0.70	100.00	3.05	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
217	3.37	0.70	100.00	3.05	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
218	3.38	0.70	100.00	3.03	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
219	3.39	0.72	100.00	3.01	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
220	3.40	0.75	100.00	2.98	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
221	3.41	0.77	99.19	2.95	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
222	3.42	0.78	98.26	2.94	0.57	1.70	12.58	0.00	12.58	4.000	No	Yes	2.00
223	3.43	0.77	98.16	2.94	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
224	3.44	0.76	98.13	2.94	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
225	3.45	0.75	98.03	2.94	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
226	3.46	0.75	97.87	2.94	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
227	3.47	0.78	97.75	2.93	0.57	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
228	3.48	0.79	98.92	2.95	0.57	1.70	13.76	0.00	13.76	4.000	No	Yes	2.00
229	3.49	0.79	100.00	2.98	0.57	1.70	12.92	0.00	12.92	4.000	No	Yes	2.00
230	3.50	0.75	100.00	3.01	0.57	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
231	3.51	0.72	100.00	3.05	0.57	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
232	3.52	0.62	100.00	3.13	0.58	1.70	11.24	0.00	11.24	4.000	No	Yes	2.00
233	3.53	0.57	100.00	3.17	0.59	1.70	6.88	0.00	6.88	4.000	No	Yes	2.00
234	3.54	0.57	100.00	3.15	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
235	3.55	0.65	100.00	3.07	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
236	3.56	0.67	100.00	3.03	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
237	3.57	0.65	100.00	3.03	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
238	3.58	0.64	100.00	3.03	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
239	3.59	0.65	100.00	3.01	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
240	3.60	0.69	99.54	2.96	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
241	3.61	0.75	94.35	2.89	0.58	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
242	3.62	0.82	88.63	2.82	0.57	1.70	12.92	0.00	12.92	4.000	No	Yes	2.00
243	3.63	0.88	84.49	2.77	0.57	1.70	13.93	0.00	13.93	4.000	No	Yes	2.00
244	3.64	0.92	81.55	2.73	0.57	1.70	14.76	0.00	14.76	4.000	No	Yes	2.00
245	3.65	0.93	80.32	2.72	0.57	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
246	3.66	0.91	81.85	2.74	0.57	1.70	15.10	0.00	15.10	4.000	No	Yes	2.00
247	3.67	0.87	84.98	2.77	0.57	1.70	14.26	0.00	14.26	4.000	No	Yes	2.00
248	3.68	0.84	88.35	2.82	0.57	1.70	13.59	0.00	13.59	4.000	No	Yes	2.00
249	3.69	0.84	88.95	2.82	0.57	1.70	13.42	0.00	13.42	4.000	No	Yes	2.00
250	3.70	0.87	87.31	2.80	0.57	1.70	14.09	0.00	14.09	4.000	No	Yes	2.00
251	3.71	0.91	84.51	2.77	0.57	1.70	14.93	0.00	14.93	4.000	No	Yes	2.00
252	3.72	0.97	81.79	2.73	0.57	1.70	15.77	0.00	15.77	4.000	No	Yes	2.00
253	3.73	1.04	78.90	2.70	0.56	1.70	16.78	0.00	16.78	4.000	No	Yes	2.00
254	3.74	1.10	77.43	2.68	0.56	1.70	18.79	0.00	18.79	4.000	No	Yes	2.00
255	3.75	1.12	78.28	2.69	0.56	1.70	18.96	0.00	18.96	4.000	No	Yes	2.00
256	3.76	1.06	82.25	2.74	0.56	1.70	17.95	0.00	17.95	4.000	No	Yes	2.00
257	3.77	0.97	87.44	2.81	0.56	1.70	15.94	0.00	15.94	4.000	No	Yes	2.00
258	3.78	0.87	93.09	2.88	0.57	1.70	14.43	0.00	14.43	4.000	No	Yes	2.00
259	3.79	0.77	99.11	2.95	0.57	1.70	12.92	0.00	12.92	4.000	No	Yes	2.00
260	3.80	0.68	100.00	3.03	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
261	3.81	0.61	100.00	3.09	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
262	3.82	0.58	100.00	3.11	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
263	3.83	0.57	100.00	3.11	0.59	1.70	8.89	0.00	8.89	4.000	No	Yes	2.00
264	3.84	0.57	100.00	3.10	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
265	3.85	0.58	100.00	3.09	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
266	3.86	0.58	100.00	3.07	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
267	3.87	0.59	100.00	3.05	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
268	3.88	0.59	100.00	3.03	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
269	3.89	0.59	100.00	3.03	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
270	3.90	0.59	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
271	3.91	0.58	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
272	3.92	0.58	100.00	3.00	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
273	3.93	0.60	99.27	2.95	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
274	3.94	0.63	94.39	2.89	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
275	3.95	0.67	89.55	2.83	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
276	3.96	0.70	86.85	2.80	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
277	3.97	0.72	84.60	2.77	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
278	3.98	0.75	82.89	2.75	0.58	1.70	11.91	0.00	11.91	4.000	No	Yes	2.00
279	3.99	0.76	82.50	2.74	0.58	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
280	4.00	0.77	82.87	2.75	0.58	1.70	12.25	0.00	12.25	4.000	No	Yes	2.00
281	4.01	0.76	84.26	2.77	0.58	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
282	4.02	0.75	85.50	2.78	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
283	4.03	0.74	87.69	2.81	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
284	4.04	0.72	90.11	2.84	0.58	1.70	11.58	0.00	11.58	4.000	No	Yes	2.00
285	4.05	0.69	92.54	2.87	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
286	4.06	0.67	94.43	2.89	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
287	4.07	0.67	95.99	2.91	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
288	4.08	0.68	96.54	2.92	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
289	4.09	0.72	94.81	2.90	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
290	4.10	0.77	91.23	2.85	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
291	4.11	0.83	87.94	2.81	0.57	1.70	13.25	0.00	13.25	4.000	No	Yes	2.00
292	4.12	0.88	84.85	2.77	0.57	1.70	13.93	0.00	13.93	4.000	No	Yes	2.00
293	4.13	0.92	82.80	2.75	0.57	1.70	15.27	0.00	15.27	4.000	No	Yes	2.00
294	4.14	0.94	82.42	2.74	0.57	1.70	15.77	0.00	15.77	4.000	No	Yes	2.00
295	4.15	0.92	84.29	2.77	0.57	1.70	15.44	0.00	15.44	4.000	No	Yes	2.00
296	4.16	0.87	87.55	2.81	0.57	1.70	14.43	0.00	14.43	4.000	No	Yes	2.00
297	4.17	0.81	91.01	2.85	0.57	1.70	13.42	0.00	13.42	4.000	No	Yes	2.00
298	4.18	0.76	94.03	2.89	0.57	1.70	12.42	0.00	12.42	4.000	No	Yes	2.00
299	4.19	0.72	97.04	2.93	0.58	1.70	12.08	0.00	12.08	4.000	No	Yes	2.00
300	4.20	0.68	100.00	2.97	0.58	1.70	11.41	0.00	11.41	4.000	No	Yes	2.00
301	4.21	0.62	100.00	3.02	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
302	4.22	0.58	100.00	3.07	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
303	4.23	0.56	100.00	3.09	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
304	4.24	0.56	100.00	3.09	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
305	4.25	0.57	100.00	3.08	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
306	4.26	0.59	100.00	3.05	0.58	1.70	9.40	0.00	9.40	4.000	No	Yes	2.00
307	4.27	0.61	100.00	3.02	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
308	4.28	0.63	100.00	3.00	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
309	4.29	0.64	100.00	2.98	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
310	4.30	0.64	100.00	2.97	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
311	4.31	0.61	100.00	2.99	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
312	4.32	0.58	100.00	3.02	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
313	4.33	0.55	100.00	3.04	0.59	1.70	8.72	0.00	8.72	4.000	No	Yes	2.00
314	4.34	0.53	100.00	3.05	0.59	1.70	8.39	0.00	8.39	4.000	No	Yes	2.00
315	4.35	0.51	100.00	3.06	0.59	1.70	8.05	0.00	8.05	4.000	No	Yes	2.00
316	4.36	0.50	100.00	3.06	0.59	1.70	7.72	0.00	7.72	4.000	No	Yes	2.00
317	4.37	0.49	100.00	3.05	0.59	1.70	7.72	0.00	7.72	4.000	No	Yes	2.00
318	4.38	0.49	100.00	3.04	0.59	1.70	7.55	0.00	7.55	4.000	No	Yes	2.00
319	4.39	0.49	100.00	3.03	0.59	1.70	7.72	0.00	7.72	4.000	No	Yes	2.00
320	4.40	0.51	100.00	3.01	0.59	1.70	7.89	0.00	7.89	4.000	No	Yes	2.00
321	4.41	0.52	100.00	2.98	0.59	1.70	8.05	0.00	8.05	4.000	No	Yes	2.00
322	4.42	0.54	99.69	2.96	0.59	1.70	8.39	0.00	8.39	4.000	No	Yes	2.00
323	4.43	0.55	98.11	2.94	0.59	1.70	8.72	0.00	8.72	4.000	No	Yes	2.00
324	4.44	0.56	97.48	2.93	0.59	1.70	8.72	0.00	8.72	4.000	No	Yes	2.00
325	4.45	0.55	97.04	2.93	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
326	4.46	0.55	96.64	2.92	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
327	4.47	0.55	96.08	2.91	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
328	4.48	0.58	96.85	2.92	0.59	1.70	8.56	0.00	8.56	4.000	No	Yes	2.00
329	4.49	0.61	97.50	2.93	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
330	4.50	0.63	98.02	2.94	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
331	4.51	0.63	97.98	2.94	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
332	4.52	0.63	97.73	2.93	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
333	4.53	0.63	97.93	2.94	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
334	4.54	0.62	98.34	2.94	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
335	4.55	0.63	98.19	2.94	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
336	4.56	0.63	96.80	2.92	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
337	4.57	0.65	94.96	2.90	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
338	4.58	0.66	92.92	2.87	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
339	4.59	0.68	90.99	2.85	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
340	4.60	0.69	90.25	2.84	0.58	1.70	11.07	0.00	11.07	4.000	No	Yes	2.00
341	4.61	0.69	90.66	2.85	0.58	1.70	10.91	0.00	10.91	4.000	No	Yes	2.00
342	4.62	0.68	91.84	2.86	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
343	4.63	0.67	93.11	2.88	0.58	1.70	10.74	0.00	10.74	4.000	No	Yes	2.00
344	4.64	0.66	94.36	2.89	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
345	4.65	0.65	95.60	2.91	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
346	4.66	0.65	95.79	2.91	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
347	4.67	0.65	95.21	2.90	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
348	4.68	0.66	94.47	2.89	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
349	4.69	0.66	94.72	2.90	0.58	1.70	10.57	0.00	10.57	4.000	No	Yes	2.00
350	4.70	0.66	95.48	2.91	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
351	4.71	0.65	97.12	2.93	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
352	4.72	0.64	98.58	2.94	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
353	4.73	0.63	99.78	2.96	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
354	4.74	0.62	100.00	2.96	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
355	4.75	0.62	100.00	2.97	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
356	4.76	0.61	100.00	2.98	0.58	1.70	9.73	0.00	9.73	4.000	No	Yes	2.00
357	4.77	0.61	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
358	4.78	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
359	4.79	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
360	4.80	0.60	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
361	4.81	0.60	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
362	4.82	0.60	100.00	2.98	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
363	4.83	0.60	100.00	2.99	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
364	4.84	0.59	100.00	2.99	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
365	4.85	0.58	100.00	3.00	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
366	4.86	0.57	100.00	3.00	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
367	4.87	0.58	100.00	2.98	0.59	1.70	9.06	0.00	9.06	4.000	No	Yes	2.00
368	4.88	0.59	100.00	2.97	0.59	1.70	9.23	0.00	9.23	4.000	No	Yes	2.00
369	4.89	0.61	98.03	2.94	0.58	1.70	9.56	0.00	9.56	4.000	No	Yes	2.00
370	4.90	0.63	95.93	2.91	0.58	1.70	9.90	0.00	9.90	4.000	No	Yes	2.00
371	4.91	0.64	94.22	2.89	0.58	1.70	10.07	0.00	10.07	4.000	No	Yes	2.00
372	4.92	0.65	93.20	2.88	0.58	1.70	10.23	0.00	10.23	4.000	No	Yes	2.00
373	4.93	0.66	92.77	2.87	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
374	4.94	0.66	92.83	2.87	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
375	4.95	0.66	93.76	2.88	0.58	1.70	10.40	0.00	10.40	4.000	No	Yes	2.00
376	4.96	0.64	95.21	2.90	0.58	1.70	10.22	0.00	10.22	4.000	No	Yes	2.00
377	4.97	0.63	97.07	2.93	0.58	1.70	9.89	0.00	9.89	4.000	No	Yes	2.00
378	4.98	0.62	98.76	2.95	0.58	1.70	9.71	0.00	9.71	4.000	No	Yes	2.00
379	4.99	0.60	100.00	2.96	0.58	1.70	9.54	0.00	9.54	4.000	No	Yes	2.00
380	5.00	0.59	100.00	2.98	0.58	1.70	9.37	0.00	9.37	4.000	No	Yes	2.00
381	5.01	0.58	100.00	3.01	0.59	1.70	9.20	0.00	9.20	4.000	No	Yes	2.00
382	5.02	0.57	100.00	3.04	0.59	1.70	8.87	0.00	8.87	4.000	No	Yes	2.00
383	5.03	0.56	100.00	3.06	0.59	1.70	8.70	0.00	8.70	4.000	No	Yes	2.00
384	5.04	0.55	100.00	3.07	0.59	1.69	8.69	0.00	8.69	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
385	5.05	0.55	100.00	3.06	0.59	1.69	8.52	0.00	8.52	4.000	No	Yes	2.00
386	5.06	0.54	100.00	3.06	0.59	1.69	8.52	0.00	8.52	4.000	No	Yes	2.00
387	5.07	0.54	100.00	3.04	0.59	1.69	8.35	0.00	8.35	4.000	No	Yes	2.00
388	5.08	0.54	100.00	3.02	0.59	1.69	8.50	0.00	8.50	4.000	No	Yes	2.00
389	5.09	0.55	100.00	3.00	0.59	1.69	8.50	0.00	8.50	4.000	No	Yes	2.00
390	5.10	0.56	100.00	2.97	0.59	1.69	8.49	0.00	8.49	4.000	No	Yes	2.00
391	5.11	0.57	98.48	2.94	0.59	1.68	8.81	0.00	8.81	4.000	No	Yes	2.00
392	5.12	0.58	96.24	2.92	0.59	1.68	8.81	0.00	8.81	4.000	No	Yes	2.00
393	5.13	0.58	95.13	2.90	0.59	1.68	8.97	0.00	8.97	4.000	No	Yes	2.00
394	5.14	0.58	94.81	2.90	0.59	1.68	8.80	0.00	8.80	4.000	No	Yes	2.00
395	5.15	0.57	95.01	2.90	0.59	1.68	8.79	0.00	8.79	4.000	No	Yes	2.00
396	5.16	0.56	95.21	2.90	0.59	1.68	8.63	0.00	8.63	4.000	No	Yes	2.00
397	5.17	0.55	96.37	2.92	0.59	1.68	8.46	0.00	8.46	4.000	No	Yes	2.00
398	5.18	0.54	97.42	2.93	0.59	1.68	8.13	0.00	8.13	4.000	No	Yes	2.00
399	5.19	0.53	99.02	2.95	0.59	1.68	8.28	0.00	8.28	4.000	No	Yes	2.00
400	5.20	0.53	100.00	2.97	0.59	1.68	8.11	0.00	8.11	4.000	No	Yes	2.00
401	5.21	0.52	100.00	2.99	0.59	1.68	7.94	0.00	7.94	4.000	No	Yes	2.00
402	5.22	0.51	100.00	3.01	0.59	1.68	7.78	0.00	7.78	4.000	No	Yes	2.00
403	5.23	0.51	100.00	3.01	0.59	1.68	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
404	5.24	0.51	100.00	3.00	0.59	1.67	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
405	5.25	0.50	100.00	2.99	0.59	1.67	7.60	0.00	7.60	4.000	No	Yes	2.00
406	5.26	0.50	100.00	2.99	0.59	1.67	7.59	0.00	7.59	4.000	No	Yes	2.00
407	5.27	0.50	100.00	2.97	0.59	1.67	7.43	0.00	7.43	4.000	No	Yes	2.00
408	5.28	0.50	99.51	2.96	0.59	1.67	7.58	0.00	7.58	4.000	No	Yes	2.00
409	5.29	0.51	97.37	2.93	0.59	1.67	7.74	0.00	7.74	4.000	No	Yes	2.00
410	5.30	0.52	94.95	2.90	0.59	1.67	7.90	0.00	7.90	4.000	No	Yes	2.00
411	5.31	0.53	92.54	2.87	0.59	1.67	8.06	0.00	8.06	4.000	No	Yes	2.00
412	5.32	0.54	90.54	2.84	0.59	1.67	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00
413	5.33	0.54	89.22	2.83	0.59	1.67	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00
414	5.34	0.54	88.34	2.82	0.59	1.67	8.22	0.00	8.22	4.000	No	Yes	2.00
415	5.35	0.54	87.85	2.81	0.59	1.66	8.21	0.00	8.21	4.000	No	Yes	2.00
416	5.36	0.55	87.79	2.81	0.59	1.66	8.21	0.00	8.21	4.000	No	Yes	2.00
417	5.37	0.55	88.17	2.81	0.59	1.66	8.36	0.00	8.36	4.000	No	Yes	2.00
418	5.38	0.55	89.12	2.83	0.59	1.66	8.35	0.00	8.35	4.000	No	Yes	2.00
419	5.39	0.54	90.91	2.85	0.59	1.66	8.35	0.00	8.35	4.000	No	Yes	2.00
420	5.40	0.53	92.98	2.87	0.59	1.66	8.02	0.00	8.02	4.000	No	Yes	2.00
421	5.41	0.52	95.33	2.90	0.59	1.66	7.85	0.00	7.85	4.000	No	Yes	2.00
422	5.42	0.50	97.99	2.94	0.59	1.66	7.68	0.00	7.68	4.000	No	Yes	2.00
423	5.43	0.49	100.00	2.96	0.59	1.66	7.35	0.00	7.35	4.000	No	Yes	2.00
424	5.44	0.49	100.00	2.98	0.59	1.65	7.35	0.00	7.35	4.000	No	Yes	2.00
425	5.45	0.49	100.00	2.98	0.59	1.65	7.34	0.00	7.34	4.000	No	Yes	2.00
426	5.46	0.51	97.13	2.93	0.59	1.65	7.34	0.00	7.34	4.000	No	Yes	2.00
427	5.47	0.52	92.89	2.87	0.59	1.65	8.30	0.00	8.30	4.000	No	Yes	2.00
428	5.48	0.53	87.99	2.81	0.59	1.65	7.99	0.00	7.99	4.000	No	Yes	2.00
429	5.49	0.52	88.75	2.82	0.59	1.65	7.98	0.00	7.98	4.000	No	Yes	2.00
430	5.50	0.51	89.34	2.83	0.59	1.65	7.66	0.00	7.66	4.000	No	Yes	2.00
431	5.51	0.50	89.73	2.83	0.60	1.65	7.50	0.00	7.50	4.000	No	Yes	2.00
432	5.52	0.50	88.75	2.82	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
433	5.53	0.49	87.13	2.80	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
434	5.54	0.49	85.32	2.78	0.60	1.65	7.17	0.00	7.17	4.000	No	Yes	2.00
435	5.55	0.49	84.13	2.76	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
436	5.56	0.50	83.23	2.75	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
437	5.57	0.50	83.09	2.75	0.60	1.65	7.33	0.00	7.33	4.000	No	Yes	2.00
438	5.58	0.49	83.64	2.76	0.60	1.65	7.32	0.00	7.32	4.000	No	Yes	2.00
439	5.59	0.49	83.90	2.76	0.60	1.65	7.16	0.00	7.16	4.000	No	Yes	2.00
440	5.60	0.49	83.58	2.76	0.60	1.65	7.16	0.00	7.16	4.000	No	Yes	2.00
441	5.61	0.49	82.74	2.75	0.60	1.65	7.15	0.00	7.15	4.000	No	Yes	2.00
442	5.62	0.49	81.44	2.73	0.60	1.65	7.15	0.00	7.15	4.000	No	Yes	2.00
443	5.63	0.50	79.37	2.70	0.60	1.65	7.31	0.00	7.31	4.000	No	Yes	2.00
444	5.64	0.51	77.47	2.68	0.60	1.64	7.63	0.00	7.63	4.000	No	Yes	2.00
445	5.65	0.52	76.43	2.67	0.60	1.64	7.63	0.00	7.63	4.000	No	Yes	2.00
446	5.66	0.52	77.28	2.68	0.60	1.64	7.62	0.00	7.62	4.000	No	Yes	2.00
447	5.67	0.52	78.53	2.69	0.60	1.64	7.62	0.00	7.62	4.000	No	Yes	2.00
448	5.68	0.52	79.61	2.71	0.60	1.64	7.61	0.00	7.61	4.000	No	Yes	2.00
449	5.69	0.55	77.14	2.68	0.60	1.64	7.77	0.00	7.77	4.000	No	Yes	2.00
450	5.70	0.61	71.67	2.61	0.60	1.64	8.88	0.00	8.88	4.000	No	Yes	2.00
451	5.71	0.71	64.31	2.52	0.59	1.63	10.32	52.56	62.87	0.102	No	No	0.36
452	5.72	0.83	58.20	2.44	0.59	1.63	12.37	51.74	64.10	0.103	No	No	0.36
453	5.73	0.94	53.57	2.38	0.59	1.62	14.40	51.00	65.40	0.104	No	No	0.37
454	5.74	1.04	51.38	2.35	0.58	1.61	16.09	50.75	66.84	0.105	No	No	0.37
455	5.75	1.13	52.51	2.37	0.58	1.61	17.28	51.44	68.72	0.106	No	No	0.38
456	5.76	1.20	54.71	2.40	0.57	1.59	18.89	52.56	71.45	0.109	No	No	0.39
457	5.77	1.26	56.86	2.42	0.56	1.59	19.59	53.38	72.97	0.110	No	No	0.39
458	5.78	1.33	56.77	2.42	0.56	1.58	20.32	53.56	73.87	0.111	No	No	0.39
459	5.79	1.39	56.00	2.41	0.56	1.58	21.78	53.74	75.52	0.112	No	No	0.40
460	5.80	1.42	55.89	2.41	0.56	1.57	22.50	53.90	76.40	0.113	No	No	0.40
461	5.81	1.38	58.61	2.45	0.56	1.57	21.72	54.44	76.16	0.113	No	No	0.40
462	5.82	1.22	65.44	2.53	0.56	1.57	20.02	55.57	75.59	0.112	No	No	0.40
463	5.83	1.04	73.82	2.64	0.57	1.59	15.36	0.00	15.36	4.000	No	Yes	2.00
464	5.84	0.86	83.07	2.75	0.57	1.59	13.35	0.00	13.35	4.000	No	Yes	2.00
465	5.85	0.75	88.90	2.82	0.58	1.60	11.50	0.00	11.50	4.000	No	Yes	2.00
466	5.86	0.70	91.51	2.86	0.58	1.60	10.12	0.00	10.12	4.000	No	Yes	2.00
467	5.87	0.74	87.49	2.81	0.59	1.60	10.12	0.00	10.12	4.000	No	Yes	2.00
468	5.88	0.85	80.03	2.71	0.58	1.59	12.57	0.00	12.57	4.000	No	Yes	2.00
469	5.89	1.01	71.69	2.61	0.57	1.59	14.55	0.00	14.55	4.000	No	Yes	2.00
470	5.90	1.16	64.52	2.52	0.57	1.58	17.12	54.54	71.67	0.109	No	No	0.39
471	5.91	1.33	56.96	2.42	0.56	1.57	19.84	53.48	73.31	0.110	No	No	0.39
472	5.92	1.52	50.88	2.35	0.56	1.56	23.26	52.49	75.75	0.112	No	No	0.40
473	5.93	1.78	47.14	2.30	0.55	1.55	26.19	51.81	78.00	0.114	No	No	0.41
474	5.94	2.02	44.97	2.27	0.54	1.53	31.61	52.22	83.82	0.119	No	No	0.43
475	5.95	2.26	42.95	2.25	0.53	1.52	34.15	51.84	85.99	0.122	No	No	0.44
476	5.96	2.41	40.82	2.22	0.53	1.52	36.41	51.21	87.62	0.123	No	No	0.45
477	5.97	2.57	38.00	2.19	0.53	1.52	38.15	49.83	87.98	0.124	No	No	0.45
478	5.98	2.66	35.71	2.16	0.52	1.51	40.70	48.74	89.44	0.125	No	No	0.46
479	5.99	2.81	30.98	2.10	0.53	1.52	40.42	44.47	84.90	0.121	No	No	0.44
480	6.00	2.92	26.95	2.05	0.53	1.52	44.97	40.76	85.73	0.121	No	No	0.44

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_c (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
481	6.01	3.09	22.52	1.99	0.54	1.53	46.57	34.41	80.98	0.117	No	No	0.42
482	6.02	3.19	20.30	1.97	0.55	1.54	48.38	30.61	79.00	0.115	No	No	0.41
483	6.03	3.31	18.07	1.94	0.55	1.54	50.27	26.20	76.47	0.113	No	No	0.40
484	6.04	3.39	16.47	1.92	0.56	1.55	52.50	22.71	75.21	0.112	No	No	0.40
485	6.05	3.41	15.63	1.91	0.56	1.55	52.40	20.62	73.02	0.110	No	No	0.39
486	6.06	3.35	15.55	1.91	0.57	1.56	51.42	20.35	71.77	0.109	No	No	0.38
487	6.07	3.25	15.80	1.91	0.57	1.56	50.37	20.86	71.23	0.108	No	No	0.38
488	6.08	3.08	16.04	1.91	0.57	1.56	47.94	21.23	69.18	0.107	No	No	0.38
489	6.09	2.89	16.70	1.92	0.58	1.57	44.07	22.39	66.46	0.105	No	No	0.37
490	6.10	2.73	17.51	1.93	0.59	1.57	42.06	24.02	66.08	0.104	No	No	0.36
491	6.11	2.62	18.77	1.95	0.58	1.57	40.65	26.53	67.18	0.105	No	No	0.37
492	6.12	2.50	20.77	1.97	0.58	1.56	38.91	30.19	69.10	0.107	No	No	0.37
493	6.13	2.38	23.13	2.00	0.57	1.56	36.07	33.75	69.81	0.107	No	No	0.38
494	6.14	2.27	25.70	2.03	0.57	1.55	34.52	37.20	71.72	0.109	No	No	0.38
495	6.15	2.18	28.36	2.07	0.56	1.54	33.44	40.27	73.70	0.110	No	No	0.39
496	6.16	2.10	31.02	2.10	0.56	1.54	31.56	42.67	74.23	0.111	No	No	0.39
497	6.17	1.97	34.78	2.15	0.56	1.53	30.36	45.68	76.04	0.112	No	No	0.40
498	6.18	1.85	38.85	2.20	0.56	1.53	27.37	47.83	75.20	0.112	No	No	0.40
499	6.19	1.72	43.91	2.26	0.56	1.53	25.94	50.27	76.21	0.113	No	No	0.40
500	6.20	1.64	48.10	2.31	0.56	1.53	24.56	51.78	76.33	0.113	No	No	0.40
501	6.21	1.57	52.24	2.37	0.55	1.52	23.62	53.06	76.68	0.113	No	No	0.40
502	6.22	1.53	55.70	2.41	0.56	1.52	22.70	53.90	76.61	0.113	No	No	0.40
503	6.23	1.54	58.44	2.44	0.55	1.52	22.65	54.66	77.31	0.114	No	No	0.40
504	6.24	1.61	59.01	2.45	0.55	1.51	24.04	55.20	79.24	0.115	No	No	0.41
505	6.25	1.70	58.79	2.45	0.54	1.51	25.43	55.53	80.96	0.117	No	No	0.42
506	6.26	1.78	58.38	2.44	0.54	1.50	26.39	55.68	82.08	0.118	No	No	0.42
507	6.27	1.83	59.06	2.45	0.54	1.50	27.06	56.05	83.11	0.119	No	No	0.43
508	6.28	1.87	59.72	2.46	0.54	1.50	27.44	56.33	83.78	0.119	No	No	0.43
509	6.29	1.94	59.97	2.46	0.53	1.49	28.25	56.63	84.87	0.120	No	No	0.44
510	6.30	2.01	59.16	2.45	0.53	1.49	29.61	56.79	86.40	0.122	No	No	0.44
511	6.31	2.16	56.63	2.42	0.53	1.48	30.58	56.35	86.93	0.123	No	No	0.45
512	6.32	2.65	47.02	2.30	0.53	1.48	34.42	53.88	88.30	0.124	No	No	0.45
513	6.33	3.44	34.93	2.15	0.50	1.45	50.09	50.22	100.31	0.138	No	No	0.52
514	6.34	6.01	8.71	1.82	0.57	1.53	67.02	3.97	71.00	0.108	No	No	0.38
515	6.35	8.49	0.00	1.60	0.43	1.37	135.94	0.00	135.94	0.218	No	No	0.94
516	6.36	10.94	0.00	1.43	0.41	1.35	146.21	0.00	146.21	0.266	No	No	1.20
517	6.37	12.76	0.00	1.35	0.39	1.34	155.76	0.00	155.76	0.332	No	No	1.56
518	6.38	14.68	0.00	1.31	0.33	1.28	196.00	0.00	196.00	1.521	No	No	2.00
519	6.39	17.14	0.00	1.30	0.32	1.26	208.03	0.00	208.03	3.067	No	No	2.00
520	6.40	18.35	0.00	1.31	0.29	1.23	233.22	0.00	233.22	4.000	No	No	2.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q_t (MPa)	FC (%)	Ic	m	C_N	q_{c1N}	Δq_{c1N}	$q_{c1N,cs}$	$CRR_{7.5}$	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS

Abbreviations

Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
q_t: Total cone resistance
FC: Fines content (%)
I_c: Soil behavior type index
m: Stress exponent
C_N: Overburden correction factor
q_{c1N}: Normalized and adjusted cone resistance
Δq_{c1N}: Cone resistance correction factor due to fines
$q_{c1N,cs}$: Normalized and adjusted cone resistance
$CRR_{7.5}$: Cyclic resistance ratio for M_w=7.5
FS: Factor of safety against soil liquefaction

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
1.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.22	0.71	0.00	0.00	0.01	0.03
1.23	1.58	0.00	0.00	0.01	0.00	1.24	1.12	0.00	0.00	0.01	0.00
1.25	1.25	0.00	0.00	0.01	0.00	1.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.27	1.91	0.00	0.00	0.01	0.00	1.28	1.51	0.00	0.00	0.01	0.00
1.29	1.74	0.00	0.00	0.01	0.00	1.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.40	1.94	0.00	0.00	0.01	0.00
1.41	1.77	0.00	0.00	0.01	0.00	1.42	1.68	0.00	0.00	0.01	0.00
1.43	1.70	0.00	0.00	0.01	0.00	1.44	1.43	0.00	0.00	0.01	0.00
1.45	1.38	0.00	0.00	0.01	0.00	1.46	1.40	0.00	0.00	0.01	0.00
1.47	1.35	0.00	0.00	0.01	0.00	1.48	1.34	0.00	0.00	0.01	0.00
1.49	1.33	0.00	0.00	0.01	0.00	1.50	1.21	0.00	0.00	0.01	0.00
1.51	1.15	0.00	0.00	0.01	0.00	1.52	1.09	0.00	0.00	0.01	0.00
1.53	1.06	0.00	0.00	0.01	0.00	1.54	1.02	0.00	0.00	0.01	0.00
1.55	1.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.56	0.99	0.00	0.00	0.01	0.00
1.57	0.97	0.00	0.00	0.01	0.00	1.58	0.96	0.00	0.00	0.01	0.00
1.59	0.96	0.00	0.00	0.01	0.00	1.60	0.95	0.00	0.00	0.01	0.00
1.61	0.94	0.00	0.00	0.01	0.01	1.62	0.92	0.00	0.00	0.01	0.01
1.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.76	0.87	0.00	0.00	0.01	0.01
1.77	0.86	0.00	0.00	0.01	0.01	1.78	0.87	0.00	0.00	0.01	0.01
1.79	0.86	0.00	0.00	0.01	0.01	1.80	0.85	0.00	0.00	0.01	0.01
1.81	0.81	0.00	0.00	0.01	0.02	1.82	0.79	0.21	1.56	0.01	0.02
1.83	0.77	0.23	1.31	0.01	0.02	1.84	0.75	0.25	1.18	0.01	0.02
1.85	0.73	0.27	1.04	0.01	0.02	1.86	0.71	0.29	0.97	0.01	0.03
1.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
2.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
3.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.16	0.49	0.51	0.47	0.01	0.04
3.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
3.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
4.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.71	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.72	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.73	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.74	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.75	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.76	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.77	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.78	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.79	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.80	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.81	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.82	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.90	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.91	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.92	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.93	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.94	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.95	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.96	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.97	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	4.98	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4.99	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.00	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.01	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.02	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.03	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.04	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
5.05	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.06	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.07	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.08	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.09	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.10	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.11	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.12	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.13	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.14	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.15	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.16	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.17	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.18	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.19	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.20	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.21	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.22	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.23	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.24	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.25	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.26	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.27	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.28	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.29	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.30	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.31	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.32	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.33	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.34	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.35	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.36	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.37	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.41	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.42	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.43	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.44	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.45	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.46	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.47	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.48	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.49	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.50	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.51	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.52	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.53	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.54	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.55	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.56	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.57	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.58	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.59	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.60	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.61	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.62	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.63	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.64	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.65	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.66	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.67	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.68	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.69	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.70	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.71	0.36	0.64	0.36	0.01	0.05	5.72	0.36	0.64	0.36	0.01	0.05
5.73	0.37	0.63	0.36	0.01	0.05	5.74	0.37	0.63	0.36	0.01	0.04
5.75	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04	5.76	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04
5.77	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	5.78	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04
5.79	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	5.80	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
5.81	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	5.82	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
5.83	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.84	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.85	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.86	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.87	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.88	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5.89	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	5.90	0.39	0.61	0.37	0.01	0.04
5.91	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	5.92	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
5.93	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04	5.94	0.43	0.57	0.41	0.01	0.04
5.95	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04	5.96	0.45	0.55	0.43	0.01	0.04
5.97	0.45	0.55	0.43	0.01	0.04	5.98	0.46	0.54	0.44	0.01	0.04
5.99	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04	6.00	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::

Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}	Depth (m)	FS	m(FS)	H_1*m(FS)	d_z	LPI_{ISH}
6.01	0.42	0.58	0.40	0.01	0.04	6.02	0.41	0.59	0.40	0.01	0.04
6.03	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.04	0.40	0.60	0.38	0.01	0.04
6.05	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	6.06	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.07	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04	6.08	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.09	0.37	0.63	0.36	0.01	0.04	6.10	0.36	0.64	0.36	0.01	0.04
6.11	0.37	0.63	0.36	0.01	0.04	6.12	0.37	0.63	0.37	0.01	0.04
6.13	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04	6.14	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.15	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04	6.16	0.39	0.61	0.38	0.01	0.04
6.17	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.18	0.40	0.60	0.38	0.01	0.04
6.19	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.20	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
6.21	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.22	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04
6.23	0.40	0.60	0.39	0.01	0.04	6.24	0.41	0.59	0.39	0.01	0.04
6.25	0.42	0.58	0.40	0.01	0.04	6.26	0.42	0.58	0.40	0.01	0.04
6.27	0.43	0.57	0.41	0.01	0.04	6.28	0.43	0.57	0.41	0.01	0.04
6.29	0.44	0.56	0.41	0.01	0.04	6.30	0.44	0.56	0.42	0.01	0.04
6.31	0.45	0.55	0.42	0.01	0.04	6.32	0.45	0.55	0.43	0.01	0.04
6.33	0.52	0.48	0.50	0.01	0.03	6.34	0.38	0.62	0.37	0.01	0.04
6.35	0.94	0.00	0.00	0.01	0.00	6.36	1.20	0.00	0.00	0.01	0.00
6.37	1.56	0.00	0.00	0.01	0.00	6.38	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6.39	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.40	2.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Overall liquefaction potential: 2.66

LPI_{ISH} > 5.0 - Liquefaction manifestation is expected

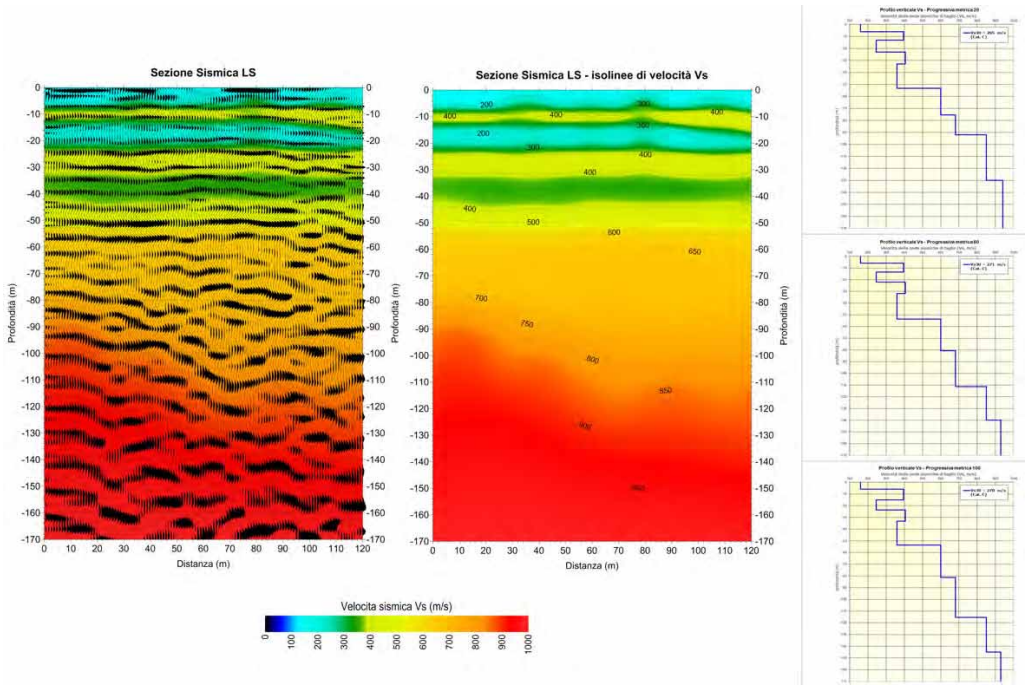
Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point
d_z: Layer thickness (m)
LPI: Liquefaction potential index value for test point

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Provincia di Modena

INDAGINE GEOFISICA CON METODO SISMICO A RIFLESSIONE AD ALTA RISOLUZIONE PRESSO L'IISTAS LAZZARO SPALLANZANI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO)



RAPPORTO LAVORI

GeoExploration srl
www.geoexploration.net

Via G.Bruno 19 – 47121 FORLI' (FC)
e-mail: info@geoexploration.net
pec: geoexploration.srl@pec.it
tel: 335 5306642 – 328 7168492

Committente

PROVINCIA DI MODENA
Viale Martiri della Libertà, 34
41121 Modena

CODICE	DATA	REV.	REDATTO	VERIFICATO
GE_R32_19	11/11/2019	0	DOTT. GEOL. DIEGO PERACCINI	ING. GIUSEPPE MAINARDI

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Indice

1 INDICAZIONI GENERALI 2
2 SISMICA A RIFLESSIONE AD ALTA RISOLUZIONE 3
2.1 Cenni sulla sorgente d'energia Vibroseis e confronto con sistemi impulsionali 5
2.2 Acquisizione dati a Onde di taglio S con Vibroseis 6
2.3 Elaborazione Dati Sismici a Riflessione 9
3 Esito del rilievo Sismico a Riflessione 11

Elenco Tavole

Tavola 1 – Planimetria Indagine Sismica *(Foglio A4 – scala 1:1000)*
Tavola 2 – Sezione Sismica LS e profili Vs *(Foglio A3 – scala 1:1000)*

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

1 INDICAZIONI GENERALI

Su incarico della Provincia di Modena, nell'ambito dello studio di risposta sismica locale presso l'IISTAS Spallanzani di Castelfranco Emilia, è stata effettuata un'indagine sismica a riflessione ad alta risoluzione in onde di taglio S.

L'indagine ha avuto lo scopo di caratterizzare i terreni in profondità dal punto di vista sismico, in particolar modo per la misura bidimensionale delle velocità sismiche di taglio (Vs) fino al raggiungimento del *bedrock sismico*.

Lo stendimento sismico, denominato LS, è stato effettuato mediante n. 60 geofoni a interdistanza 2 m per una lunghezza complessiva di 120 m. Come sorgente sismica è stato utilizzato un dispositivo mini-vibroseis. I vantaggi di una sorgente vibrazionale rispetto a quella impulsiva vengono illustrati di seguito.

L'ubicazione dello stendimento sismico LS è riportata sulla planimetria restituita in scala 1:1000 e fornita in Tavola 1, mentre la sezione sismica finale (*stack*) distanze/profondità è riportata in Tavola 2.

Sullo stack sismico finale sono riportati valori di velocità sismica Vs, rappresentati con opportuna scala cromatica, ottenuti a seguito dell'analisi di velocità bidimensionale.

Segue una breve descrizione dei metodi geofisici utilizzati e delle modalità esecutive delle prospezioni ed a conclusione del rapporto lavori, vengono commentati i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2 SISMICA A RIFLESSIONE AD ALTA RISOLUZIONE

La tecnica sismica a riflessione è il metodo geofisico più largamente impiegato soprattutto nella ricerca di strutture geologiche e tettoniche profonde.

La tecnica di prospezione più comune presuppone il cosiddetto rilievo continuo: gli orizzonti riflettenti vengono seguiti in modo continuo lungo il profilo mediante stendimenti simmetrici (*split spread*) o asimmetrici (*end on*) rispetto al punto di energizzazione. Il risultato di un profilo sismico dipende in gran parte dai parametri utilizzati nel corso dell'acquisizione dati, parametri che vengono scelti dopo aver realizzato test preliminari.

In via teorica si può considerare il *maximum offset* (distanza tra il punto di energizzazione più lontano dallo stendimento e l'ultimo geofono dello stendimento stesso) circa uguale alla profondità che si vuole raggiungere; il *minimum offset* (distanza fra il punto di energizzazione ed il geofono ad esso più vicino) dovrebbe essere il più piccolo possibile al fine di registrare anche i primi arrivi sismici delle onde rifratte, indispensabili per le correzioni statiche, compatibilmente con l'esigenza di evitare sia la saturazione del segnale ai geofoni, sia la registrazione di disturbi che, in prossimità della sorgente, hanno un'ampiezza tale da occultare completamente gli eventi riflessi.

Un altro punto fondamentale è la scelta della distanza intergeofonica, che è funzione del *maximum offset*, del *minimum offset*, del numero di canali disponibili e della risoluzione richiesta.

Una riflessione si verifica sempre in presenza di altri segnali sismici o "rumori" che possono interferire con essa o addirittura oscurarla; da qui la necessità di migliorare il più possibile il rapporto segnale/disturbo con vari espedienti.

Una delle tecniche più diffuse è quella di operare con la cosiddetta "copertura CDP" (*Common Depth Point*), ovvero riunire i dati provenienti dallo stesso punto della superficie riflettente. In seguito si dovranno apportare le dovute correzioni in tempi, misurate durante la determinazione della velocità media al di sopra del riflettore (percorsi diversi dell'onda riflessa legati a differenti distanze sorgente-geofono) e quindi sommare le tracce relative ai tragitti esaminati (*stacking*) rafforzando il segnale riflesso (Figura 1).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

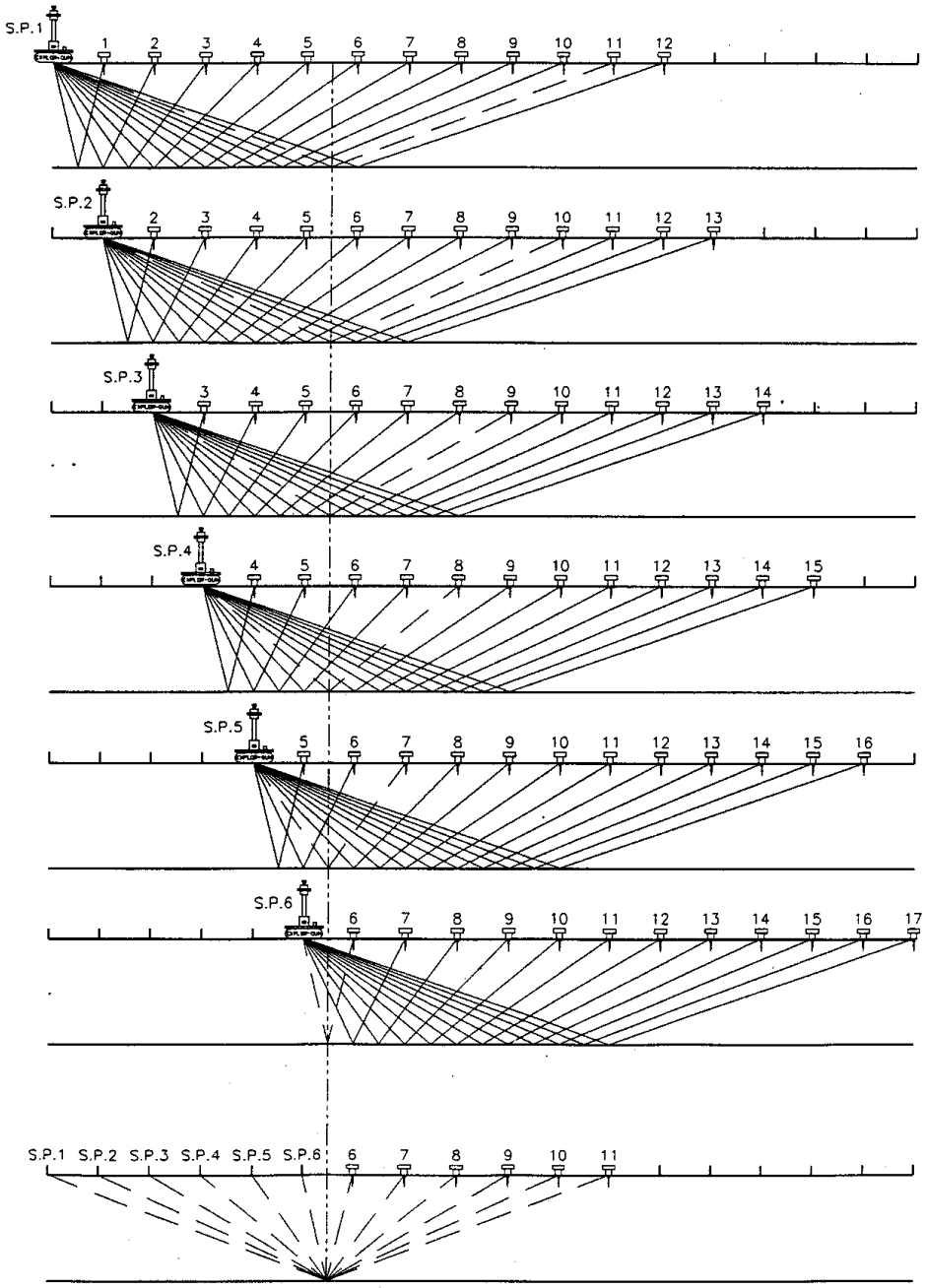


Figura 1 - Schema di registrazione dati con cannoncino sismico e CDP stacking

Registrando quindi più segnali riflessi da uno stesso punto riflettente (copertura multipla) che abbiano seguito percorsi diversi, è evidente che gli impulsi che giungono in fase (segnali) si sommano e quelli non in fase (disturbi vari) si attenuano.

Le coperture multiple più usate vanno dal 1200% al 2400% ordine in funzione del dettaglio e del miglioramento del segnale che si vuole ottenere.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2.1 CENNI SULLA SORGENTE D'ENERGIA VIBROSEIS E CONFRONTO CON SISTEMI IMPULSIONALI

La metodologia sismica con sorgente vibroseis è stata inventata da un gruppo di scienziati della Conoco (Continental Oil Company – USA) nel 1954. Con i vibroseis è possibile ottenere dati a più alta risoluzione rispetto a sorgenti di tipo impulsionale (ad es. cannoncino sismico, esplosivo, massa battente) in quanto si possono realizzare in breve tempo e più ravvicinati fra di loro, molti punti d'energizzazione sismica sullo stendimento.

Obiettivi a poca profondità sono intercettabili con ottima risoluzione utilizzando alte frequenze sismiche, quindi la scelta della sorgente sismica che permetta d'inviare nel terreno segnali ad alta frequenza, risulta fondamentale. Il terreno è essenzialmente un grande filtro in grado di nascondere informazioni. Per obiettivi profondi si utilizzano basse frequenze perché il terreno filtra superficialmente quelle alte, ma per rilievi a profondità di qualche centinaia di metri diviene molto interessante e importante l'impiego di segnali a medio-alta frequenza.

I piccoli vibratori utilizzati in questo caso di studio non sono invasivi e possono essere impiegati su strade cittadine in quanto hanno poco ingombro e non recano danni ai sottoservizi interrati lungo le strade stesse. L'impiego dei vibroseis è tipicamente meno costoso rispetto a sorgenti di scoppio. Non c'è necessità di portare attrezzature di perforazione per la realizzazione dei fori, detonare piccole cariche di esplosivo o cartucce e poi ripristinare il terreno dopo gli scoppi.

Va sottolineato che il vibroseis è una sorgente d'energia a frequenza controllabile mentre le sorgenti impulsionali offrono uno spettro completo di frequenze. Siccome il terreno assorbe molte frequenze, il procedimento d'acquisizione dipende quindi dalla tipologia dei terreni presenti nell'area di studio.

La possibilità di disporre di un segnale di riferimento inviato nel terreno chiamato sweep e rilevato sulla piastra energizzante tramite i vibroseis, offre un notevole vantaggio in fase di elaborazione dei dati (procedimenti di deconvoluzione dei segnali) perché ci consente di conoscere esattamente l'ampiezza e la frequenza dei segnali immessi nei terreni e quindi sappiamo quali segnali si sono propagati nel sottosuolo.

Il problema che si ha utilizzando ad esempio la dinamite è che si fanno brillare le cariche senza conoscere l'ampiezza dei segnali durante lo scoppio, in quanto la funzione di trasferimento dell'energia nel terreno dipende dal tipo di terreno in cui avviene l'esplosione.

Una volta che si è scelta una densità dei punti d'energizzazione, eseguiti i fori e poste in sito le cariche di esplosivo, è complicato cambiare i parametri di scoppio (o ripetere delle registrazioni). Con i vibroseis invece si possono aggiungere, facilmente e a discrezione dell'operatore, punti d'energizzazione e variare l'escursione delle frequenze dei segnali sismici in modo da migliorare la qualità dei dati durante l'acquisizione dei sismogrammi.

E' risaputo che se i dati sismici a riflessione sono stati registrati in maniera ottimale, la loro elaborazione e quindi l'interpretazione è decisamente agevolata e completata in tempi contenuti.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Figura 2 - Vibroseis ElViS III ad onde P (modulo montato) e onde S (modulo smontato)

2.2 Acquisizione dati a Onde di taglio S con Vibroseis

Le operazioni di campagna sono iniziate col posizionamento dei geofoni sul terreno, il loro collegamento tramite morsetti bipolari ai cavi sismici e la connessione di questi ultimi al sismografo. In seguito è stata verificata la trasmissione del segnale di riferimento tra apparato sorgente e sismografi e la ricezione degli eventi sismici su tutti i geofoni. In Figura 3 sono riportate alcune foto delle fasi di acquisizione dati.

Figura 3 – Acquisizione dati su stendimento sismico LS

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Infine sono state realizzate alcune energizzazioni di prova al fine di scegliere le frequenze (sweep) da immettere nel terreno ed i parametri ottimali d'acquisizione sul sismometro; vedasi esempio di spettro di frequenza adottato (20-160 Hz) riportato in Figura 4.

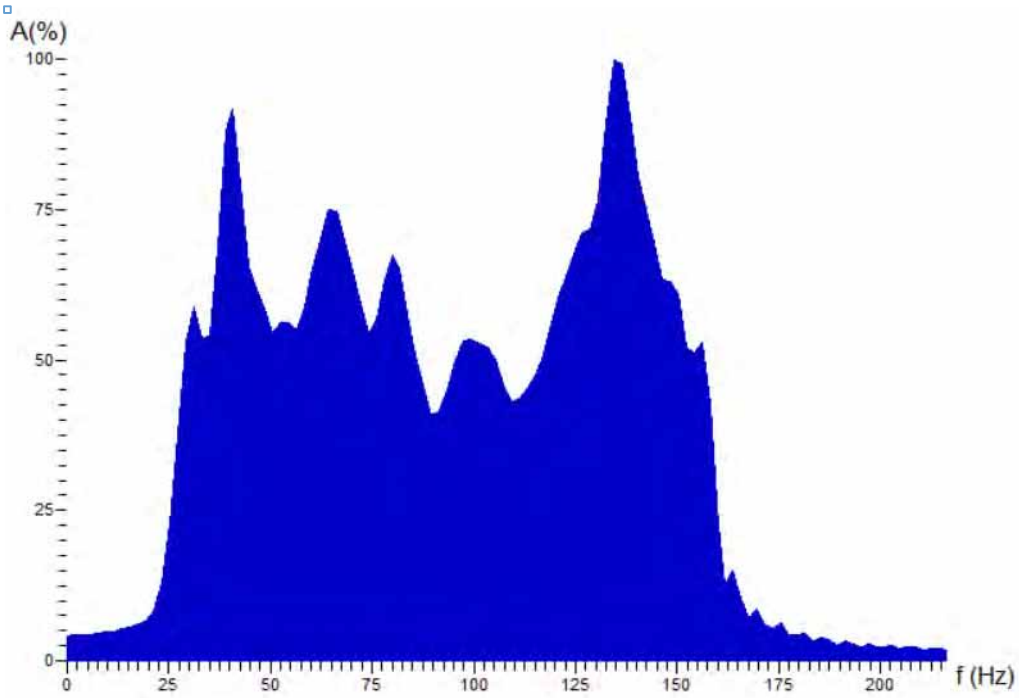


Figura 4 – Spettro di frequenza sweep 20-160 Hz

Dopo aver effettuato la taratura della strumentazione, si è proceduto alla prospezione sismica a riflessione vera e propria in modo tale che dopo ogni energizzazione (o somma di energizzazioni) su ciascun punto d'energizzazione prestabilito, si fosse acquisito e registrato il segnale sull'hard-disk del pc portatile collegato al sismografo per la successiva elaborazione dati.

Su ogni punto d'energizzazione vibrazionale, per generare le onde di taglio S sono state eseguite due energizzazioni: la prima che iniziava con la fase positiva e la seconda con quella negativa; successivamente durante l'elaborazione dati si è sommata alla prima per aumentarne l'ampiezza in fase dei segnali riflessi e diminuire il rumore ambientale.

Come sorgente d'energia è stato utilizzato il nostro sistema esclusivo Vibroseis ElVis III generando le onde di taglio S su ogni geofono per ottenere una copertura del 3000%.

Le energizzazioni così realizzate consentono di avere a disposizione una reale copertura ed una quantità di dati tale da coprire, con la giusta geometria dei raggi ed in maniera omogenea, le intere sezioni sismiche in tutti i settori e fino alle profondità adeguate senza lasciare tratti scoperti o disomogenei (Figura 5).

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

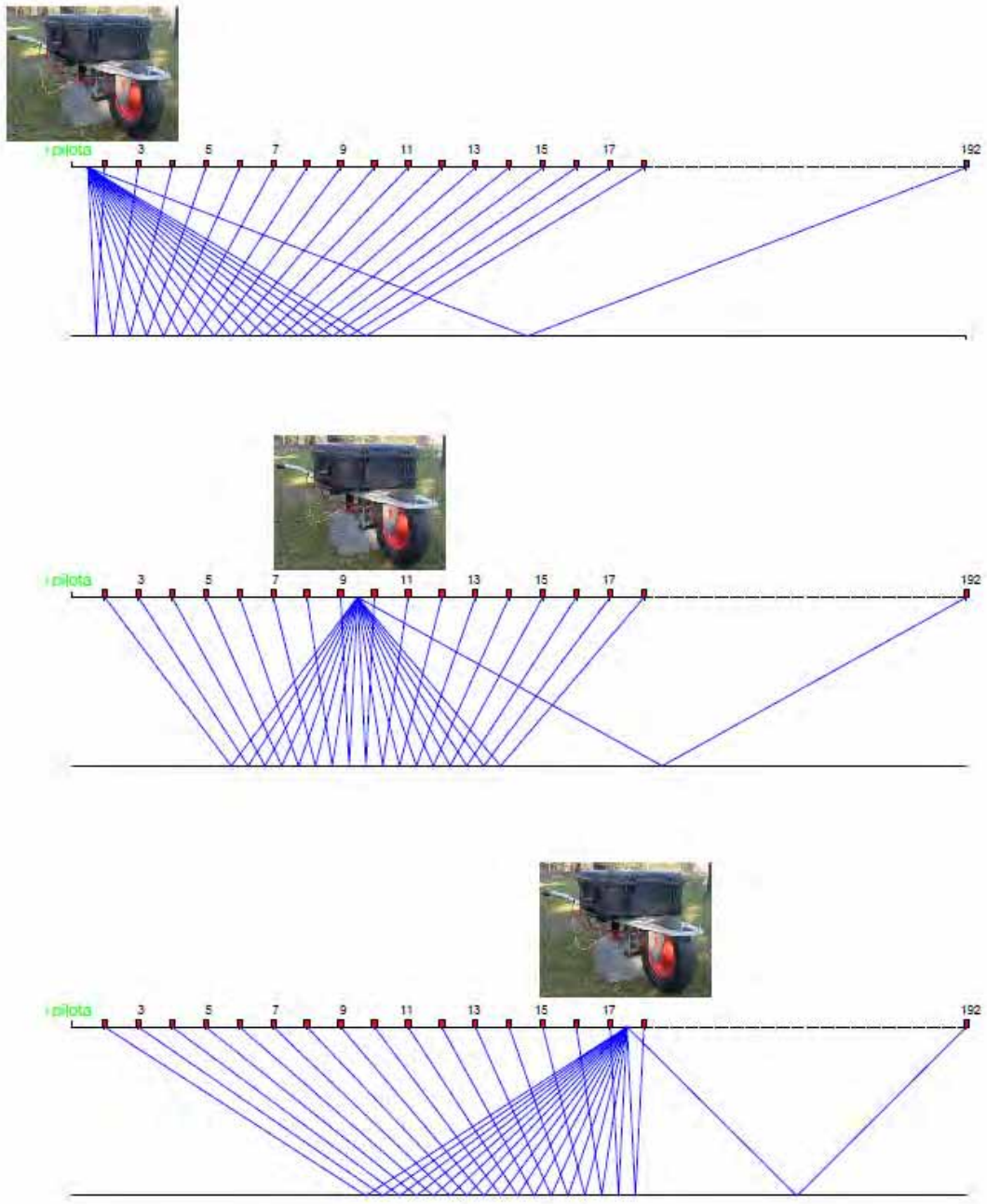


Figura 5 – Esempio, schema di registrazione dati con vibroseis ElViS III con 192 geofoni

Sulla linea LS i dati sono stati registrati utilizzando n. 3 sismografi Geometrics Geode con 24 canali per unità e capacità di 64000 campioni per traccia, per complessivi 60 geofoni attivi su ogni sismogramma. I parametri di acquisizione sono riportati in Tabella 1.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Tempo di registrazione	11 secondi
Intervallo di campionamento	1 millisecondo
Filtri	esclusi
Stendimento	2D variabile rolling end-on, over ed end-off
Geofoni	orizzontali 10Hz interdistanza2 metri
Energizzatore	Vibroseis ElViS III, onde S
Tipo Sweep	20-160 Hz lineare, 10 secondi
Intervallo Punti Vibrazione	2 m (copertura pari al 3000%)
Primo Punto Vibrazione	2 m prima del primo geofono
Ultimo Punto Vibrazione	ultimo geofono (n.60)
Stacks/Punto Vibrazione	1 destra + 1 sinistra

Tabella 1 – Parametri di acquisizione Vibroseis

2.3 Elaborazione Dati Sismici a Riflessione

Quando si elaborano i dati sismici a riflessione è necessario "traslare" tutti i punti di energizzazione e le posizioni dei geofoni su un piano di riferimento che generalmente è orizzontale (vedi il livello del mare nella ricerca petrolifera) e possibilmente posto alla base dei terreni alterati di superficie.
Nel caso delle nostre due linee il profilo del terreno è pianeggiante e come riferimento è stato utilizzato il piano campagna.
L'elaborazione computerizzata, con impiego del software RadExPro Plus prodotto dall'Università di Stato di Mosca (Russia), è stata articolata come elencato nei principali punti successivi.
Per motivi di spazio e complessità esplicativa, la descrizione dettagliata e finalità applicativa delle singole operazioni di elaborazione riportate sotto, si rimanda alla bibliografia disponibile su testi scientifici e riviste specializzate.

1. Correlazione dei sismogrammi;
2. Inserimento delle geometrie;
3. Mute chirurgico dei primi arrivi (top mute);
4. Filtraggio in banda di frequenza (banda passante: 20/40-120/160 Hz;
5. Analisi di velocità su CMP gathers;
6. Applicazione di un guadagno di tipo AGC;
7. Applicazione della correzione normal move out, sorting nel dominio CMP e stack;
8. Bilanciamento ampiezze post-stack e filtraggio F-K.

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Dal processo di elaborazione sopra indicato si ottengono in prima fase gli stacks distanze-tempi riportati in Figura 6.

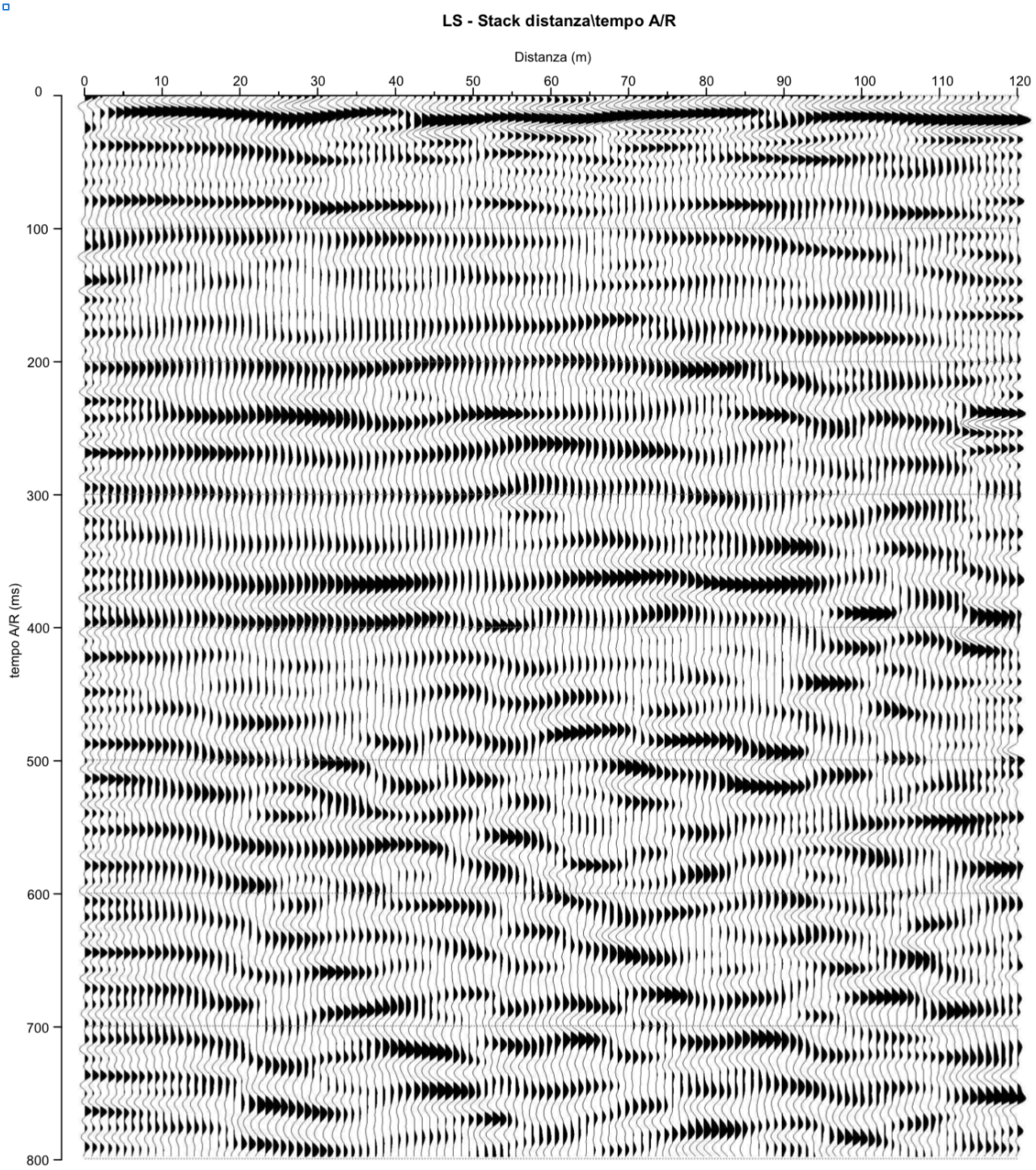


Figura 6 – Stack distanze-tempi LS

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3 ESITO DEL RILIEVO SISMICO A RIFLESSIONE

La tecnica sismica a riflessione ad alta risoluzione, con sorgente vibroseis a frequenza variabile (20-160 Hz) e copertura multipla CDP del 3000%, ha permesso di definire con qualità e dettaglio l'assetto geolitologico dei terreni indagati con particolare riguardo ai valori di Vs e al raggiungimento in profondità del *bedrock sismico* (Vs > 800 m/s).

Le analisi di velocità sugli eventi riflessi per l'allineamento dei CDP, oltre alla conversione dei tempi in profondità, hanno permesso di ottenere la distribuzione bidimensionale delle velocità Vs con la scala cromatica rappresentata nella sezione sismica finale di Tavola 2. Nella stessa tavola viene riportata la sezione LS con le isolinee di velocità sismica in onde di taglio (Vs) e n.3 profili Vs estrapolati a inizio, centro e fine sezione (rispettivamente alle progressive metriche 20 – 60 – 100).

Sotto allo strato superficiale (terreni prevalentemente limosi con spessore di circa 6 m e velocità Vs 160 m/s), la successione sismo-stratigrafica presenta diversi livelli riflettenti riferibili ad interfacce di velocità generalmente crescenti in profondità, fatta eccezione per due inversioni di velocità sismica Vs:

- la prima inversione si individua tra 13 e 23 m di profondità circa, al passaggio da terreni prevalentemente ghiaiosi a terreni meno consistenti costituiti da argille e torbe (Vs circa 240 m/sec);

- la seconda rilevante inversione di velocità Vs (circa 360m/sec) si individua tra 33 e 52 m di profondità circa, in questo caso non si hanno dati geognostici di tipo diretto ma si ipotizza sempre un passaggio tra terreni più consistenti di tipo ghiaioso a terreni meno consistenti limosi-argillosi;

Al di sotto queste inversioni di velocità sismica le Vs aumentano gradualmente fino a valori massimi di circa 950 m/sec fino a una profondità stimata di 170 m da piano campagna; non si rilevano quindi ulteriori inversioni di velocità e di conseguenza situazioni che segnalano particolari criticità nella successione verticale dei sismo-strati.

Il riflettore relativo al *bedrock sismico* locale è caratterizzato da una velocità Vs di 850 m/s e, come visibile dai profili Vs riportati in Tavola 2, si attesta a profondità comprese tra 92 m (inizio sezione) e 115 m (fine sezione).

Per una lettura dettagliata dei risultati descritti si rimanda alla visione degli elaborati forniti nelle varie Tavole del presente rapporto lavori.

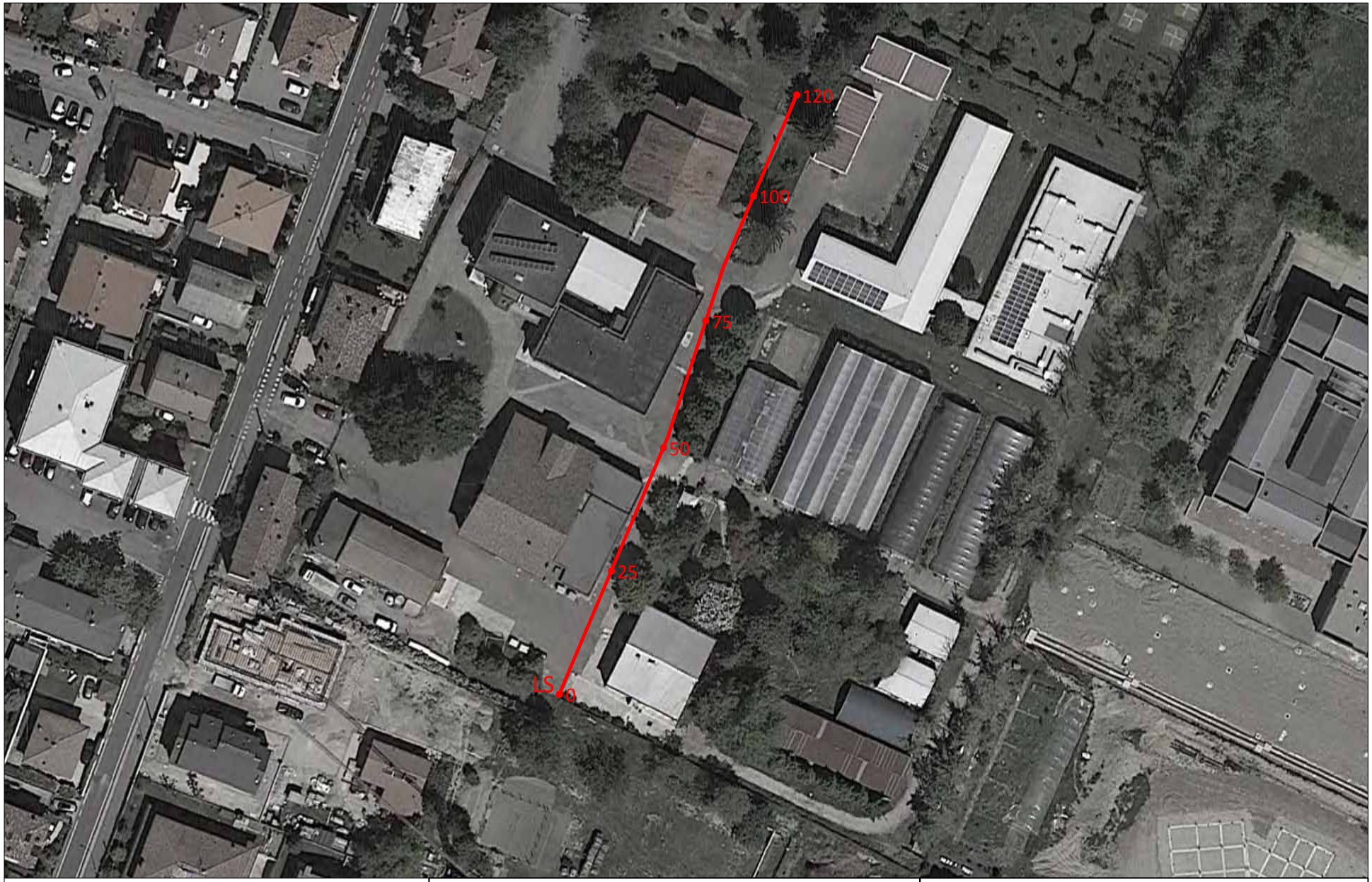
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Forlì, 11/11/2019

Dott. Geol. Diego Peraccini
Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna
Sezione A - N. 1239

Dott. Ing. Giuseppe Mainardi
Ordine degli Ingegneri Provincia di Ravenna
Sezione A – Settore A - N. 1826

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione



GeoExploration srl
www.geoexploration.net

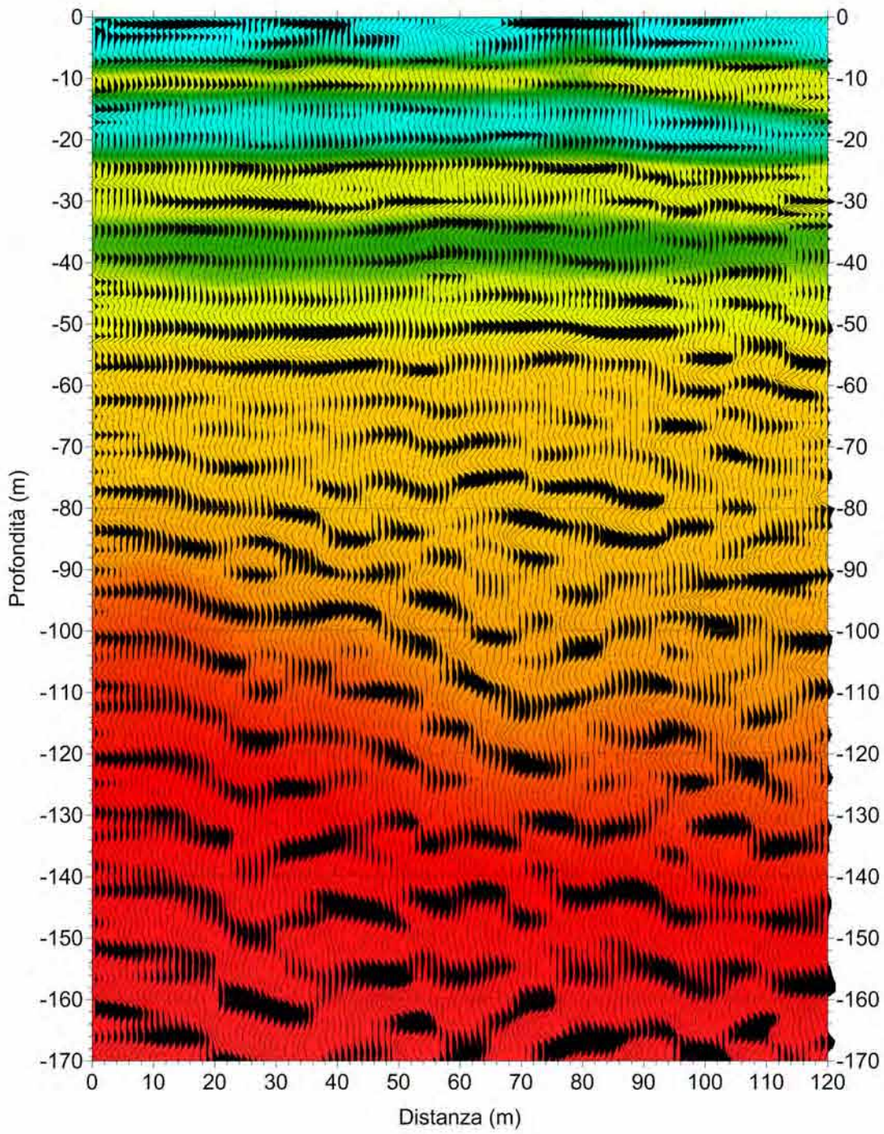
LEGENDA

LS
0
Stendimento sismico a riflessione
e relativa progressiva metrica

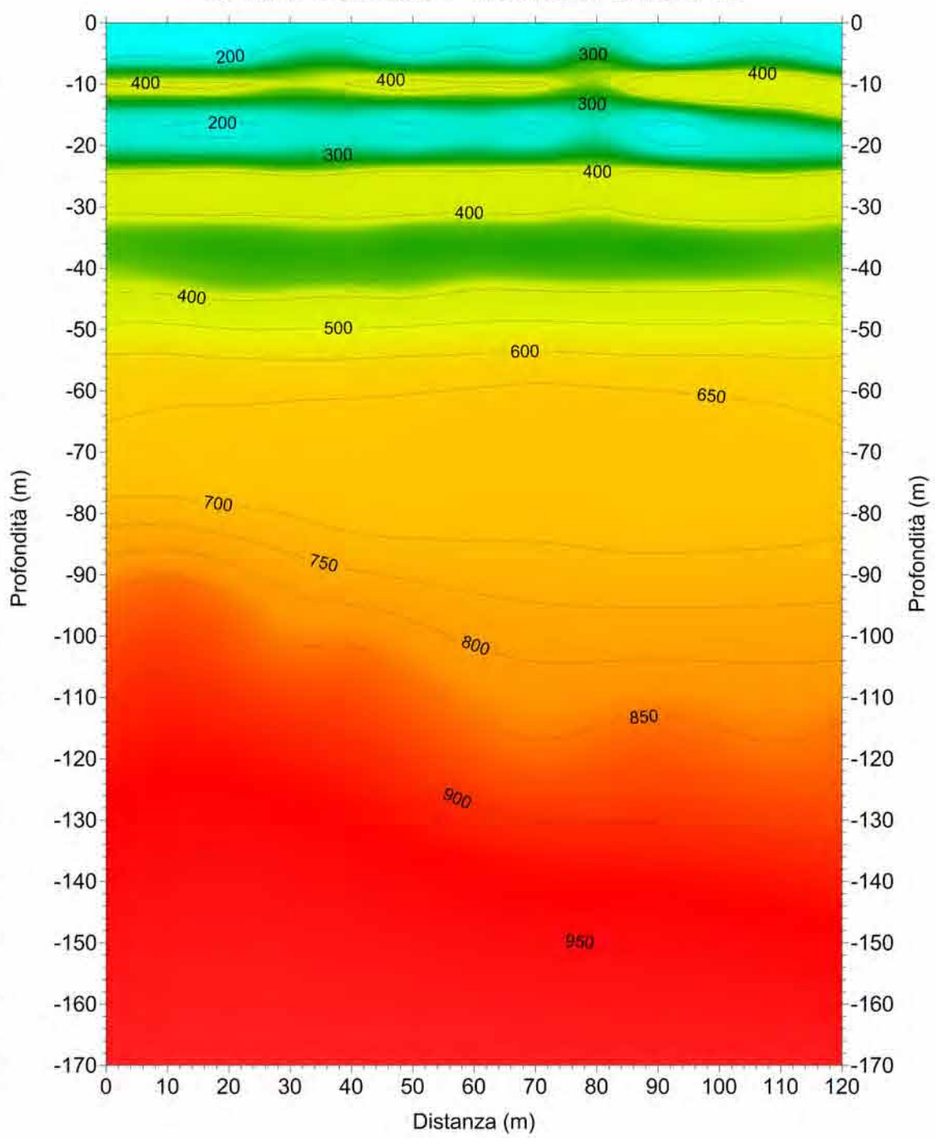
TAVOLA 1
Planimetria indagine Sismica
scala 1:1000

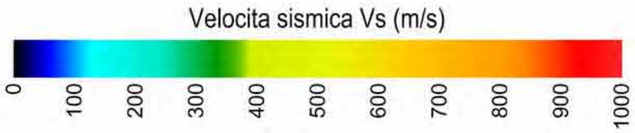
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

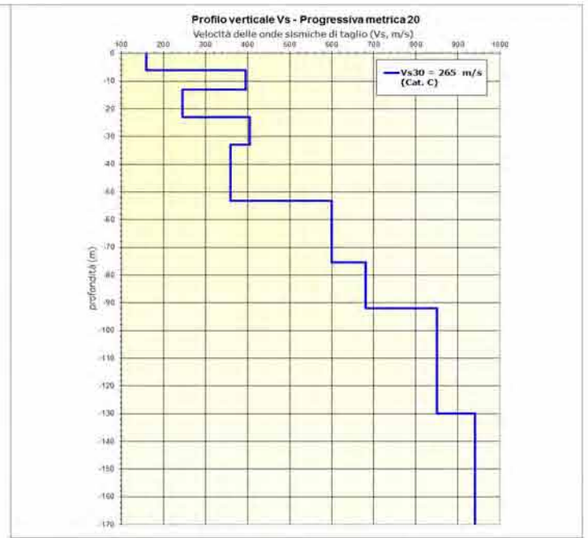
Sezione Sismica LS

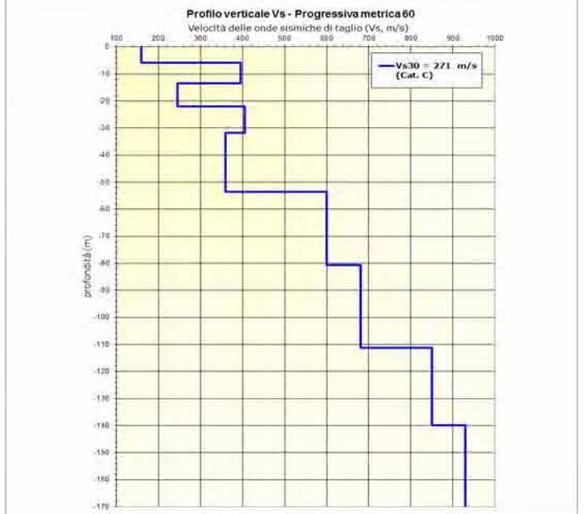


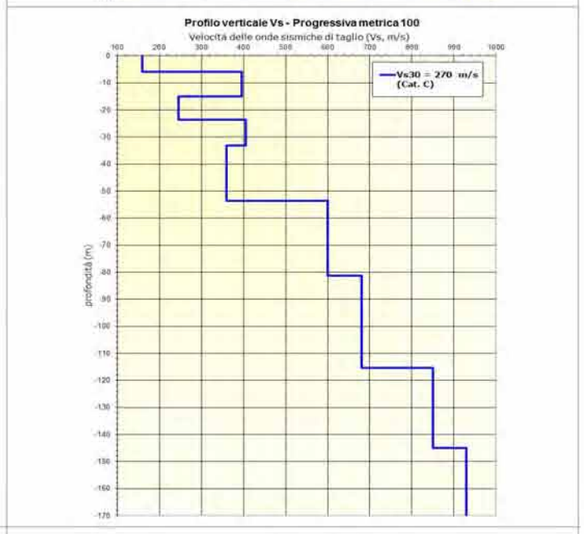
Sezione Sismica LS - isolinee di velocità Vs











GeoExploration srl
www.geoexploration.net

scala 1:1000
0m 10m 20m 30m 40m 50m

TAVOLA 2

Sezione Sismica LS - Profili Vs

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

CASTELFRANCO ISTITUTO SPALLANZANI, IST. SPALLANZANI 0001

Instrument: TE3-0303/01-17
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: 51
Start recording: 16/10/19 11:40:56 End recording: 16/10/19 12:00:56
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

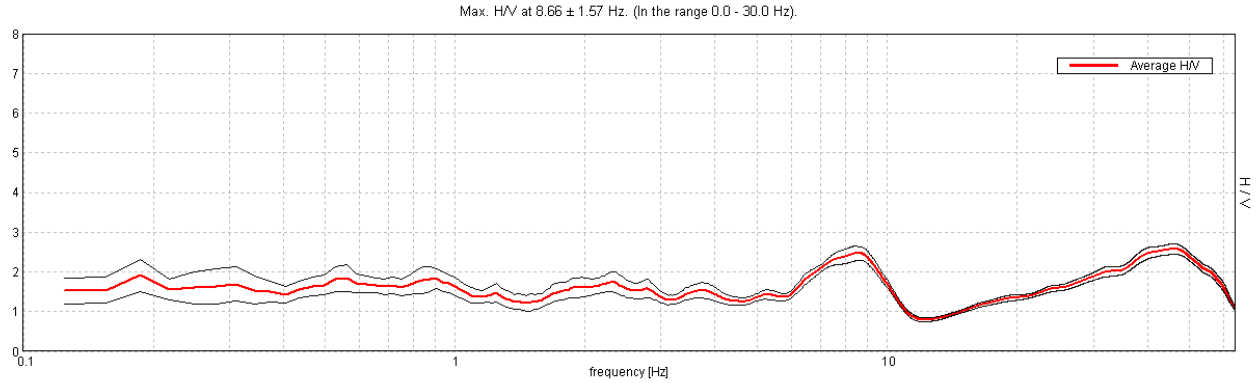
Trace length: 0h20'00". Analyzed 58% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

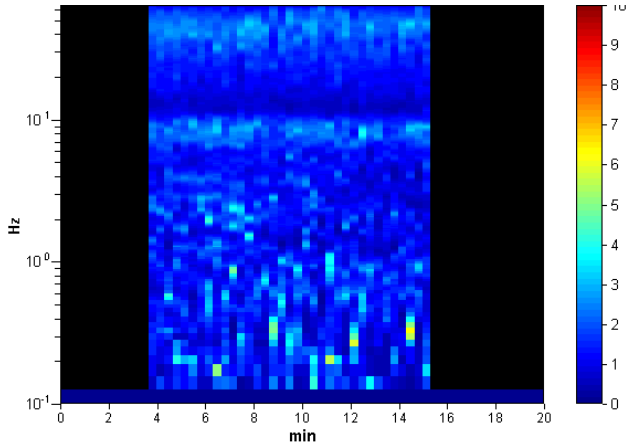
PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

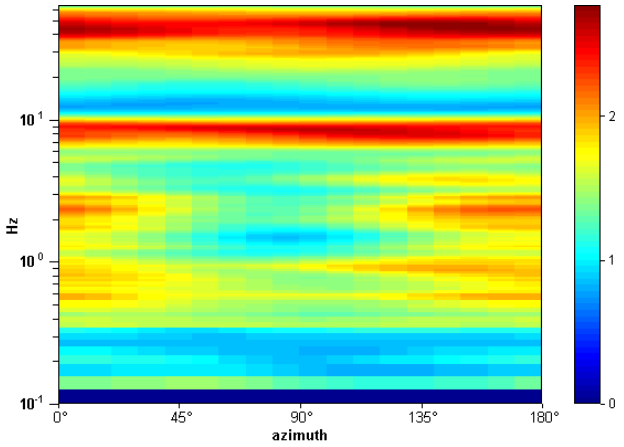
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

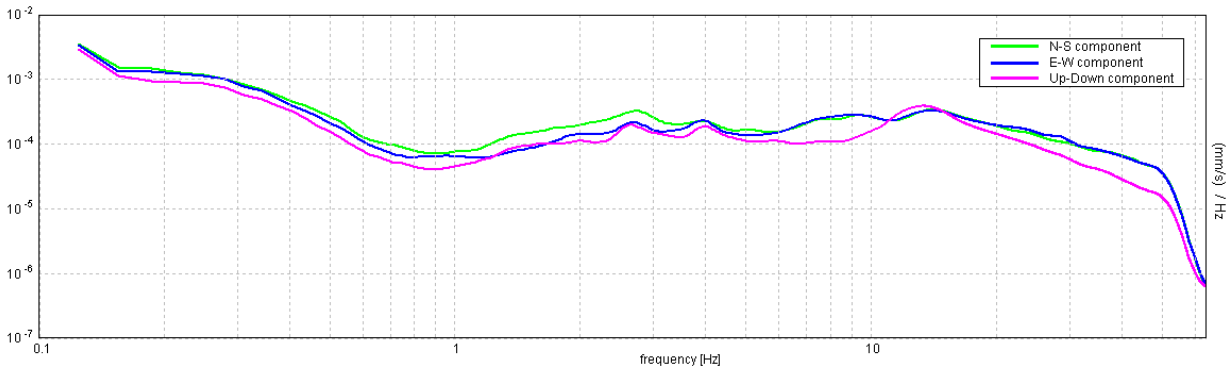


H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V





SINGLE COMPONENT SPECTRA

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the** *Grilla* **manual before interpreting the following tables**.]

Max. H/V at 8.66 ± 1.57 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.66 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6059.4 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz	Exceeded 0 out of 416 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.688 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.47 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.18124| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.56883 < 0.43281		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1704 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{logH/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero ll. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

CASTELFRANCO ISTITUTO SPALLANZANI, IST. SPALLANZANI 0002

Instrument: TE3-0303/01-17
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: 51
Start recording: 16/10/19 12:03:09 End recording: 16/10/19 12:23:09
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

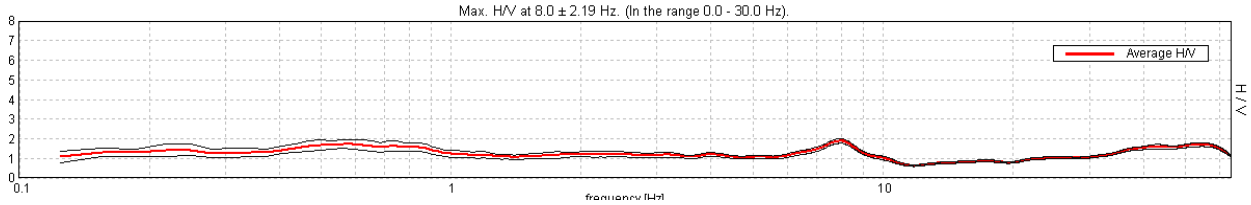
Trace length: 0h20'00". Analyzed 58% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

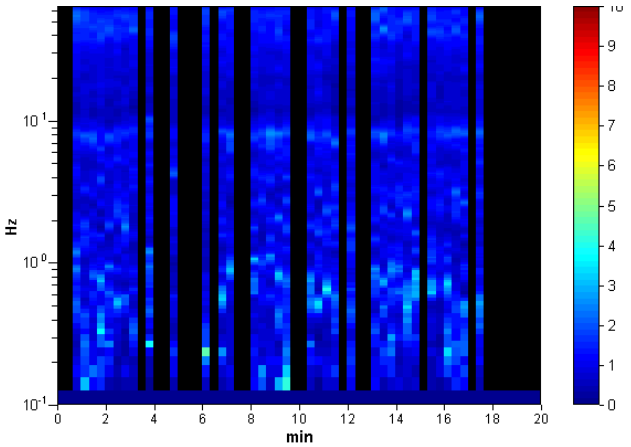
PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

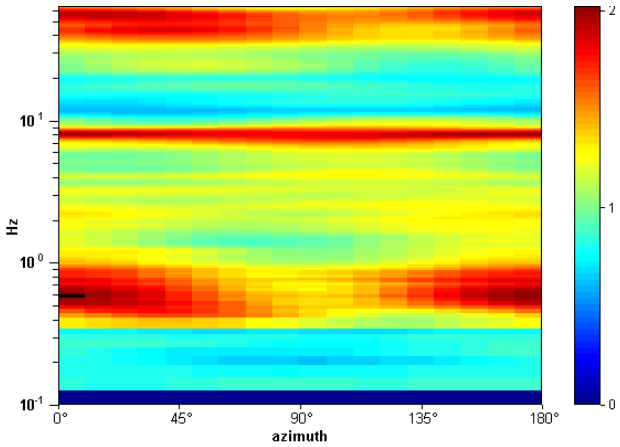
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



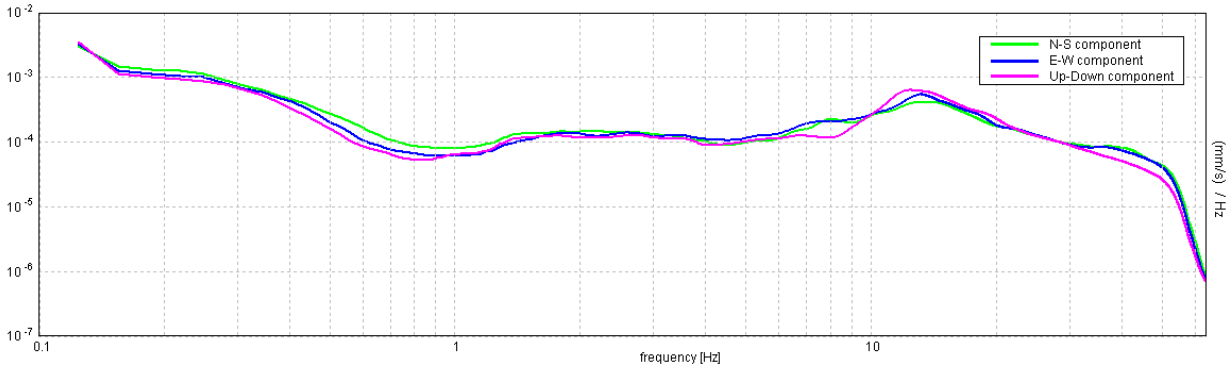
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
41051 Castelnuovo Rangone (MO) - Via per Modena, 8
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 – 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com e-mail: info@provepenetrometriche.com
n° iscrizione registro imprese di Modena P.IVA –c.f. **00812530368**
Cap. soc. Euro 55.600,00

Azienda con Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti (Decreto n. 54953 del 29/05/06) – Settore C – Prove in Sito
Decreto Autorizzazione Ministero II. TT. n. 1845 del 16/02/2012 - Settore "A" - Laboratorio terre

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the** *Grilla* **manual before interpreting the following tables**.]

Max. H/V at 8.0 ± 2.19 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.00 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5600.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz	Exceeded 0 out of 385 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.88 > 2		NO
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.27352| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.18818 < 0.4		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.118 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{logH/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

CERTIFICATO N. 02793/L

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data apertura e descrizione: **31/10/19** Data emissione certificato: **31/10/19**

Sondaggio n. **2** Campione: **1** Profondità di prelievo: **1.00 – 1.50 m**

Stato campione: **AGI Q4**

N. Verbale accettazione: **101/2019** Data verbale accettazione: **31/10/19**

Alto: 1.00 m	**P.P.** (Kg/cm²)	**T.V.** (Kg/cm²)	**Descrizione Litologica**
	7.25	>2.00	Limo argilloso debolmente sabbioso, nocciola con striature ocracee, molto consistente, asciutto, con rari frammenti laterizi.
			Lunghezza campione: 0.50 m
	6.25	>2.00	Note:
Basso: 1.50 m			

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

LA SPERIMENTATRICE
Dott.ssa Silvia Baraldi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02796/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 06/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-02, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,65

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,66

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 19,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,85 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

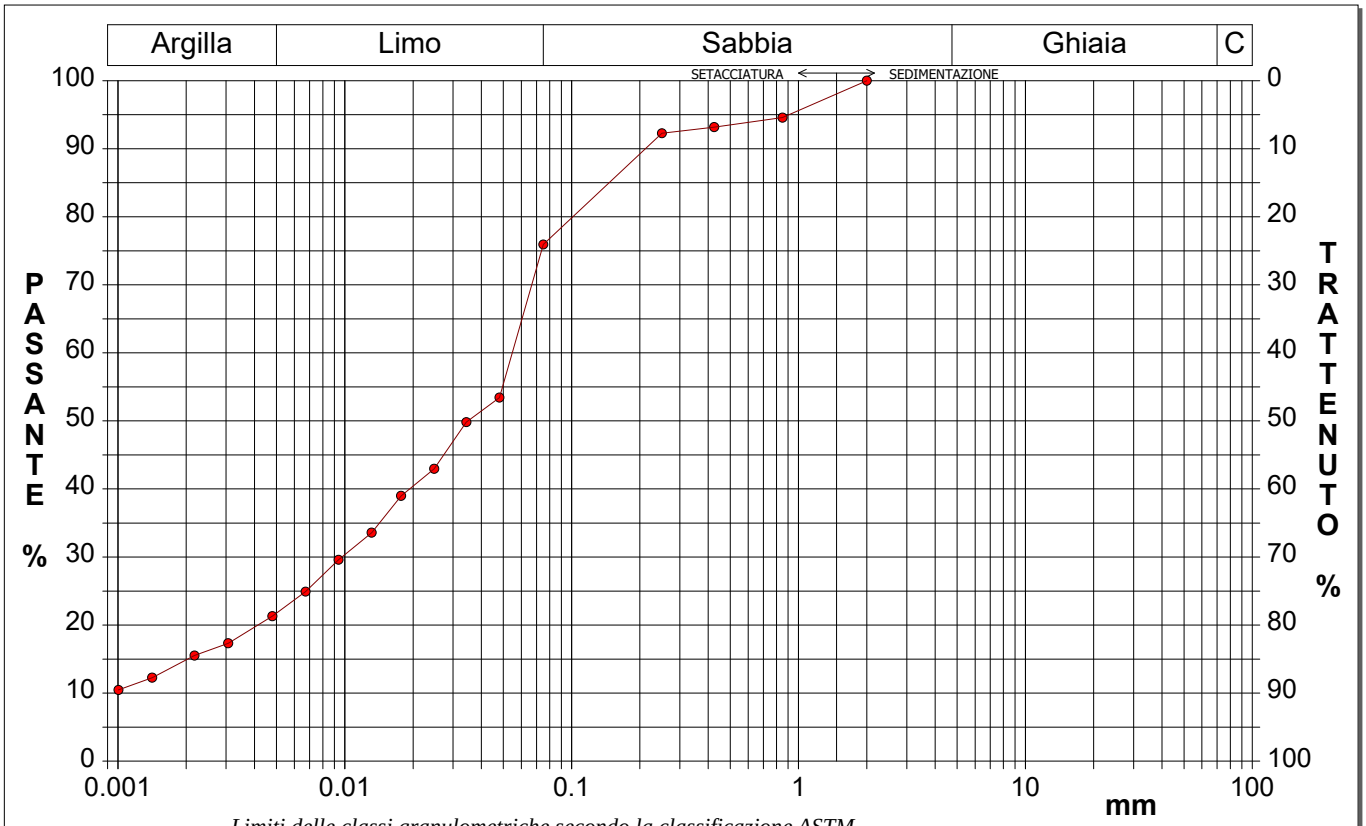
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02807/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 08/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02,ASTM D1140-00,ASTM D2217-98

Argilla	21,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	75,9 %	D_{10}	--- mm
Limo	54,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93,2 %	D_{30}	0,00970 mm
Sabbia	24,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D_{50}	0,03487 mm
Ghiaia	0,0 %			D_{60}	0,05469 mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D_{90}	0,21134 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,0010	10,47	0,0067	24,92	0,0343	49,83	0,8500	94,58		
0,0014	12,28	0,0094	29,61	0,0480	53,44	2,0000	100,00		
0,0022	15,53	0,0131	33,58	0,0750	75,94				
0,0031	17,33	0,0177	39,00	0,2500	92,28				
0,0048	21,30	0,0248	42,97	0,4250	93,18				

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02829/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 15/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 24,5 kPa				Pressione 49,0 kPa				Pressione 98,1 kPa				Pressione 196,1 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	10,0			0,10	24,5			0,10	74,2			0,10	178,3		
0,25	10,0			0,25	46,8			0,25	120,1			0,25	178,3		
0,40	11,4			0,40	46,8			0,40	120,1			0,40	182,9		
0,50	11,4			0,50	46,8			0,50	123,7			0,50	182,9		
1,00	12,7			1,00	50,2			1,00	126,5			1,00	187,5		
2,00	13,7			2,00	52,6			2,00	129,5			2,00	192,0		
4,00	15,0			4,00	54,2			4,00	132,1			4,00	195,4		
8,00	16,6			8,00	55,6			8,00	133,8			8,00	197,9		
15,00	17,9			15,00	56,8			15,00	135,4			15,00	199,9		
30,00	19,2			30,00	57,9			30,00	136,7			30,00	201,9		
60,00	20,4			60,00	58,9			60,00	138,2			60,00	203,6		
120,00	21,4			120,00	59,7			120,00	139,6			120,00	205,0		
240,00	22,2			240,00	60,4			240,00	140,6			240,00	206,4		
480,00	22,9			480,00	61,0			480,00	141,7			480,00	207,6		
960,00	23,8			960,00	61,6			960,00	142,8			960,00	208,8		
1440,00	24,5			1440,00	62,0			1440,00	143,4			1440,00	209,3		

Pressione 392,3 kPa				Pressione 784,5 kPa				Pressione 1569,1 kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	241,8	2880,00	270,7	0,10	302,8			0,10	360,4						
0,25	249,3	3600,00	271,0	0,25	313,1			0,25	385,9						
0,40	249,3			0,40	313,1			0,40	389,7						
0,50	251,5			0,50	318,0			0,50	389,7						
1,00	254,5			1,00	322,4			1,00	395,7						
2,00	256,8			2,00	327,5			2,00	400,4						
4,00	259,5			4,00	331,8			4,00	404,8						
8,00	261,2			8,00	334,8			8,00	408,1						
15,00	262,8			15,00	337,0			15,00	410,4						
30,00	264,2			30,00	339,3			30,00	412,7						
60,00	265,5			60,00	341,5			60,00	414,7						
120,00	266,6			120,00	343,3			120,00	416,5						
240,00	267,5			240,00	344,7			240,00	418,2						
480,00	268,5			480,00	346,1			480,00	426,6						
960,00	269,3			960,00	347,3			960,00	428,4						
1440,00	269,8			1440,00	348,0			1440,00	429,1						
1800,00	270,1														

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

COMMITTENTE: Provincia di Modena		
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

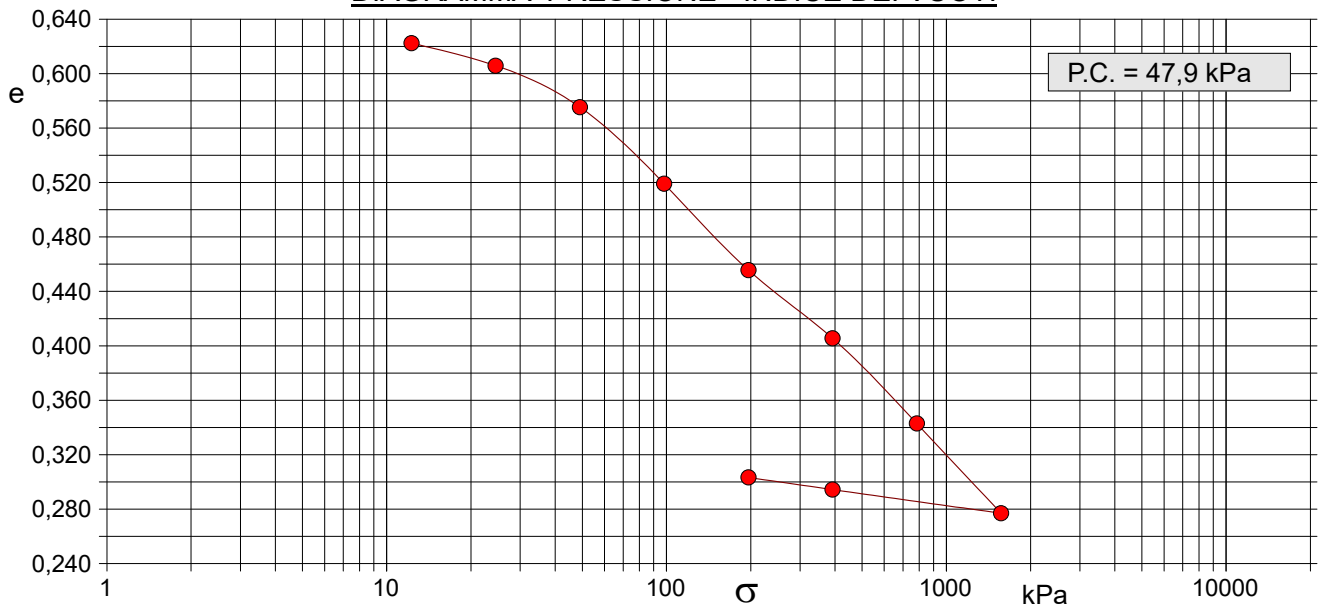
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

Caratteristiche del campione

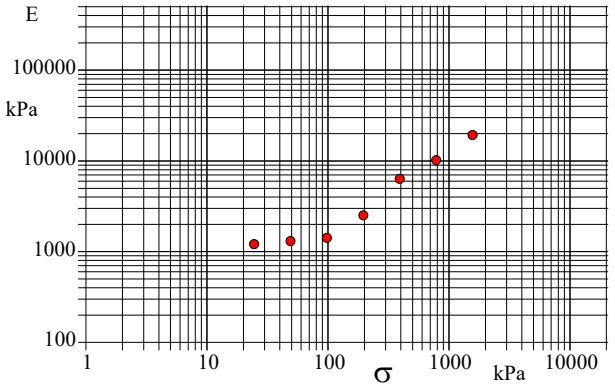
Peso di volume (kN/m³)	18,64	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,63
Umidità (%)	16,4	Volume provino (cm³)	39,27	Porosità (%)	38,49
Peso specifico	2,65	Volume dei vuoti (cm³)	15,12	Saturazione (%)	69,5

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
12,3	4,2	0,622				
24,5	24,5	0,606	0,055	1208	0,002079	1,69E-07
49,0	62,0	0,575	0,101	1307	0,001476	1,11E-07
98,1	143,4	0,519	0,187	1417	0,001855	1,28E-07
196,1	209,3	0,456	0,211	2513	0,002696	1,05E-07
392,3	271,0	0,406	0,167	6358	0,001413	2,18E-08
784,5	348,0	0,343	0,208	10189	0,001360	1,31E-08
1569,1	429,1	0,277	0,219	19347	0,000907	4,60E-09
392,3	407,7	0,294				
196,1	396,7	0,303				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018

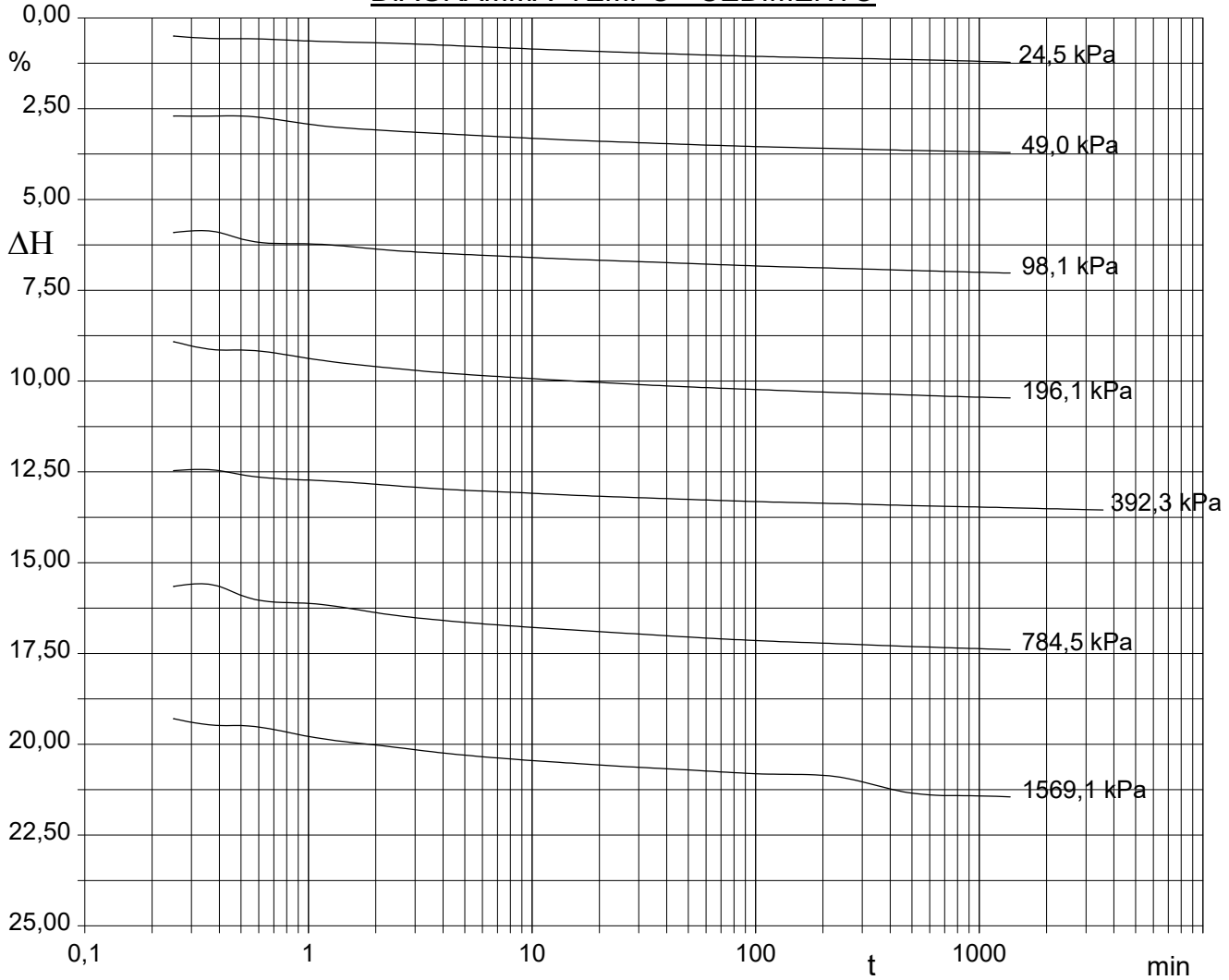
Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

COMMITTENTE: Provincia di Modena		
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.00 - 1.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione:	24,5 kPa	Cv = 0,002079 cm²/sec	C_α = 0,0016
Pressione:	49,0 kPa	Cv = 0,001476 cm²/sec	C_α = 0,0016
Pressione:	98,1 kPa	Cv = 0,001855 cm²/sec	C_α = 0,0020
Pressione:	196,1 kPa	Cv = 0,002696 cm²/sec	C_α = 0,0024
Pressione:	392,3 kPa	Cv = 0,001413 cm²/sec	C_α = 0,0018
Pressione:	784,5 kPa	Cv = 0,001360 cm²/sec	C_α = 0,0030
Pressione:	1569,1 kPa	Cv = 0,000907 cm²/sec	C_α = 0,0060

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

CERTIFICATO N. 02794/L

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data apertura e descrizione: **31/10/19** Data emissione certificato: **31/10/19**

Sondaggio n. **2** Campione: **2** Profondità di prelievo: **3.05 – 3.60 m**

Stato campione: **AGI Q5**

N. Verbale accettazione: **101/2019** Data verbale accettazione: **31/10/19**

Alto: 3.05 m	**P.P.** (Kg/cm²)	**T.V.** (Kg/cm²)	**Descrizione Litologica**
	1.00	0.60	Limo argilloso con sabbia, bruno nocciola, moderatamente consistente, umido.
	1.00	0.40	Lunghezza campione: 0.55 m
	1.00	0.50	Note:
Basso: 3.60 m			

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

LA SPERIMENTATRICE
Dott.ssa Silvia Baraldi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02797/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	06/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-02, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,68

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,68

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 19,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,25 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE:	Provincia di Modena		
RIFERIMENTO:	Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3.05 - 3.60

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	30,3	%
Peso di volume	18,5	kN/m³
Peso di volume secco	13,9	kN/m³
Peso di volume saturo	18,5	kN/m³
Peso specifico	2,68	
Indice dei vuoti	0,892	
Porosità	47,1	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	16,8	%
Limo	64,3	%
Argilla	18,9	%
D 10	0,001543	mm
D 50	0,028275	mm
D 60	0,043247	mm
D 90	0,128025	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 42	100,0	%
Passante set. 200	83,2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c'	kPa	ϕ'	°
c' Res	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02810/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 05/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98, ASTM D2974-00

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 30,3 %

Struttura del materiale:
- ☒ Omogeneo
- ☐ Stratificato
- ☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,25 mm

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02799/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	04/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D1188-96

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Bellari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

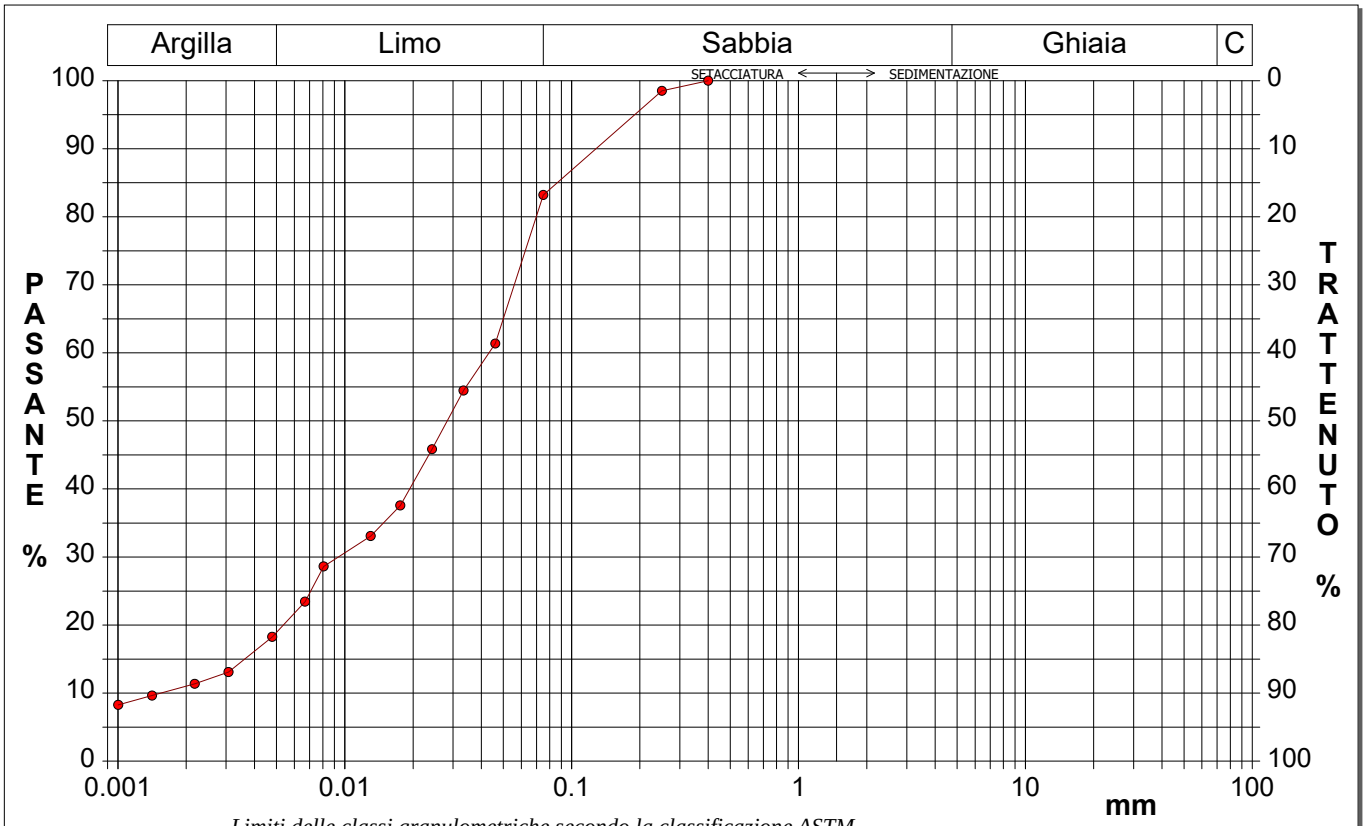
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02808/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 08/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3.05 - 3.60

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02,ASTM D1140-00,ASTM D2217-98

Argilla	18,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	83,2 %	D_{10}	0,00154 mm
Limo	64,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D_{30}	0,00935 mm
Sabbia	16,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D_{50}	0,02827 mm
Ghiaia	0,0 %			D_{60}	0,04325 mm
Coefficiente di uniformità	28,03	Coefficiente di curvatura	1,31	D_{90}	0,12803 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,0010	8,27	0,0067	23,44	0,0334	54,47				
0,0014	9,65	0,0081	28,61	0,0461	61,36				
0,0022	11,38	0,0130	33,10	0,0750	83,20				
0,0031	13,10	0,0176	37,58	0,2500	98,51				
0,0048	18,27	0,0242	45,85	0,4000	100,00				

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

CERTIFICATO N. 02795/L

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani**

Cantiere: **realizzazione nuova palazzina ad uso laboratori**

Data apertura e descrizione: **31/10/19** Data emissione certificato: **31/10/19**

Sondaggio n. **2** Campione: **3** Profondità di prelievo: **4.45 – 5.00 m**

Stato campione: **AGI Q5**

N. Verbale accettazione: **101/2019** Data verbale accettazione: **31/10/19**

Alto: 4.45 m	**P.P.** (Kg/cm²)	**T.V.** (Kg/cm²)	**Descrizione Litologica**
	0.50 0.75 0.50	0.30 0.40 0.40	Limo sabbioso, grigio, moderatamente consistente, molto umido, con presenza di torba a 4.55 m. Lunghezza campione: 0.55 m Note:
Basso: 5.00 m			

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

LA SPERIMENTATRICE
Dott.ssa Silvia Baraldi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02798/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 06/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-02, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,61

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,61

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 19,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,85 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02800/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	04/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D1188-96

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,5 kN/m³

SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE:	Provincia di Modena		
RIFERIMENTO:	Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	4.45 - 5.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	33,3	%
Peso di volume	18,7	kN/m³
Peso di volume secco	14,0	kN/m³
Peso di volume saturo	18,5	kN/m³
Peso specifico	2,61	
Indice dei vuoti	0,825	
Porosità	45,2	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	10,0	%
Limo	60,4	%
Argilla	29,6	%
D 10		mm
D 50	0,014294	mm
D 60	0,022374	mm
D 90	0,075794	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 42	95,5	%
Passante set. 200	90,0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c'	kPa	ϕ'	°
c' Res	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02811/L Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi:	04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19	Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi:	05/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98, ASTM D2974-00

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 33,3 %

Struttura del materiale:
- ☒ Omogeneo
- ☐ Stratificato
- ☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,85 mm

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

PROVE PENETROMETRICHE Srl
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Via per Modena, 8

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV-GL

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 1845/15-02-2017 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

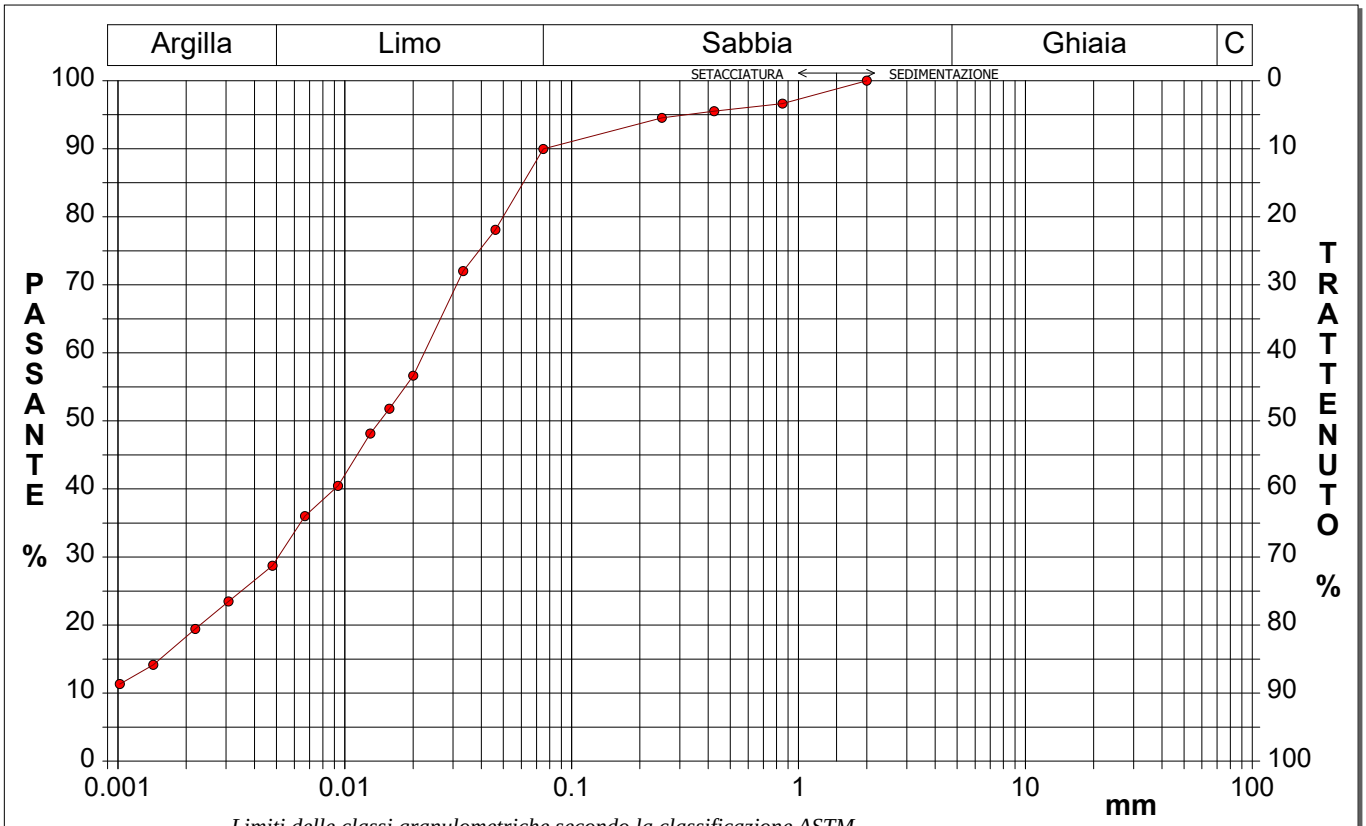
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02809/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/19	Inizio analisi: 04/11/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 101/19 del 31/10/19		Apertura campione: 31/10/19	Fine analisi: 08/11/19

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Castelfranco Emilia (MO), c/o Ist. Spallanzani
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4.45 - 5.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02,ASTM D1140-00,ASTM D2217-98

Argilla	29,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	90,0 %	D_{10}	--- mm
Limo	60,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95,5 %	D_{30}	0,00509 mm
Sabbia	10,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D_{50}	0,01429 mm
Ghiaia	0,0 %			D_{60}	0,02237 mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D_{90}	0,07579 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,0010	11,33	0,0067	36,01	0,0332	72,02	0,8500	96,63		
0,0014	14,16	0,0093	40,46	0,0462	78,09	2,0000	100,00		
0,0022	19,42	0,0130	48,15	0,0750	89,96				
0,0031	23,47	0,0157	51,79	0,2500	94,53				
0,0048	28,73	0,0200	56,65	0,4250	95,50				

Sperimentatrice
Dott.ssa Silvia Baraldi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Pierluigi Poppi

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Punti Spettro medio analisi RSL

T (s)	a(g)
0.0000	0.3012
0.0100	0.3018
0.0200	0.3037
0.0300	0.3071
0.0400	0.3122
0.0500	0.3199
0.0600	0.3344
0.0700	0.3604
0.0800	0.3722
0.0900	0.4202
0.1000	0.4681
0.1100	0.5618
0.1200	0.6931
0.1300	0.7620
0.1400	0.8607
0.1500	0.9181
0.1600	0.9502
0.1700	0.9235
0.1800	0.8796
0.1900	0.7835
0.2000	0.7022
0.2100	0.6585
0.2200	0.6526
0.2300	0.7102
0.2400	0.7599
0.2500	0.7933
0.2600	0.7884
0.2700	0.8207
0.2800	0.8376
0.2900	0.8523
0.3000	0.8496
0.3100	0.8008
0.3200	0.7681
0.3300	0.7481
0.3400	0.7119
0.3500	0.6719
0.3600	0.6378
0.3700	0.6006
0.3800	0.5685
0.3900	0.5464
0.4000	0.5220
0.4100	0.5045
0.4200	0.4921
0.4300	0.4886
0.4400	0.4874
0.4500	0.4819
0.4600	0.4689
0.4700	0.4492
0.4800	0.4279
0.4900	0.4123
0.5000	0.4005
0.5100	0.3916
0.5200	0.3871
0.5300	0.3865
0.5400	0.3890
0.5500	0.3950
0.5600	0.4048
0.5700	0.4140
0.5800	0.4169
0.5900	0.4208
0.6000	0.4221
0.6100	0.4227
0.6200	0.4219
0.6300	0.4210
0.6400	0.4210
0.6500	0.4235

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

0.6600	0.4265
0.6700	0.4309
0.6800	0.4337
0.6900	0.4354
0.7000	0.4385
0.7100	0.4375
0.7200	0.4366
0.7300	0.4392
0.7400	0.4389
0.7500	0.4350
0.7600	0.4302
0.7700	0.4241
0.7800	0.4169
0.7900	0.4126
0.8000	0.4056
0.8100	0.4008
0.8200	0.3971
0.8300	0.3938
0.8400	0.3900
0.8500	0.3888
0.8600	0.3859
0.8700	0.3817
0.8800	0.3769
0.8900	0.3708
0.9000	0.3631
0.9100	0.3540
0.9200	0.3441
0.9300	0.3358
0.9400	0.3326
0.9500	0.3300
0.9600	0.3278
0.9700	0.3259
0.9800	0.3240
0.9900	0.3228
1.0000	0.3207
1.0100	0.3176
1.0200	0.3138
1.0300	0.3095
1.0400	0.3044
1.0500	0.2983
1.0600	0.2939
1.0700	0.2918
1.0800	0.2890
1.0900	0.2853
1.1000	0.2809
1.1100	0.2758
1.1200	0.2703
1.1300	0.2652
1.1400	0.2608
1.1500	0.2565
1.1600	0.2521
1.1700	0.2481
1.1800	0.2440
1.1900	0.2397
1.2000	0.2351
1.2100	0.2325
1.2200	0.2299
1.2300	0.2265
1.2400	0.2230
1.2500	0.2196
1.2600	0.2159
1.2700	0.2117
1.2800	0.2079
1.2900	0.2052
1.3000	0.2022
1.3100	0.1991
1.3200	0.1958
1.3300	0.1926
1.3400	0.1892

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

1.3500	0.1859
1.3600	0.1827
1.3700	0.1802
1.3800	0.1792
1.3900	0.1787
1.4000	0.1784
1.4100	0.1782
1.4200	0.1778
1.4300	0.1771
1.4400	0.1760
1.4500	0.1746
1.4600	0.1729
1.4700	0.1709
1.4800	0.1689
1.4900	0.1669
1.5000	0.1647
1.5100	0.1626
1.5200	0.1607
1.5300	0.1597
1.5400	0.1584
1.5500	0.1568
1.5600	0.1549
1.5700	0.1528
1.5800	0.1505
1.5900	0.1480
1.6000	0.1454
1.6100	0.1431
1.6200	0.1414
1.6300	0.1395
1.6400	0.1376
1.6500	0.1357
1.6600	0.1339
1.6700	0.1323
1.6800	0.1308
1.6900	0.1292
1.7000	0.1277
1.7100	0.1262
1.7200	0.1247
1.7300	0.1232
1.7400	0.1217
1.7500	0.1202
1.7600	0.1191
1.7700	0.1180
1.7800	0.1169
1.7900	0.1157
1.8000	0.1148
1.8100	0.1140
1.8200	0.1131
1.8300	0.1123
1.8400	0.1114
1.8500	0.1105
1.8600	0.1096
1.8700	0.1087
1.8800	0.1077
1.8900	0.1067
1.9000	0.1056
1.9100	0.1044
1.9200	0.1034
1.9300	0.1025
1.9400	0.1014
1.9500	0.1002
1.9600	0.0990
1.9700	0.0977
1.9800	0.0963
1.9900	0.0949
2.0000	0.0933
2.0100	0.0917
2.0200	0.0903
2.0300	0.0891

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2.0400	0.0879
2.0500	0.0867
2.0600	0.0854
2.0700	0.0840
2.0800	0.0827
2.0900	0.0813
2.1000	0.0800
2.1100	0.0788
2.1200	0.0778
2.1300	0.0768
2.1400	0.0758
2.1500	0.0748
2.1600	0.0740
2.1700	0.0732
2.1800	0.0726
2.1900	0.0719
2.2000	0.0713
2.2100	0.0706
2.2200	0.0699
2.2300	0.0693
2.2400	0.0686
2.2500	0.0679
2.2600	0.0671
2.2700	0.0664
2.2800	0.0657
2.2900	0.0649
2.3000	0.0642
2.3100	0.0634
2.3200	0.0627
2.3300	0.0620
2.3400	0.0613
2.3500	0.0606
2.3600	0.0599
2.3700	0.0594
2.3800	0.0588
2.3900	0.0582
2.4000	0.0576
2.4100	0.0571
2.4200	0.0565
2.4300	0.0559
2.4400	0.0554
2.4500	0.0548
2.4600	0.0543
2.4700	0.0537
2.4800	0.0532
2.4900	0.0526
2.5000	0.0521
2.5100	0.0515
2.5200	0.0510
2.5300	0.0505
2.5400	0.0500
2.5500	0.0495
2.5600	0.0490
2.5700	0.0485
2.5800	0.0480
2.5900	0.0475
2.6000	0.0470
2.6100	0.0466
2.6200	0.0461
2.6300	0.0457
2.6400	0.0452
2.6500	0.0449
2.6600	0.0445
2.6700	0.0441
2.6800	0.0437
2.6900	0.0433
2.7000	0.0430
2.7100	0.0426
2.7200	0.0423

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

2.7300	0.0419
2.7400	0.0416
2.7500	0.0412
2.7600	0.0409
2.7700	0.0406
2.7800	0.0403
2.7900	0.0400
2.8000	0.0396
2.8100	0.0393
2.8200	0.0390
2.8300	0.0387
2.8400	0.0384
2.8500	0.0381
2.8600	0.0378
2.8700	0.0375
2.8800	0.0372
2.8900	0.0370
2.9000	0.0367
2.9100	0.0364
2.9200	0.0361
2.9300	0.0358
2.9400	0.0356
2.9500	0.0353
2.9600	0.0350
2.9700	0.0347
2.9800	0.0345
2.9900	0.0342
3.0000	0.0339
3.0100	0.0337
3.0200	0.0334
3.0300	0.0332
3.0400	0.0329
3.0500	0.0327
3.0600	0.0324
3.0700	0.0321
3.0800	0.0319
3.0900	0.0316
3.1000	0.0314
3.1100	0.0312
3.1200	0.0309
3.1300	0.0307
3.1400	0.0304
3.1500	0.0302
3.1600	0.0299
3.1700	0.0297
3.1800	0.0296
3.1900	0.0295
3.2000	0.0293
3.2100	0.0292
3.2200	0.0290
3.2300	0.0289
3.2400	0.0288
3.2500	0.0286
3.2600	0.0285
3.2700	0.0284
3.2800	0.0282
3.2900	0.0281
3.3000	0.0280
3.3100	0.0279
3.3200	0.0277
3.3300	0.0276
3.3400	0.0275
3.3500	0.0273
3.3600	0.0272
3.3700	0.0271
3.3800	0.0269
3.3900	0.0268
3.4000	0.0267
3.4100	0.0266

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

3.4200	0.0265
3.4300	0.0263
3.4400	0.0262
3.4500	0.0261
3.4600	0.0260
3.4700	0.0259
3.4800	0.0258
3.4900	0.0256
3.5000	0.0255
3.5100	0.0254
3.5200	0.0253
3.5300	0.0251
3.5400	0.0250
3.5500	0.0248
3.5600	0.0247
3.5700	0.0246
3.5800	0.0244
3.5900	0.0243
3.6000	0.0241
3.6100	0.0240
3.6200	0.0238
3.6300	0.0236
3.6400	0.0235
3.6500	0.0233
3.6600	0.0232
3.6700	0.0230
3.6800	0.0228
3.6900	0.0227
3.7000	0.0225
3.7100	0.0223
3.7200	0.0222
3.7300	0.0220
3.7400	0.0219
3.7500	0.0217
3.7600	0.0216
3.7700	0.0214
3.7800	0.0212
3.7900	0.0211
3.8000	0.0209
3.8100	0.0207
3.8200	0.0206
3.8300	0.0204
3.8400	0.0204
3.8500	0.0203
3.8600	0.0202
3.8700	0.0201
3.8800	0.0200
3.8900	0.0199
3.9000	0.0198
3.9100	0.0198
3.9200	0.0197
3.9300	0.0196
3.9400	0.0195
3.9500	0.0194
3.9600	0.0194
3.9700	0.0193
3.9800	0.0192
3.9900	0.0191
4.0000	0.0190

Protocollo n. 3851 del 07/02/2020 13:02:36
Copia informatica per consultazione

Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di MODENA

Registro Imprese - Archivio ufficiale della CCIAA

In questa pagina viene esposto un estratto delle informazioni presenti in visura che non può essere considerato esaustivo, ma che ha puramente scopo di sintesi

VISURA ORDINARIA SOCIETA' DI CAPITALE

ICOED S.R.L.

0Z2CXB

Il QR Code consente di verificare la corrispondenza tra questo documento e quello archiviato al momento dell'estrazione. Per la verifica utilizzare l'App RI QR Code o visitare il sito ufficiale del Registro Imprese.

DATI ANAGRAFICI

Indirizzo Sede legale	MODENA (MO) VIA GRECIA N.15/17 CAP 41122
Indirizzo PEC	icoed@pecaffari.it
Numero REA	MO - 381343
Codice fiscale e n.iscr. al Registro Imprese	03365040363
Partita IVA	03365040363
Forma giuridica	societa' a responsabilita' limitata con unico socio
Data atto di costituzione	30/11/2010
Data iscrizione	09/12/2010
Data ultimo protocollo	30/09/2021
Amministratrice Unica	PITTINO ALEXANDRA *Rappresentante dell'Impresa*
Institore	TORANO PASQUALE *Rappresentante dell'Impresa*

ATTIVITA'

Stato attività	attiva
Data inizio attività	29/04/2011
Attività prevalente	lavori generali di costruzioni di edifici
Codice ATECO	41.2
Codice NACE	41.2
Attività import export	-
Contratto di rete	-
Albi ruoli e licenze	sì
Albi e registri ambientali	sì

L'IMPRESA IN CIFRE

Capitale sociale	30.000,00
Addetti al 30/06/2021	22
Soci e titolari di diritti su azioni e quote	1
Amministratori	2
Titolari di cariche	0
Sindaci, organi di controllo	0
Unità locali	0
Pratiche inviate negli ultimi 12 mesi	4
Trasferimenti di quote	0
Trasferimenti di sede	0
Partecipazioni (1)	sì

CERTIFICAZIONE D'IMPRESA

Attestazioni SOA	sì
Certificazioni di QUALITA'	sì

DOCUMENTI CONSULTABILI

Bilanci	2020 - 2019 - 2018 - 2017 - 2016 - ...
Fascicolo	sì
Statuto	sì
Altri atti	6

(1) Indica se l'impresa detiene partecipazioni in altre società, desunte da elenchi soci o trasferimenti di quote

Indice

1 Sede 2
2 Informazioni da statuto/atto costitutivo 2
3 Capitale e strumenti finanziari 4
4 Soci e titolari di diritti su azioni e quote 5
5 Amministratori 5
6 Attività, albi ruoli e licenze 7
7 Aggiornamento impresa 11

1 Sede

Indirizzo Sede legale	MODENA (MO) VIA GRECIA N.15/17 CAP 41122
Indirizzo PEC	icoed@pecaffari.it
Partita IVA	03365040363
Numero repertorio economico amministrativo (REA)	MO - 381343

2 Informazioni da statuto/atto costitutivo

Registro Imprese	Codice fiscale e numero di iscrizione: 03365040363 Data di iscrizione: 09/12/2010 Sezioni: Iscritta nella sezione ORDINARIA
Estremi di costituzione	Data atto di costituzione: 30/11/2010
Sistema di amministrazione	amministratore unico (in carica)
Oggetto sociale	LA SOCIETA' HA PER OGGETTO: - ATTIVITA' DI BONIFICA DI BENI CONTENENTI AMIANTO, EFFETTUATA SUI SEGUENTI MATERIALI: MATERIALI EDILI CONTENENTI AMIANTO LEGATO IN MATRICI CEMENTIZIE O RESINOIDI; - ATTIVITA' DI BONIFICA DI BENI ...
Poteri da statuto	L'ORGANO AMMINISTRATIVO GESTISCE L'IMPRESA SOCIALE CON LA DILIGENZA RICHIESTA DALLA NATURA DELL'INCARICO E COMPIE TUTTE LE OPERAZIONI NECESSARIE O UTILI PER IL RAGGIUNGIMENTO DELL'OGGETTO SOCIALE ESSENDO DOTATO DI OGNI POTERE ...

Estremi di costituzione

iscrizione Registro Imprese	Codice fiscale e numero d'iscrizione: 03365040363 del Registro delle Imprese di MODENA Data iscrizione: 09/12/2010
sezioni	Iscritta nella sezione ORDINARIA il 09/12/2010
informazioni costitutive	Data atto di costituzione: 30/11/2010

Copia informatica per consultazione

Sistema di amministrazione e controllo

durata della società

Data termine: 31/12/2050

scadenza esercizi

Scadenza primo esercizio: 31/12/2011
Giorni di proroga dei termini di approvazione del bilancio: 60

sistema di amministrazione e controllo contabile

Sistema di amministrazione adottato: amministratore unico

organi amministrativi

amministratore unico (in carica)

Oggetto sociale

LA SOCIETA' HA PER OGGETTO: - ATTIVITA' DI BONIFICA DI BENI CONTENENTI AMIANTO, EFFETTUATA SUI SEGUENTI MATERIALI: MATERIALI EDILI CONTENENTI AMIANTO LEGATO IN MATRICI CEMENTIZIE O RESINOIDI; - ATTIVITA' DI BONIFICA DI BENI CONTENENTI AMIANTO, EFFETTUATA SUI SEGUENTI MATERIALI: MATERIALI D'ATTRITO, MATERIALI ISOLANTI-PANNELLI, COPPELLE, CARTE E CARTONI, TESSILI, MATERIALI SPRUZZATI, STUCCHI, SMALTI, BITUMI, COLLE, GUARNIZIONI, ALTRI MATERIALI ISOLANTI, CONTENITORI A PRESSIONE, APPARECCHIATURE FUORI USO, ALTRI MATERIALI INCOERENTI CONTENENTI AMIANTO; - ATTIVITA' DI RACCOLTA E TRASPORTO DI AMIANTO E MATERIALI IN CUI E' CONTENUTO SOPRA DESCRITTI; - ATTIVITA' DI COMPRAVENDITA, GESTIONE, LOCAZIONE ED ATTIVITA' AD ESSE CONNESSE, DI IMMOBILI DI QUALUNQUE GENERE, NONCHE' DI TERRENI AGRICOLI, CON RELATIVE COLTIVAZIONI, E TERRENI NON AGRICOLI; - ATTIVITA' DI COSTRUZIONE PER CONTO PROPRIO O PER CONTO DI TERZI DI EDIFICI CIVILI, INDUSTRIALI, AGRICOLI, COMMERCIALI E MONUMENTALI, COMPLETI DI IMPIANTI E DI OPERE CONNESSE ED ACCESSORIE, NONCHE' LA COSTRUZIONE DI OPERE DI EDILIZIA PUBBLICA; NONCHE' ATTIVITA' DI DEMOLIZIONE, RICOSTRUZIONE E RISTRUTTURAZIONE DI IMMOBILI DI QUALSIASI NATURA E DESTINAZIONE; - EFFETTUAZIONE DI LAVORI DI TERRA, ESCAVAZIONE PER CONTO PROPRIO O PER CONTO TERZI, CON EVENTUALI OPERE CONNESSE IN MURATURA E CEMENTO ARMATO DI TIPO CORRENTE, DEMOLIZIONI E STERRI COMPRESI: RICICLAGGIO, RIUTILIZZO, VENDITA, TRASPORTO E STOCCAGGIO DEI MATERIALI DI RECUPERO; - EFFETTUAZIONE DI LAVORI DI MANUTENZIONE, RISANAMENTO E RESTAURO IN GENERE DI EDIFICI; TINTEGGIATURA E VERNICIATURA, LAVORI DI INTONACATURA E DI IMPERMEABILIZZAZIONE; - FORNITURA IN OPERA DI ISOLAMENTI TERMICI, ACUSTICI, ANTINCENDI; - INSTALLAZIONE, MANUTENZIONE E RIPARAZIONE DI IMPIANTI ELETTRICI, ELETTRONICI, DI RISCALDAMENTO, IDROSANITARI, GAS, SOLLEVAMENTO E PROTEZIONE ANTINCENDIO; - LO STUDIO E LA PROGETTAZIONE DI IMMOBILI E LA CONSULENZA NEL SETTORE DELL EDILIZIA IN GENERE; - ATTIVITA' DI COMPRAVENDITA, PERMUTA, LOCAZIONE, GESTIONE, AMMINISTRAZIONE E PRODUZIONE DI BENI E SERVIZI NEL SETTORE DELL'EDILIZIA; - ATTIVITA' DI COMMERCIO ALL'INGROSSO ED AL MINUTO DI MATERIALI PER L'EDILIZIA. TUTTE LE ATTIVITA' SOPRA ELENCATE POTRANNO ESSERE SVOLTE - PREVIE LE NECESSARIE AUTORIZZAZIONI, LICENZE O IN GENERE PROVVEDIMENTI AMMINISTRATIVI - SIA IN ITALIA CHE ALL ESTERO. 4.2. PER IL RAGGIUNGIMENTO DELL'OGGETTO SOCIALE LA SOCIETA', INOLTRE, POTRA' COMPIERE - MA NON COME OGGETTO PREVALENTE E NON NEI CONFRONTI DEL PUBBLICO - OPERAZIONI MOBILIARI, IMMOBILIARI E FINANZIARIE DI OGNI SPECIE, COMPRESA LA STIPULA DI MUTUI E FINANZIAMENTI SOTTO OGNI FORMA, IL RILASCIO DI GARANZIE REALI E PERSONALI A FAVORE PROPRIO O DI TERZI, SE NELL'INTERESSE SOCIALE, L'ASSUNZIONE E CONCESSIONE DI AGENZIE, COMMISSIONI, RAPPRESENTANZE E MANDATI, NONCHE' ASSUMERE PARTECIPAZIONI O COINTERESSENZE IN ALTRE SOCIETA', ENTI O CONSORZI AVENTI SCOPO ANALOGO, AFFINE O CONNESSO CON IL PROPRIO; ACQUISTARE, VENDERE, CONCEDERE O ASSUMERE IN AFFITTO AZIENDE RELATIVE ALL'ATTIVITA' SVOLTA; ASSUMERE IN LOCAZIONE UNITA' OPERATIVE OD AZIENDE IN GENERE DI TERZI, COSI' COME POTRA' LOCARE LE PROPRIE UNITA' OPERATIVE, UFFICI, AGENZIE E SIMILI, ED ANCHE LA COMPRAVENDITA, LA PERMUTA, IL POSSESSO, LA GESTIONE DI BREVETTI E MARCHI D IMPRESA, NONCHE' DI TITOLI E VALORI MOBILIARI PUBBLICI E PRIVATI (CON ESCLUSIONE DEI CASI IN CUI LA LEGGE PRESCRIVE REQUISITI NON POSSEDUTI DALLA SOCIETA'). SONO COMUNQUE ESCLUSE DALL'OGGETTO SOCIALE LE ATTIVITA' RISERVATE AGLI INTERMEDIARI FINANZIARI DI CUI ALL'ART. 106 DEL DECRETO LEGISLATIVO 1 SETTEMBRE 1993 N. 385, QUELLE RISERVATE ALLE SOCIETA' DI INTERMEDIAZIONE MOBILIARE DI CUI AL D. LGS. 24 FEBBRAIO 1998 N. 58, LE ATTIVITA' PROFESSIONALI PROTETTE DI CUI ALLA LEGGE 23 NOVEMBRE 1939 N. 1815 E

Copia informatica per consultazione

LORO MODIFICHE, INTEGRAZIONI E SOSTITUZIONI E COMUNQUE TUTTE LE ATTIVITA' CHE PER LEGGE SONO RISERVATE A SOGGETTI MUNITI DI PARTICOLARI REQUISITI NON POSSEDUTI DALLA SOCIETA'.

Poteri

poteri da statuto

L'ORGANO AMMINISTRATIVO GESTISCE L'IMPRESA SOCIALE CON LA DILIGENZA RICHIESTA DALLA NATURA DELL'INCARICO E COMPIE TUTTE LE OPERAZIONI NECESSARIE O UTILI PER IL RAGGIUNGIMENTO DELL'OGGETTO SOCIALE ESSENDO DOTATO DI OGNI POTERE PER L'AMMINISTRAZIONE DELLA SOCIETA' E DELLA FACOLTA' DI COMPIERE TUTTI GLI ATTI FUNZIONALI AL PERSEGUIMENTO DEGLI SCOPI SOCIALI, AD ECCEZIONE DELLE SEGUENTI CATEGORIE DI ATTI:
- ACQUISTO, CESSIONE, AFFITTO DI AZIENDA O DI RAMO D'AZIENDA;
- COSTITUZIONE DI NUOVE SOCIETA', ACQUISTO E CESSIONE DI PARTECIPAZIONI IN SOCIETA' GIA' ESISTENTI;
- ACQUISTO, VENDITA, PERMUTA DI BENI IMMOBILI;
- COSTITUZIONE DI IPOTECHE E ALTRI DIRITTI REALI LIMITATI SU BENI DI PROPRIETA' DELLA SOCIETA'.

PER IL COMPIMENTO DI DETTI ATTI E' NECESSARIA LA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE DELL'ASSEMBLEA DEI SOCI.
NEL CASO DI NOMINA DEL CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE, QUESTO PUO' DELEGARE TUTTI O PARTE DEI SUOI POTERI AD UN COMITATO ESECUTIVO COMPOSTO DA ALCUNI DEI SUOI COMPONENTI, OVVERO AD UNO O PIU' DEI SUOI COMPONENTI, ANCHE DISGIUNTAMENTE. IN QUESTO CASO SI APPLICANO LE DISPOSIZIONI CONTENUTE NELL'ART. 2381, III, V E VI COMMA, C.C. NON POSSONO ESSERE DELEGATE LE ATTRIBUZIONI INDICATE NELL'ART. 2475, V COMMA, C.C.
L'ORGANO AMMINISTRATIVO PUO' NOMINARE DIRETTORI, INSTITORI O PROCURATORI PER IL COMPIMENTO DI DETERMINATI ATTI O CATEGORIE DI ATTI, DETERMINANDONE I POTERI.

ripartizione degli utili e delle perdite tra i soci

GLI UTILI NETTI RISULTANTI DAL BILANCIO, DEDOTTO IL 5% (CINQUE PER CENTO) PER LA RISERVA LEGALE E FINO A CHE QUESTA NON ABBIA RAGGIUNTO IL QUINTO DEL CAPITALE SOCIALE, VERRANNO RIPARTITI TRA I SOCI IN MISURA PROPORZIONALE ALLA PARTECIPAZIONE DA CIASCUNO POSSEDUTA, SALVO DIVERSA DECISIONE DEI SOCI ASSUNTA IN SEDE DI APPROVAZIONE DEL BILANCIO.

Altri riferimenti statutari

clausole di recesso

Informazione presente nello statuto/atto costitutivo

clausole di esclusione

Informazione presente nello statuto/atto costitutivo

clausole di prelazione

Informazione presente nello statuto/atto costitutivo

3 Capitale e strumenti finanziari

Capitale sociale in Euro

Deliberato: 30.000,00
Sottoscritto: 30.000,00
Versato: 30.000,00
Conferimenti in denaro

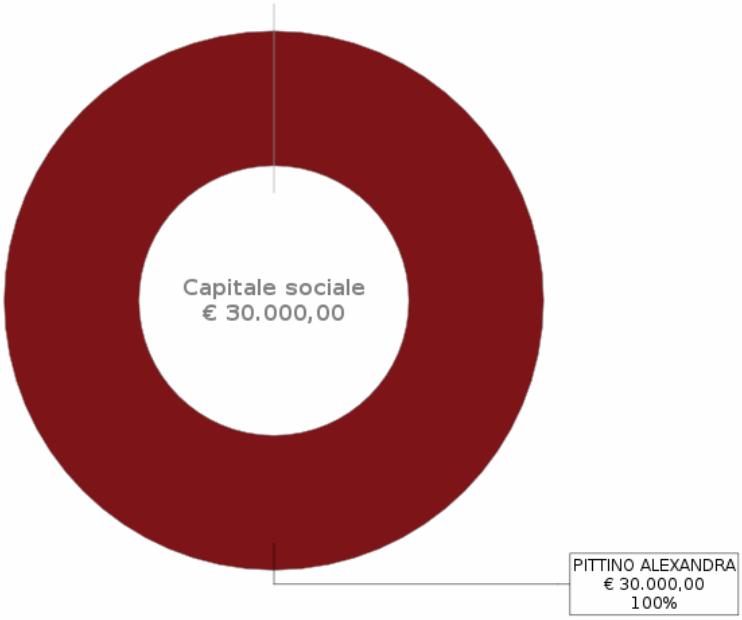
Conferimenti e benefici

INFORMAZIONE PRESENTE NELLO STATUTO/ATTO COSTITUTIVO

Copia informatica per consultazione

4 Soci e titolari di diritti su azioni e quote

Sintesi della composizione societaria e degli altri titolari di diritti su azioni o quote sociali al 04/08/2017



Il grafico e la sottostante tabella sono una sintesi degli assetti proprietari dell'impresa relativa ai soli diritti di proprietà, che non sostituisce l'effettiva pubblicità legale fornita dall'elenco soci a seguire, dove sono riportati anche eventuali vincoli sulle quote.

Socio	Valore	%	Tipo diritto
PITTINO ALEXANDRA PTTLND71H66G400M	30.000,00	100 %	proprieta'

Elenco dei soci e degli altri titolari di diritti su azioni o quote sociali al 04/08/2017

pratica

Data deposito: 04/08/2017
Data protocollo: 04/08/2017
Numero protocollo: MO-2017-47171

capitale sociale

Capitale sociale dichiarato sul modello con cui è stato depositato l'elenco dei soci: 30.000,00 Euro

Proprieta'

PITTINO ALEXANDRA

Quota di nominali: 30.000,00 Euro
Di cui versati: 30.000,00
Codice fiscale: PTTLND71H66G400M
Tipo di diritto: proprieta'
Domicilio del titolare o rappresentante comune
NONANTOLA (MO) VIA PROVINCIALE EST 68/2 CAP 41015

5 Amministratori

Amministratrice Unica	PITTINO ALEXANDRA	Rappresentante dell'impresa
Institore	TORANO PASQUALE	Rappresentante dell'impresa

Organi amministrativi in carica

Copia informatica per consultazione

amministratore unico

Numero componenti: 1

Elenco amministratori

Amministratrice Unica

PITTINO ALEXANDRA

Rappresentante dell'impresa
Nata a PEDACE (CS) il 26/06/1971
Codice fiscale: PTTLND71H66G400M

domicilio
NONANTOLA (MO)
VIA PROVINCIALE EST 68/2 CAP 41015

carica
amministratrice unica
Data atto di nomina 30/11/2010
Data iscrizione: 09/12/2010
Durata in carica: a tempo indeterminato
Data presentazione carica: 06/12/2010
socia unica
dal 30/11/2010
Data iscrizione: 09/12/2010

Institore

TORANO PASQUALE

Rappresentante dell'impresa
Nato a COSENZA (CS) il 22/05/1972
Codice fiscale: TRNPQL72E22D086P

domicilio
NONANTOLA (MO)
VIA PROVINCIALE EST 68/2 CAP 41015

carica
responsabile tecnico
Data nomina 19/03/2015

carica
institore
Data atto di nomina 24/01/2019
Data iscrizione: 06/02/2019
Durata in carica: fino alla revoca

poteri
CON ATTO DEL NOTAIO FABRIZIO PANTANO DEL 24.1.2019, REP.3045, E' STATO CONFERITO AL NOMINATO PROCURATORE IL POTERE DI:
- PARTECIPARE ALLE GARE DI APPALTO;
- SOTTOSCRIVERE I CONTRATTI CON LA STAZIONE APPALTANTE, ACCETTANDO TUTTI I PATTI, CLAUSOLE E CONDIZIONI CHE DA QUEST'ULTIMA SARANNO PREDISPOSTI (ANCHE TRAMITE APPOSITI DISCIPLINARI);
- SOTTOSCRIVERE EVENTUALI VERBALI DI SOSPENSIONE, I DOCUMENTI CONTABILI DEI SAL, LE PERIZIE ANCHE DI VARIANTE;
- CONCORDARE I PREZZI;
- MANIFESTARE IN OGNI FORMA RISERVE AGLI ATTI E DOCUMENTI RELATIVI ALLA GARA;
- SOTTOSCRIVERE I VERBALI DI ULTIMAZIONE OPERE;
- RAPPRESENTARE IN VIA ESCLUSIVA, ED ANCHE IN SEDE PROCESSUALE, LA SOCIETA' MANDANTE IN TUTTE LE OPERAZIONI E GLI ATTI DI QUALSIASI NATURA DIPENDENTI DALL'ESECUZIONE DELL'INCARICO, FINO ALL'ESTINZIONE DI OGNI RAPPORTO;
- FARE TUTTO QUANT'ALTRO SI RENDERA' NECESSARIO E OPPORTUNO PER L'ESPLETAMENTO DEL MANDATO CON PROMESSA D'AVERNE L'OPERATO DI ESSO PROCURATORE PER VALIDO E RATIFICATO AD OGNI EFFETTO DI LEGGE.

riconoscimento requisiti tecnico-professionali D.M. 37/2008
responsabile tecnico per l'esercizio delle attività di cui alla lettera A, B, C, D, E, F, G
Limitatamente a lett. c: installazione, riparazione, manutenzione di impianti di riscaldamento, condizionamento, climatizzazione e opere evacuazione dei fumi e delle condense
Del 19/03/2015
Ente: CAMERA DI COMMERCIO

Copia informatica per consultazione

6 Attività, albi ruoli e licenze

Addetti	22
Data d'inizio dell'attività dell'impresa	29/04/2011
Attività prevalente	LAVORI GENERALI DI COSTRUZIONI DI EDIFICI
Certificazioni	Qualità

Attività

inizio attività *(informazione storica)*	Data inizio dell'attività dell'impresa: 29/04/2011
attività prevalente esercitata dall'impresa	LAVORI GENERALI DI COSTRUZIONI DI EDIFICI
Classificazione ATECORI 2007 dell'attività prevalente *(fonte Agenzia delle Entrate)(classificazione desunta dall'attività dichiarata)*	Codice: 41.2 - costruzione di edifici residenziali e non residenziali Importanza: prevalente svolta dall'impresa
categorie di opere generali e specializzate *(fonte Casellario ANAC)*	Categoria: OG1 - edifici civili e industriali Classificazione: IIIBIS - FINO A 1.500.000 EURO
attestazione di qualificazione all'esecuzione di lavori pubblici (fonte Casellario ANAC)	Codice identificativo SOA: 05574180724 Denominazione: Organismo Di Attestazione Imprese Di Costruzione S.p.a. In Sigla "soa Ic Spa" Numero attestazione: 4293/50/01 Rilasciata il: 11/12/2020 Data scadenza: 22/11/2022 Regolamento: D.P.R. 207/2010
ulteriori informazioni da Casellario ANAC	Certificazione di qualità rilasciata da: Rina Services S.p.a. Data scadenza: 09/06/2022
certificazioni di qualità, ambientali ed altro in corso di validità *(fonte Accredia, ultimo aggiornamento 16/10/2021)*	Numero certificato: 33831/16/S Data di prima emissione: 10/06/2016 Certificato emesso dall'organismo di certificazione: RINA SERVICES S.P.A. Codice fiscale: 03487840104 Schema di Accreditamento: SGQ - Certificazione Di Sistemi Di Gestione Per La Qualita' Norma di riferimento: UNI EN ISO 9001:2015 - SISTEMI DI GESTIONE PER LA QUALITA' Settori certificati: 28 - Costruzione
attivita' esercitata nella sede legale	LAVORI GENERALI DI COSTRUZIONI DI EDIFICI

Copia informatica per consultazione

attivita' secondaria esercitata nella sede legale

INSTALLAZIONE, TRASFORMAZIONE, AMPLIAMENTO E MANUTENZIONE DI:
- IMPIANTI DI PRODUZIONE, TRASFORMAZIONE, TRASPORTO, DISTRIBUZIONE, UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA, IMPIANTI DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE, NONCHE' IMPIANTI PER L'AUTOMAZIONE DI PORTE, CANCELLI E BARRIERE;
- IMPIANTI RADIOTELEVISIVI, LE ANTENNE E GLI IMPIANTI ELETTRONICI IN GENERE;
- IMPIANTI DI RISCALDAMENTO, DI CLIMATIZZAZIONE, DI CONDIZIONAMENTO DI QUALSIASI NATURA O SPECIE, COMPRESE LE OPERE DI EVACUAZIONE DEI PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE E DELLE CONDENSE E DI VENTILAZIONE ED AERAZIONE DEI LOCALI;
- IMPIANTI IDRICI E SANITARI DI QUALSIASI NATURA O SPECIE;
- IMPIANTI PER LA DISTRIBUZIONE E L'UTILIZZAZIONE DI GAS DI QUALSIASI TIPO, COMPRESE LE OPERE DI EVACUAZIONE DEI PRODOTTI DELLA COMUSTIONE E VENTILAZIONE ED AERAZIONE DEI LOCALI;
- IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO DI PERSONE O DI COSE PER MEZZO DI ASCENSORI, DI MONTACARICHI, DI SCALE MOBILI E SIMILI;
- IMPIANTI DI PROTEZIONE ANTICENDIO.
NOLEGGIO DI GRU, MACCHINE E ALTRE ATTREZZATURE CON OPERATORE PER LA COSTRUZIONE O LA DEMOLIZIONE EDILE

classificazione ATECORI 2007 dell'attività
(classificazione desunta dall'attività dichiarata)

Codice: 41.2 - costruzione di edifici residenziali e non residenziali
Importanza: primaria Registro Imprese
Data inizio: 29/04/2011

Codice: 43.21.01 - installazione di impianti elettrici in edifici o in altre opere di costruzione (inclusa manutenzione e riparazione)
Importanza: secondaria Registro Imprese
Data inizio: 19/03/2015

Codice: 43.21.02 - installazione di impianti elettronici (inclusa manutenzione e riparazione)
Importanza: secondaria Registro Imprese
Data inizio: 19/03/2015

Codice: 43.22.01 - installazione di impianti idraulici, di riscaldamento e di condizionamento dell'aria (inclusa manutenzione e riparazione) in edifici o in altre opere di costruzione
Importanza: secondaria Registro Imprese
Data inizio: 19/03/2015

Codice: 43.22.02 - installazione di impianti per la distribuzione del gas (inclusa manutenzione e riparazione)
Importanza: secondaria Registro Imprese
Data inizio: 19/03/2015

Codice: 43.22.03 - installazione di impianti di spegnimento antincendio, compresi quelli integrati (inclusa manutenzione e riparazione)
Importanza: secondaria Registro Imprese
Data inizio: 19/03/2015

Codice: 43.29.01 - installazione, riparazione e manutenzione di ascensori e scale mobili
Importanza: secondaria Registro Imprese
Data inizio: 19/03/2015

Codice: 43.29.09 - altri lavori di costruzione e installazione nca
Importanza: secondaria Registro Imprese
Data inizio: 19/03/2015

Codice: 43.99.02 - noleggio di gru ed altre attrezzature con operatore per la costruzione o la demolizione
Importanza: secondaria Registro Imprese

Copia informatica per consultazione

Addetti
(elaborazione da fonte INPS)

Numero addetti dell'impresa rilevati nell'anno 2021
(Dati rilevati al 30/06/2021)

	I trimestre	II trimestre			Valore medio
Dipendenti	22	21			22
Indipendenti	0	0			0
Totale	22	21			22

	I trimestre	II trimestre			Valore medio
Collaboratori	1	1			0

Distribuzione dipendenti

Distribuzione per Contratto
(Dati in percentuale rilevati al 30/06/2021)

	I trimestre	II trimestre
Tempo Determinato	20%	9%
Tempo Indeterminato	80%	91%

Distribuzione per Orario di lavoro
(Dati in percentuale rilevati al 30/06/2021)

	I trimestre	II trimestre
Tempo Pieno	82%	81%
Tempo Parziale	18%	19%

Distribuzione per Qualifica
(Dati in percentuale rilevati al 30/06/2021)

	I trimestre	II trimestre
Apprendista	6%	13%
Operaio	67%	63%
Impiegato	27%	25%

Copia informatica per consultazione

Addetti nel comune di MODENA (MO)
Sede

	I trimestre	II trimestre			Valore medio
Dipendenti	22	21			22
Indipendenti	0	0			0
Totale	22	21			22

Albi e Ruoli

Albo Nazionale Gestori Ambientali
(fonte Ministero della Transizione Ecologica)

Numero iscrizione: BO/016469
Iscritta nella sezione di: BOLOGNA

Categoria: 2bis - produttori iniziali di rifiuti non pericolosi che effettuano operazioni di raccolta etrasporto dei propri rifiuti (d.m. 3/6/2014 art.8,c.1,lett. b)
Classe: unica
Data inizio: 15/04/2014
Data scadenza: 15/04/2024

Abilitazioni

abilitazioni per gli impianti L. 46/90

L'impresa, ai sensi della Legge 5 marzo 1990 n. 46 recante norme per la sicurezza degli impianti, è abilitata, salvo le eventuali limitazioni più sotto specificate, all'installazione, alla trasformazione, all'ampliamento ed alla manutenzione degli impianti di cui all'Art. 1 della Legge n. 46/1990 come segue:

1) Lettera G
per gli impianti di protezione antincendio
Limitatamente a: lett. c: installazione, riparazione, manutenzione di impianti di riscaldamento, condizionamento, climatizzazione comprese le opere di evacuazione dei fumi e delle condense
Provincia: MO
Data accertamento: 19/03/2015
Ente: CAMERA DI COMMERCIO

2) Lettera A
impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, nonche' gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere
Provincia: MO
Data accertamento: 19/03/2015
Ente: CAMERA DI COMMERCIO

3) Lettera B
impianti radiotelevisivi, le antenne e gli impianti elettronici in genere
Provincia: MO
Data accertamento: 19/03/2015
Ente: CAMERA DI COMMERCIO

4) Lettera C
impianti di riscaldamento, di climatizzazione, di condizionamento e di refrigerazione di qualsiasi natura o specie, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e delle condense, e di ventilazione ed aerazione dei locali
Provincia: MO
Data accertamento: 19/03/2015
Ente: CAMERA DI COMMERCIO

5) Lettera D

Copia informatica per consultazione

impianti idrici e sanitari di qualsiasi natura o specie
Provincia: MO
Data accertamento: 19/03/2015
Ente: CAMERA DI COMMERCIO

6) Lettera E
impianti per la distribuzione e l'utilizzazione di gas di qualsiasi tipo, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e ventilazione ed aerazione dei locali
Provincia: MO
Data accertamento: 19/03/2015
Ente: CAMERA DI COMMERCIO

7) Lettera F
impianti di sollevamento di persone o di cose per mezzo di ascensori, di montacarichi, di scale mobili e simili
Provincia: MO
Data accertamento: 19/03/2015
Ente: CAMERA DI COMMERCIO

7 Aggiornamento impresa

Data ultimo protocollo	30/09/2021

Copia informatica per consultazione

ACCESSO RISERVATO ALLE ANNOTAZIONI SUGLI OPERATORI ECONOMICI

DATI DELLA RICERCA
Ricerca eseguita da Vita Annalisa
per conto di PROVINCIA DI MODENA
Codici fiscali oggetto della ricerca 03365040363
Data ricerca 25/10/2021

Non sono state individuate annotazioni per i codici fiscali specificati

Indietro Menu Principale

Copia informatica per consultazione

Provincia di Modena

VISTO DI REGOLARITA' CONTABILE

Contabilità straordinaria

Determinazione n. 1565 del 26/10/2021

Proposta n. 3235/2021 - Area Tecnica - Manutenzione edilizia 2

OGGETTO: LAVORI DI MANUTENZIONE/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE SCUOLE EX MESSIERI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO) - SISTEMAZIONE PENSILINA ESTERNA. APPROVAZIONE ELABORATI PROGETTUALI. AFFIDAMENTO DIRETTO LAVORI E IMPEGNO DI SPESA. C.I.G.: Z4532DCFDA - CUP: G19F18001070001. NOMINA COLLAUDATORE STATICO.

Ai sensi dell' art. 151 del Decreto legislativo n. 267 del 18 agosto 2000, si appone il visto di regolarità contabile attestante la copertura finanziaria.

Modena li, 27/10/2021

Il Dirigente
GUIZZARDI RAFFAELE

(Sottoscritto digitalmente ai sensi
dell'art. 21 D.L.gs n 82/2005 e s.m.i.)

Copia informatica per consultazione