



CONSORZIO di BONIFICA dell' EMILIA CENTRALE

Corso Garibaldi n. 42 42121 Reggio Emilia - www.emiliacentrale.it - direzione@emiliacentrale.it
Tel. 0522-443211 Fax. 0522-443254 C.F. 91149320359

M - PRG.
18.01

Rev. 4
del
23.02.2021

Titolo:

REALIZZAZIONE AREA DI LAMINAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL RIO ENZOLA

(Codice intervento: 16948)

Importo:	700.000,00	Ente Finanziatore:	RER
Tipologia Progetto		Riferimento Legislativo	Comune
Fattibilità	Preliminare	Definitivo	Esecutivo
		X	
		OCDPD 503/2018 decreto RER n.18 del 24/02/21	QUATTRO CASTELLA (RE)

ELABORATO

N.	Titolo:
C	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA
Scala:	

Il Progettista Generale:

**Dott. Ing. Roberto Zanzucchi
F.to**



Consulenza Specialistica:

GEOLOGIA

**Dott. Geol. Stefano Castagnetti
Dott. Geol. Marco Baldi**

Il Responsabile del Procedimento:

**Dott. Agr. Aronne Ruffini
F.to**

Area Progettazione: SAAF	Codice Progetto: 011/21/00	Codice CUP: G55H21000310001	Codice CIG:
------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	-------------

Redatto:	Verificato:	Nome File:	Note:

Data Progetto Originale:	Maggio 2021	Data Aggiornamento:	
--------------------------	--------------------	---------------------	--

UNI EN ISO 9001:2015

UNI EN ISO 14001:2015

OHSAS 45001:2018



INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. METODOLOGIA DI INDAGINE.....	3
3. MODELLO GEOLOGICO.....	4
3.1 Caratteri geologici e morfologici	4
3.2 Caratteri strutturali e sismici	5
4. CARATTERISTICHE LITOSTRATIMETRICHE E IDROGEOLOGICHE	11
5. MODELLO GEOTECNICO.....	13
6. PERICOLOSITÀ SISMICA	15
6.1 Pericolosità sismica di base	15
6.2 Risposta sismica locale	16
6.2.1 Categoria del sottosuolo di fondazione	17
6.2.2 Effetti sismici locali	19
7. CONCLUSIONI.....	20
8. Allegato 1 – Sondaggi Penetrometrici.....	22

1. PREMESSA

Su incarico e in stretto raccordo con l'ing. Roberto Zanzucchi dello Studio Zanzucchi Associati, è stata redatta la presente Relazione Geologica e di Modellazione Sismica dei terreni ubicati in Comune di Quattro Castella (Fig. 1), interessati dal Progetto per la realizzazione di un'area di laminazione e messa in sicurezza del Rio Enzola finanziato dalla Regione Emilia-Romagna (OCDPC 503/2018 – Decreto RER n° 18 del 24/02/2021 – Codice intervento: 16948) che vede come Soggetto attuttore il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale.

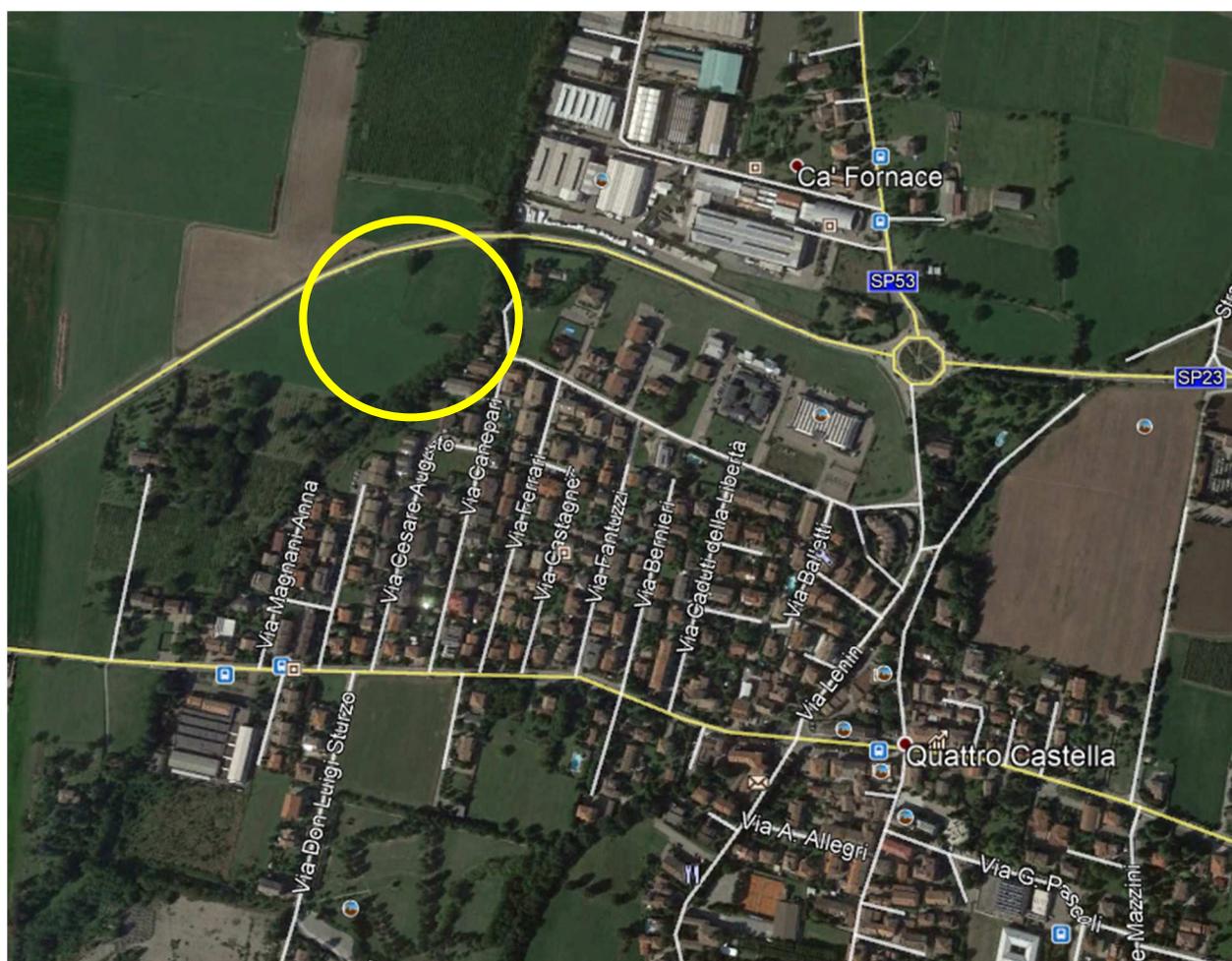


FIGURA 1: INQUADRAMENTO TERRITORIALE (STRALCIO ORTOFOTO DA GOOGLE EARTH). L'UBICAZIONE DELL'AREA IN STUDIO È EVIDENZIATA DAL CERCHIO GIALLO.

Il presente studio è stato condotto nel rispetto delle seguenti norme:

- D.P.R. 328/2001 "Modifiche ed integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di Stato e delle relative prove per l'esercizio di talune professioni, nonché della disciplina dei relativi ordinamenti";

- Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 e ss.mm.ii *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e ss.mm.ii;*
- L.R. 30 ottobre 2008, n° 19 *“Norme per la riduzione del rischio sismico” e s.m.i.;*
- D.Lgs. 3.4.2006, n° 152 *“Norme in materia ambientale” e s.m.i.;*
- L.R. Emilia Romagna 30.11.2009 n° 23 *“Norme in materia di tutela e valorizzazione del paesaggio. Modifica della Legge Regionale 24.03.2000 n. 20 (Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio) e norme transitorie in merito alla Legge Regionale 30.10.2008 n.19 (Norme per la riduzione del rischio sismico)”;*
- D.M. 17.01.2018 *Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (NTC 2018);*
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018, Circolare 21 gennaio 2019.

L'obiettivo dello studio è stato quello di caratterizzare l'area sotto il profilo geolitologico, idrogeologico, sismico e geotecnico, al fine di fornire gli elementi di conoscenza necessari alla formulazione delle scelte progettuali.

Per la definizione del modello geofisico del sottosuolo si è altresì fatto riferimento allo Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale realizzato da SUBSOIL srl e validato dalla Commissione Tecnica Nazionale in data 19/07/2018.

La ricerca bibliografica e le verifiche di campagna hanno consentito di realizzare i seguenti elaborati:

- Tav. 1 – Carta geologica (scala 1:5.000);
- Tav. 2 – Ubicazione indagini (scala 1:1.000);
- Allegato 1 – Sondaggi penetrometrici.

2. METODOLOGIA DI INDAGINE

Allo scopo di accertare le caratteristiche litologiche e geomeccaniche dei terreni, finalizzate alla definizione dei modelli geologico e geotecnico del sottosuolo interessato dall'opera in progetto, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagini geognostiche e geofisiche (Tav. 2).

Tali indagini sono costituite da n° 5 prove penetrometriche statiche spinte sino alla profondità di - 6,00÷-6,20 m da p.c..

Le prove penetrometriche sono state eseguite dalla ditta SUBSOIL srl di Montecchio Emilia mediante un penetrometro statico "Tecnotest" autoancorante/zavorrato installato su autocarro FIAT PC90 4x4, caratterizzato da una spinta nominale di 20 ton, una corsa di 1,20 m per permettere l'inserimento delle aste, una velocità di infissione della batteria di aste di 2 cm/s (Foto n° 1), munito di punta meccanica "Friction Jacket Cone" avente le seguenti caratteristiche: diametro $\varnothing = 35,7$ mm, area trasversale alla punta = 10 cm², angolo alla punta = 60° e area del manicotto laterale = 150 cm².

L'esecuzione delle prove è avvenuta secondo le modalità previste dalle Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana (AGI), facendo penetrare verticalmente la punta nel terreno e rilevando ogni 20 cm di avanzamento il valore di resistenza alla punta (RP) e il valore di resistenza alla punta + resistenza laterale (RP + RL). L'ubicazione delle prove è riportata in Tav. 2, mentre i tabulati e i diagrammi sono riportati nell'Allegato 1.



FOTO N° 1 – ESECUZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

Ai fini della ricostruzione dell'andamento litostratigrafico superficiale sono stati esaminati altresì esaminati i pozzetti esplorativi eseguiti ai fini del campionamento dei terreni per le procedure di cui al DPR 120/2017 e per l'individuazione delle interferenze nel sottosuolo.

3. MODELLO GEOLOGICO

3.1 CARATTERI GEOLOGICI E MORFOLOGICI

L'area in questione è situata in corrispondenza del margine appenninico, ossia nella zona a cavallo del limite morfologico Appennino – Pianura Padana, costituita dai primi rilievi collinari dell'Appennino e dalla fascia pedemontana della Pianura Padana.

Si tratta di una zona caratterizzata da un contesto geodinamico dominato da una tettonica a stile compressivo, che ha determinato un generale raccorciamento del margine appenninico e dell'edificio padano. Tale zona si caratterizza per la presenza di frange di depositi alluvionali, residui di una deposizione operata dai corsi d'acqua appenninici a partire dal Pleistocene, che hanno dato origine ad ampie conoidi, con ghiaie prevalenti in corrispondenza degli apparati fluviali principali e limi prevalenti o comunque abbondanti nelle aree di interconoide.

La pianura emiliano-romagnola è infatti il risultato del riempimento del Bacino Perisuturale Padano, legato all'orogenesi dell'Appennino settentrionale, la cui successione di depositi plio-quadernari presenta nel complesso un carattere regressivo, con alla base sabbie e peliti torbiditiche seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali.

I depositi continentali risultano costituiti da alternanze di litofacies argillose, limose e ghiaiose a stratificazione lenticolare, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che le hanno originate: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo.

I depositi alluvionali poggiano in discordanza su sedimenti marino-marginali di età plio-plestocenica, a loro volta sovrapposti a depositi argillosi pliocenici di origine marina attribuiti alla Formazione delle Argille Azzurre, affioranti nella prima fascia collinare.

Con riferimento alla terminologia della nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", i depositi alluvionali affioranti nell'areale di studio appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo superiore e possono essere così distinti (cfr. Tav. 1):

- Subsintema di Ravenna: Limi sabbiosi e limi argillosi negli apparati dei torrenti minori o ghiaie in lenti entro limi, subordinate ghiaie e ghiaie sabbiose in quelli dei torrenti e fiumi principali. Al 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. Potenza fino a oltre 20 m (Olocene - età radiometrica della base: 11.000 ÷ 8.000 anni).
- Subsintema di Villa Verucchio – Unità di Niviano: Depositati continentali ghiaioso sabbiosi dei terrazzi intravallivi e di conoide dei fiumi principali, e limo-sabbiosi dei torrenti minori. Al tetto suoli decarbonatati, a luoghi rubefatti, con fronte di alterazione < 5 metri, orizzonti superficiali con colore variabile a seconda della litologia da rosso bruno a giallo bruno. Contatto inferiore in

discontinuità su unità più antiche. Contatto superiore coincidente con la superficie topografica nelle aree intravallive e pedecollinari, sepolto dall'Unità di Vignola e dal Subsistema di Ravenna nell'alta pianura. Potenza affiorante < 10 m o non valutabile (Pleistocene sup.).

Più in particolare l'area di laminazione in progetto ricade su terreni attribuiti al Subsistema di Ravenna, che ricoprono con spessore limitato i depositi del Subsistema di Villa Verrucchio – Unità di Niviano.

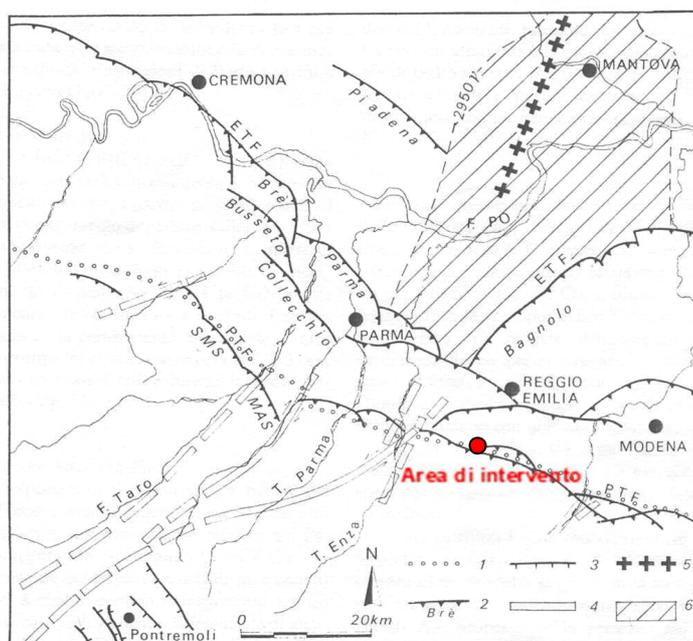
Dal punto di vista morfologico l'area di intervento si colloca in sinistra idraulica del Rio Enzola a quote comprese tra i circa 162,50 m s.l.m. dell'estremo limite meridionale e i circa 157,00 m s.l.m. dell'estremo limite settentrionale.

L'elemento morfologico di maggior rilievo è rappresentato dal rilevato stradale della S.P. 23 che si sviluppa parallelamente al lato settentrionale dell'area di laminazione in progetto. La distanza tra il piede dell'arginatura ed il piede del rilevato stradale risulterà compresa tra un minimo di circa 11 m e un massimo di circa 14 m.

La zona è stabile e priva di forme di degradazione o dissesti.

3.2 CARATTERI STRUTTURALI E SISMICI

La fascia di territorio entro cui ricade il territorio in questione si inserisce in un contesto geodinamico caratterizzato da una tettonica a stile compressivo, che ha determinato un generale raccorciamento del margine appenninico e dell'edificio padano. Tale raccorciamento si è prodotto attraverso due importanti fasci paralleli di strutture di embricazione sepolte aventi direzione NW-SE e vergenza verso NE (Fig. 2), le cui superfici di distacco interessano la copertura mesozoica e terziaria (Boccaletti et al., 1985).



1) Margine morfologico appenninico. 2) Strutture Agip citate nel testo. 3) Faglie normali della fossa tettonica della Lunigiana. 4) Linee trasversali di ordine maggiore. 5) Asse di alto del «basamento magnetico». 6) Massimo dell'anomalia magnetica residua (oltre 2950 γ).

FIGURA 2: SCHEMA STRUTTURALE DEL MARGINE E DEL FRONTE APPENNINICO (M. BERNINI E G. PAPANI).

Il fascio più settentrionale (External Thrust Front = ETF), coincidente con l'allineamento Cremona-Parma-Reggio E., appartiene all'arco delle "Pieghe Emiliane", che dall'Appennino vogherese si estendono fino alla linea del Sillaro: esso risulta costituito da un sistema di thrust ciechi ed arcuati in pianta, interessati da discontinuità trasversali con probabile componente di movimento trascorrente.

Il fascio meridionale (Pedeapenninic Thrust Front = PTF), coincidente con il margine morfologico appenninico, si sviluppa nel sottosuolo in corrispondenza dei terrazzi pre-wurmiani. Anche questo fronte risulta coinvolto da discontinuità trasversali (linee) coincidenti con alcuni corsi d'acqua appenninici (Stirone, Taro, Baganza ed Enza), che delimitano settori a diverso comportamento tettonico-sedimentario.

In particolare la Linea dell'Enza, caratterizzata da un fascio di faglie e fratture comprese fra le valli del Termina e dell'Enza ed interpretata nel complesso come faglia trascorrente sinistra, ha determinato un arretramento dell'unità parmense rispetto a quella reggiana, con conseguente disallineamento del margine appenninico, ed un maggiore sollevamento del settore posto ad ovest di tale linea trasversale (Bernini e Papani, 1987).

Le ricerche in campo sismotettonico avviate dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, sintetizzate nella "Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna" (2017), hanno messo in evidenza gli elementi strutturali attivi del territorio, riconosciuti sulla base di dati morfologici e geologici. In particolare, con riferimento all'area in esame, risultano attivi i sovrascorrimenti del fronte pedeapenninico e quelli sepolti che danno luogo agli archi di Parma e Reggio Emilia (Fig. 3).

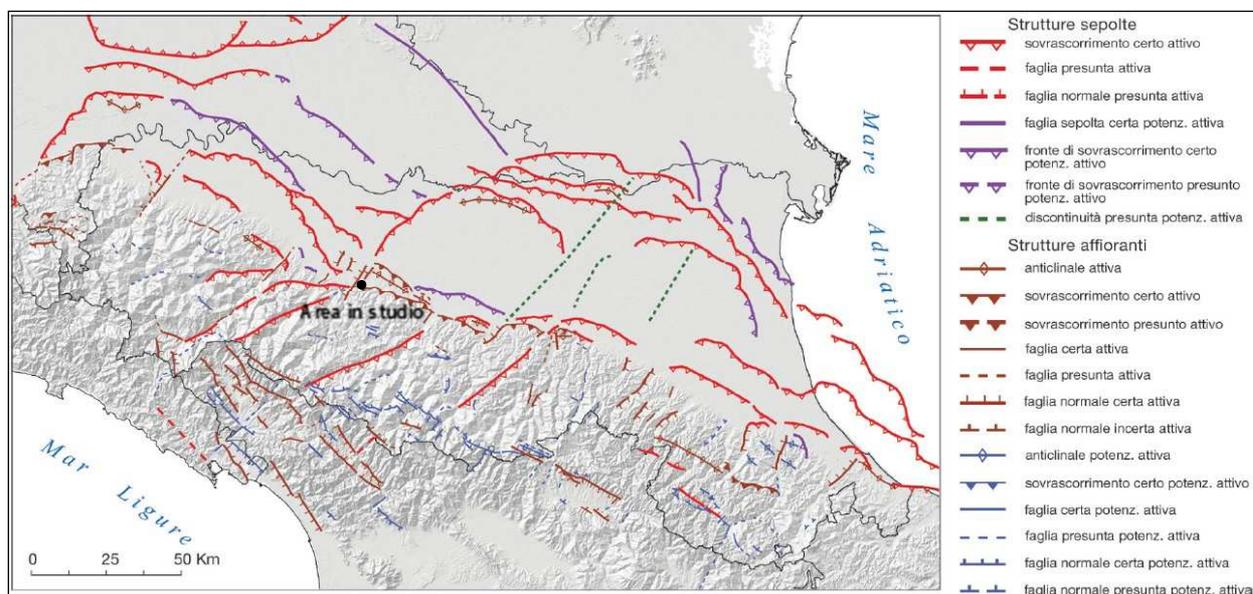


FIGURA 3: MAPPA DI SINTESI DELLE STRUTTURE TETTONICHE ATTIVE E POTENZIALMENTE ATTIVE RICONOSCIUTE IN EMILIA-ROMAGNA (DA: "NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA ED AREE LIMITROFE" - SERVIZIO GEOLOGICO SISMICO E DEI SUOLI - REGIONE EMILIA-ROMAGNA - 2017)

Sotto il profilo sismico, gli studi sulla pericolosità sismica, promossi dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata ZS9, che prevede una suddivisione in 36 zone (Fig. 4), i cui limiti sono stati tracciati

sulla base di informazioni tettoniche o geologico-strutturali e di differenti caratteristiche della sismicità, quali distribuzione spaziale e frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc..

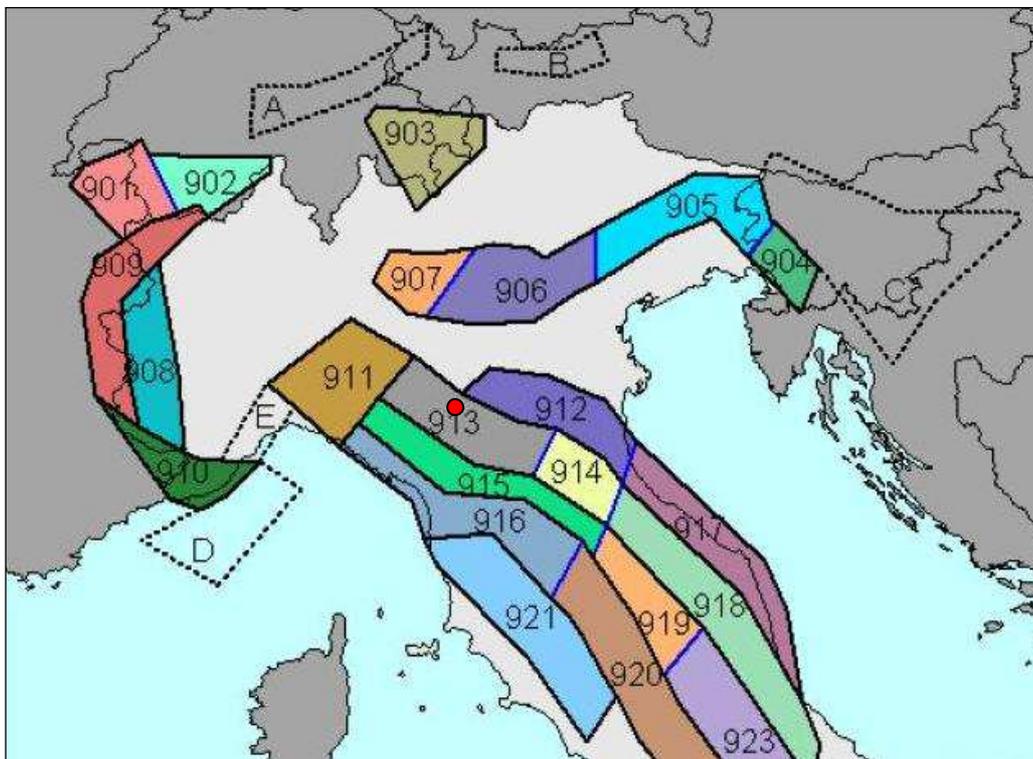


FIGURA 4: ZONAZIONE SIMOGENETICA ZS9 (TRATTA DA: "REDAZIONE DELLA MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA – RAPPORTO CONCLUSIVO – BOZZA APRILE 2004" - INGV). IL PUNTO ROSSO SEGNA APPROSSIMATIVAMENTE L'AREA DI INTERVENTO.

In particolare il territorio di Quattro Castella ricade nella zona sismogenetica "913" caratterizzata da terremoti di magnitudo medio-bassa, originati da movimenti prevalentemente compressivi NW con meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo, che dissecano la continuità longitudinale delle strutture sepolte attive. Il maggior numero di terremoti che si verificano in questa zona, presenta il proprio ipocentro a profondità comprese tra 12 e 20 km e i valori di magnitudo massima previsti, sulla base dei meccanismi focali, sono pari a $M_{w_{max}} = 6,14$.

Con l'emanazione dell'OPCM n° 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e ss.mm.ii., il Comune di Quattro Castella è stato classificato sismico in ZONA 3.

A seguito della DGR n° 1164/2018 "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna", il Comune di Quattro Castella è stato confermato in ZONA 3 (Fig. 5).

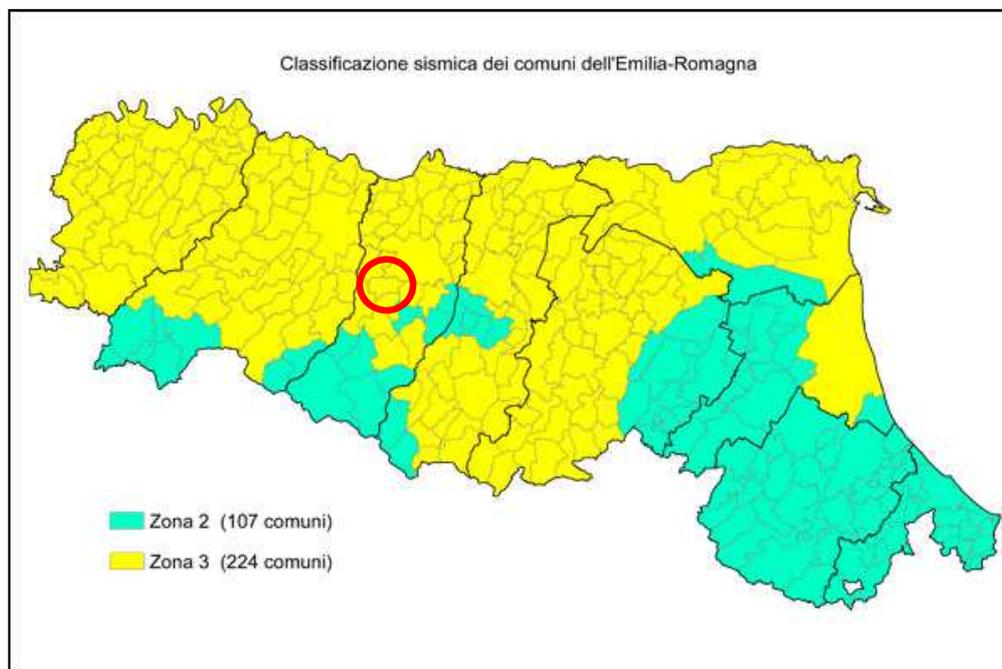


FIGURA 5: CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'EMILIA-ROMAGNA DI CUI ALLA DGR 1164 DEL 23.07.2018. REGIONE EMILIA-ROMAGNA. IL CERCHIO ROSSO INDIVIDUA IL TERRITORIO DEL COMUNE DI QUATTRO CASTELLA

In Fig. 6 si riporta il risultato della consultazione tramite il sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it> della mappa probabilistica della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa su una griglia regolare a passo $0,05^\circ$ relativamente al parametro dello scuotimento rappresentato da **a(g)** (accelerazione orizzontale massima del suolo), in cui è possibile osservare che il territorio in questione si colloca in un areale in cui si possono verificare terremoti caratterizzati da un'accelerazione massima del suolo (a_{max}) compresa tra $0,150 \div 0,175 g$.

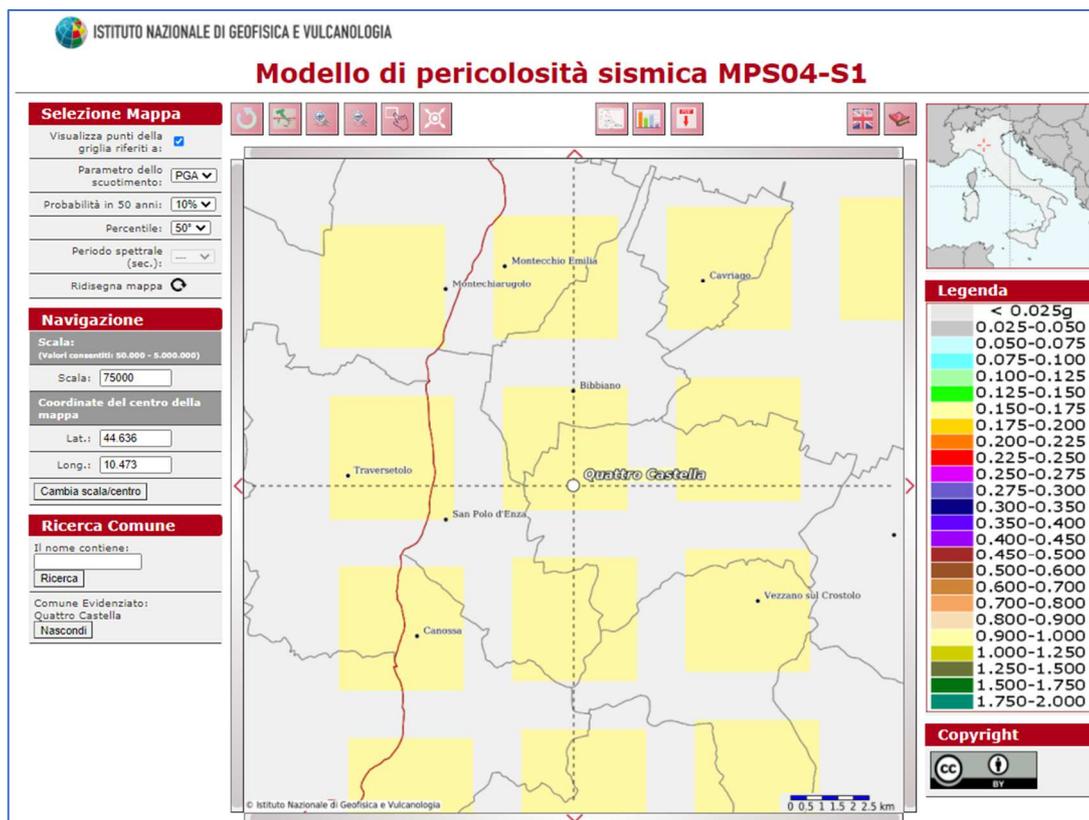


FIGURA 6: STRALCIO DELLA MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL COMUNE DI QUATTRO CASTELLA ESPRESSA IN TERMINI DI A(G) PER UN TEMPO DI RITORNO DI 475 ANNI

Per una completa valutazione del terremoto di riferimento, si è provveduto ad estrarre dal Database macrosismico dell'INGV (DBMI15 v3.0), che costituisce la base del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI v3.0), gli eventi sismici che hanno storicamente interessato il territorio in studio (Tab. 1 – Fig. 7).

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1831	09	11	18	15		Pianura emiliana	25	7-8	5.48
7	1971	07	15	01	33	23	Parmense	228	8	5.51
6-7	1832	03	13	03	30		Reggiano	97	7-8	5.51
6	1831	09	13	05	30		Pianura emiliana	7		
6	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
5-6	1983	11	09	16	29	52	Parmense	850	6-7	5.04
5-6	2008	12	23	15	24	2	Parmense	291	6-7	5.36
5	1967	04	03	16	36	18	Reggiano	45	5	4.44
5	1987	04	24	02	30	2	Reggiano	54	6	4.64
5	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
4-5	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
4-5	1995	12	31	21	29	0	Appennino reggiano	96	4-5	4.51
4-5	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
3-4	1996	10	26	04	56	0	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
3	2002	06	18	22	23	0	Frignano	186	4	4.30

TABELLA 1 - ELENCO DEI TERREMOTI PIÙ FORTI RISENTITI NELL'AREA DI QUATTRO CASTELLA TRA IL 1000 E IL 2017 - ROVIDA A., LOCATI M., CAMASSI R., LOLLI B., GASPERINI P., ANTONUCCI A. (2021). CATALOGO PARAMETRICO DEI TERREMOTI ITALIANI (CPTI15), VERSIONE 3.0. ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (INGV). [HTTPS://DOI.ORG/10.13127/CPTI/CPTI15.3](https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3) - PARZIALMENTE MODIFICATO)

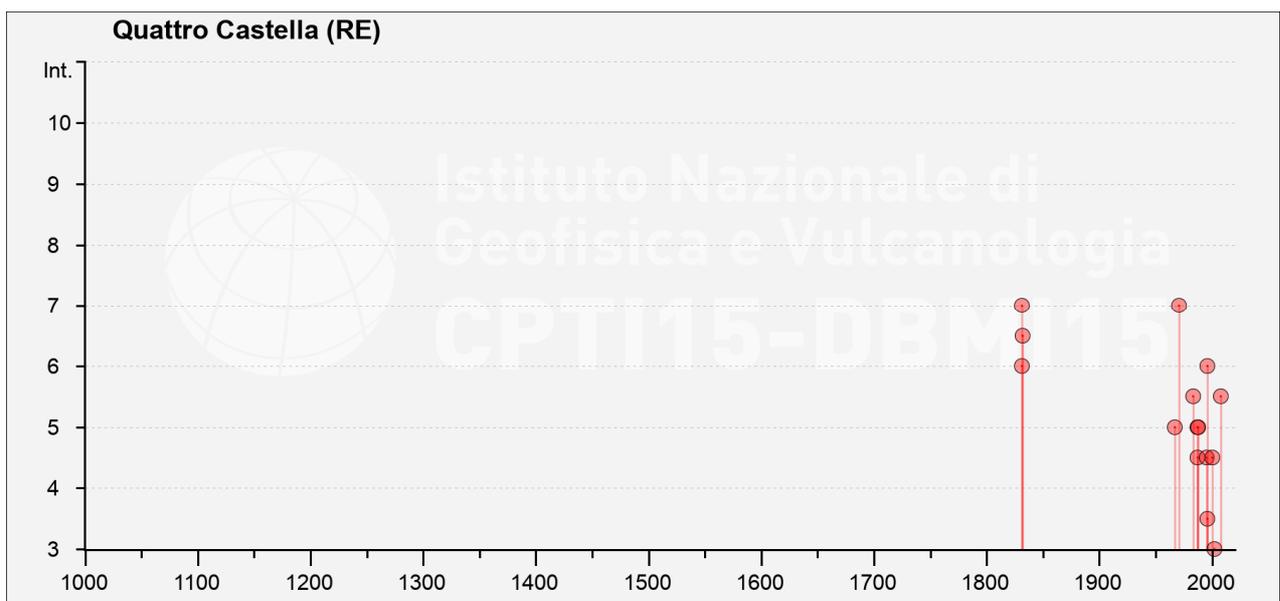


FIGURA 7: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLA STORIA SISMICA DI QUATTRO CASTELLA LIMITAMENTE AI TERREMOTI CON INTENSITÀ EPICENTRALE ≥ 3 (CFR. TAB. 1). ROVIDA A., LOCATI M., CAMASSI R., LOLLI B., GASPERINI P., ANTONUCCI A. (2021). CATALOGO PARAMETRICO DEI TERREMOTI ITALIANI (CPTI15), VERSIONE 3.0. ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (INGV). [HTTPS://DOI.ORG/10.13127/CPTI/CPTI15.3](https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3)

4. CARATTERISTICHE LITOSTRATIMETRICHE E IDROGEOLOGICHE

Come ricordato in precedenza, ai fini della ricostruzione dell'assetto litostratimetrico dell'area di intervento si è fatto riferimento ai dati bibliografici e soprattutto alla campagna di indagini appositamente eseguita (Tav. 2), attraverso le correlazioni proposte in letteratura geotecnica da Begemann tra rapporto delle resistenze penetrometriche R_p/R_L e litologia (Fig. 8).

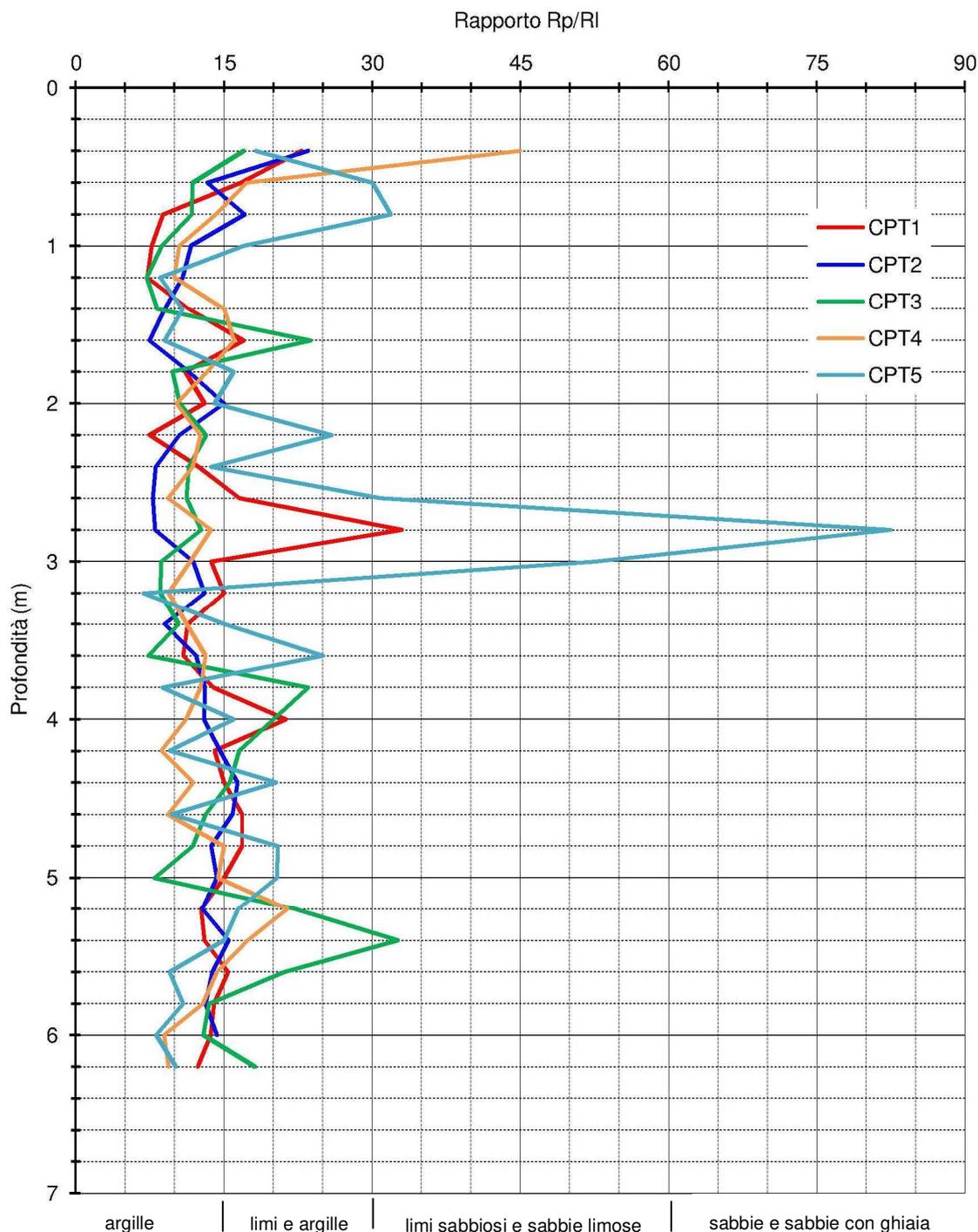


FIGURA 8: DIAGRAMMA DEL RAPPORTO R_p/R_L DELLE PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE

Al di sotto dello strato superficiale di suolo agrario, la cui potenza è sull'ordine dei 40 cm, sono presenti depositi argillosi e argilloso-limosi, in cui si rinvencono localmente sottili intercalazioni lenticolari contenenti ghiaie (V. CPT5). La porzione superficiale, sino a profondità di 2÷3 metri, risulta generalmente normal consolidata ed è attribuibile al Subsistema di Ravenna. Quella sottostante presenta caratteristiche di sovraconsolidazione ed è probabilmente attribuibile all'Unità di Niviano.

I materiali derivanti dagli scavi per la realizzazione delle vasche sono idonei sotto il profilo idrogeologico ad essere reimpiegati per la realizzazione dei rilevati arginali.

L'edificio sedimentario alluvionale ospita un sistema acquifero sotterraneo, le cui caratteristiche idrogeologiche sono in stretta relazione con le caratteristiche granulometriche dei depositi: ai depositi argilloso-limosi può essere attribuita una permeabilità medio-bassa ($k = 10^{-6} \div 10^{-8}$ cm/s), mentre i depositi ghiaiosi presentano una permeabilità elevata ($k = 10^{-1} \div 10^{-3}$ cm/s), localmente ridotta dalla presenza di significative percentuali di matrice fine.

Con riferimento allo studio *"Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia Romagna"* (Regione Emilia Romagna e Direzione Esplorazione Italia dell'ENI-AGIP S.p.A. - a cura di G. Di Dio – 1998), l'acquifero della pianura emiliano-romagnola è stato distinto in tre Unità Idrostratigrafiche Sequenziali (UIS), denominate Gruppo Acquifero A – B e C, intese come singoli corpi geologici formati da gruppi di strati geneticamente legati. Ogni UIS è separata da quelle adiacenti attraverso livelli scarsamente permeabili o impermeabili arealmente continui, che ne determinano l'isolamento idraulico.

In particolare l'areale di intervento interessa la porzione più superficiale dell'edificio sedimentario alluvionale, rappresentato dal sistema acquifero appartenente al *"Gruppo A"*, nei cui depositi ghiaiosi è insediata la falda.

Nel corso delle indagini geognostiche non è stata rilevata la presenza di falda sino alla massima profondità investigata di -6,20 m da p.c..

L'acquifero in questione è alimentato principalmente dalle dispersioni di subalveo del Rio Enzola e in subordine, dall'infiltrazione efficace delle precipitazioni meteoriche.

Gli scavi in progetto per la realizzazione delle vasche di laminazione, la cui profondità massima è prevista pari a circa -2,20 m da p.c., non andranno ad interessare la falda, il cui tetto si colloca ad una profondità maggiore.

5. MODELLO GEOTECNICO

Le caratteristiche geomeccaniche del sottosuolo in corrispondenza dell'intervento in progetto, sono state definite attraverso l'interpretazione delle indagini geognostiche effettuate.

Nel grafico di Fig. 9 sono rappresentati i valori della resistenza alla punta (R_p) delle prove penetrometriche eseguite.

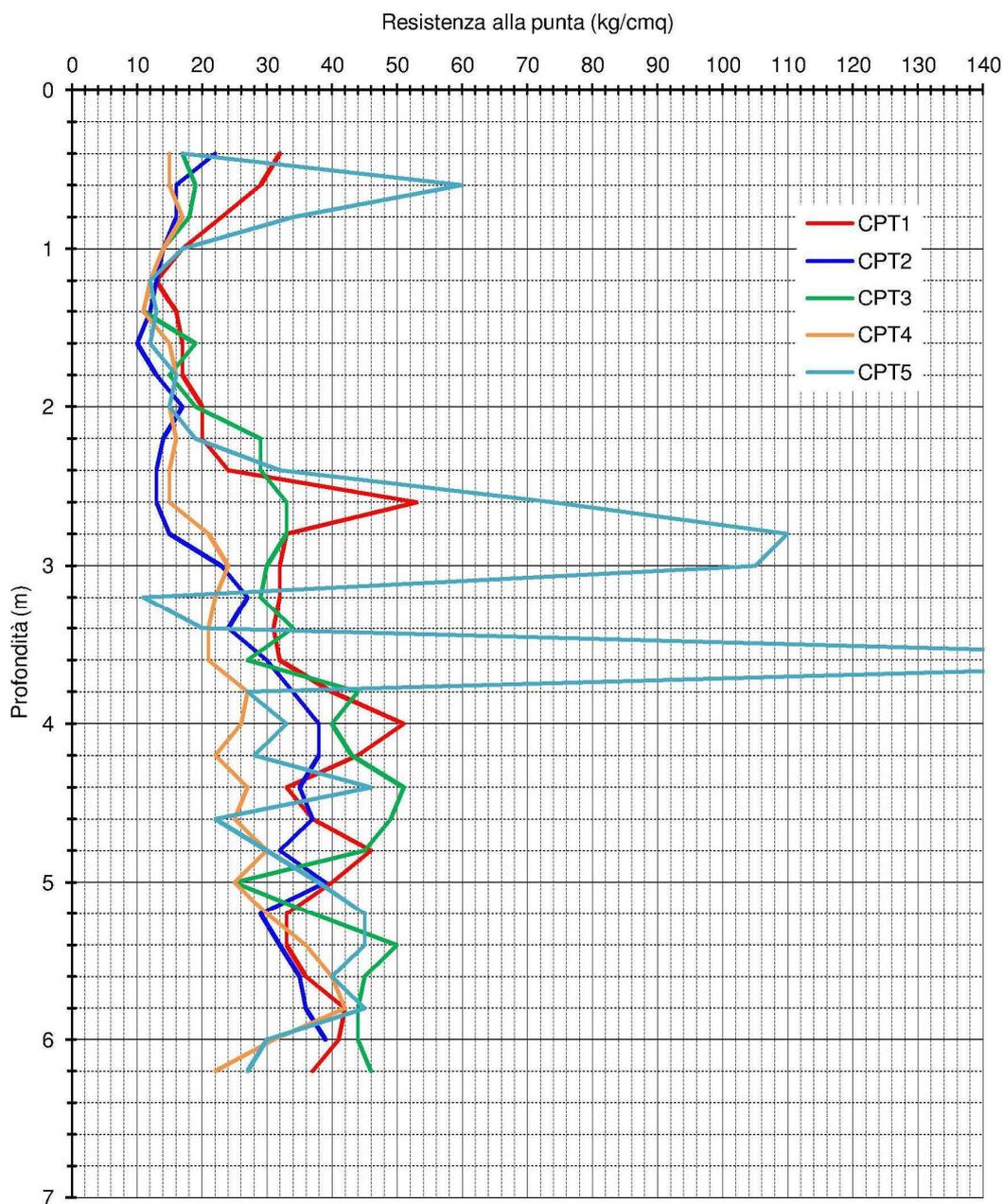


FIGURA 9: DIAGRAMMA DEI VALORI DI R_p DELLE PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE

Come si può osservare l'andamento di R_p nelle prove presenta una discreta correlazione.

Più in particolare in corrispondenza dell'area di intervento è possibile suddividere il sottosuolo in n° 3 livelli:

Livello A

È costituito dal terreno vegetale e dal suolo agrario per uno spessore di circa 0,40 m.

Si tratta di materiali che non presentano particolare interesse sotto il profilo edificatorio, in quanto saranno asportati e la quota di appoggio dei rilevati arginali dovrà essere spinta a maggiore profondità.

Livello B

Si rinviene immediatamente al di sotto del Livello A ed è costituito da depositi argilloso-limosi che si spingono sino a profondità variabili da -2,00 a -2,80 m dal piano campagna.

Si tratta di materiali caratterizzati da una consistenza media con valori di R_p oscillanti per lo più tra 10 e 18 kg/cm².

Tale orizzonte presenta un comportamento geotecnico di tipo coesivo e ad esso possono essere attribuiti i seguenti parametri caratteristici:

- coesione non drenata (c_{uk}) = 0,6 kg/cm²
- angolo di attrito non drenato (φ_{uk}) = 0°
- peso naturale del terreno (γ_k) = 1850 kg/m³

Livello C

Questo livello, sottostante al precedente Livello B, caratterizza la restante parte di sottosuolo sino alle quote di fine indagine ed è costituito da depositi di buona consistenza in cui prevalgono i termini fini (argille e limi) e in subordine quelli grossolani, con valori di R_p compresi tra 20 e 50 kg/cm².

A tale orizzonte può essere attribuito un comportamento geotecnico di tipo coesivo con i seguenti parametri caratteristici:

- coesione non drenata (c_{uk}) = 1,0 kg/cm²
- angolo di attrito non drenato (φ_{uk}) = 0°
- peso naturale del terreno (γ_k) = 1900 kg/m³

6. PERICOLOSITÀ SISMICA

6.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento primario per la determinazione delle azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare la sicurezza nei confronti dei diversi stati limite, intesi come le condizioni superate le quali l'opera non soddisfa più le esigenze per la quali è stata progettata.

In conformità con quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (NTC2018), la pericolosità sismica è espressa attraverso forme spettrali (Fig. 10), definite su sito di riferimento rigido orizzontale in funzione dei seguenti tre parametri:

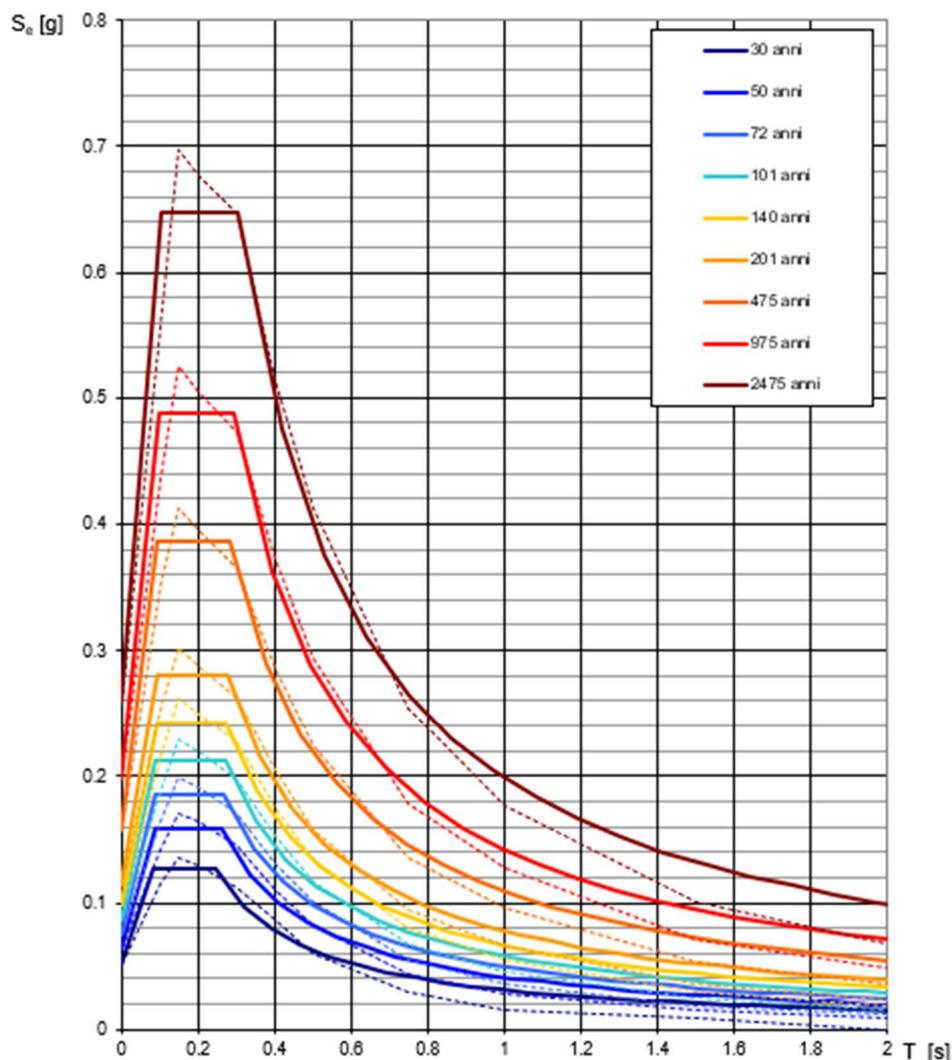
- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri sono stati desunti dai valori relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento, riportati nelle tabelle dell'ALLEGATO B delle Norme Tecniche per le Costruzioni, per diversi periodi di ritorno ricadenti in un intervallo di riferimento compreso tra 30 e 2475 anni.

Per l'area oggetto di intervento (coordinate geografiche Datum ED50: Longitudine = 10,468078° – Latitudine = 44,641735°) i valori risultano i seguenti:

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.051	2.473	0.246
50	0.064	2.489	0.260
72	0.075	2.476	0.267
101	0.086	2.465	0.272
140	0.098	2.462	0.275
201	0.114	2.457	0.278
475	0.158	2.446	0.283
975	0.199	2.450	0.292
2475	0.259	2.498	0.307

**TABELLA 2 - PARAMETRI DELLA FORMA SPETTRALE DEL SITO DI INTERVENTO
(ELABORAZIONE EFFETTUATA MEDIANTE "SPETTRI NTC VER.1.0.3")**



NOTA: Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

FIGURA 10: SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I PERIODI DI TEMPI DI RITORNO T_R SU SITO DI RIFERIMENTO RIGIDO (ELABORAZIONE EFFETTUATA CON "SPETTRI NTC VER.1.0.3")

6.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sottosuolo e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi di cui è costituito. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, l'analisi della risposta sismica locale consente quindi di definire le modifiche che il segnale sismico di ingresso subisce, a causa dei suddetti fattori locali.

Le analisi di risposta sismica locale richiedono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini e prove. Nelle analisi di risposta sismica locale,

l'azione sismica di ingresso è descritta in termini di storia temporale dell'accelerazione (accelerogrammi) su di un sito di riferimento rigido ed affiorante con superficie topografica orizzontale.

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3, 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, V_s . I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

6.2.1 Categoria del sottosuolo di fondazione

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale viene valutata con riferimento alle 5 categorie del profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione, definite dal D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (NTC 2018), in relazione alle caratteristiche geofisiche e geotecniche del sottosuolo.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

in cui: h_i = spessore in metri dell' i -esimo strato;

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Ai fini della determinazione delle V_{s30}/V_{sH} si è fatto riferimento al citato studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale, di cui in Fig. 11 si riporta uno stralcio della Carta della velocità delle onde di taglio s (Carta delle V_s):

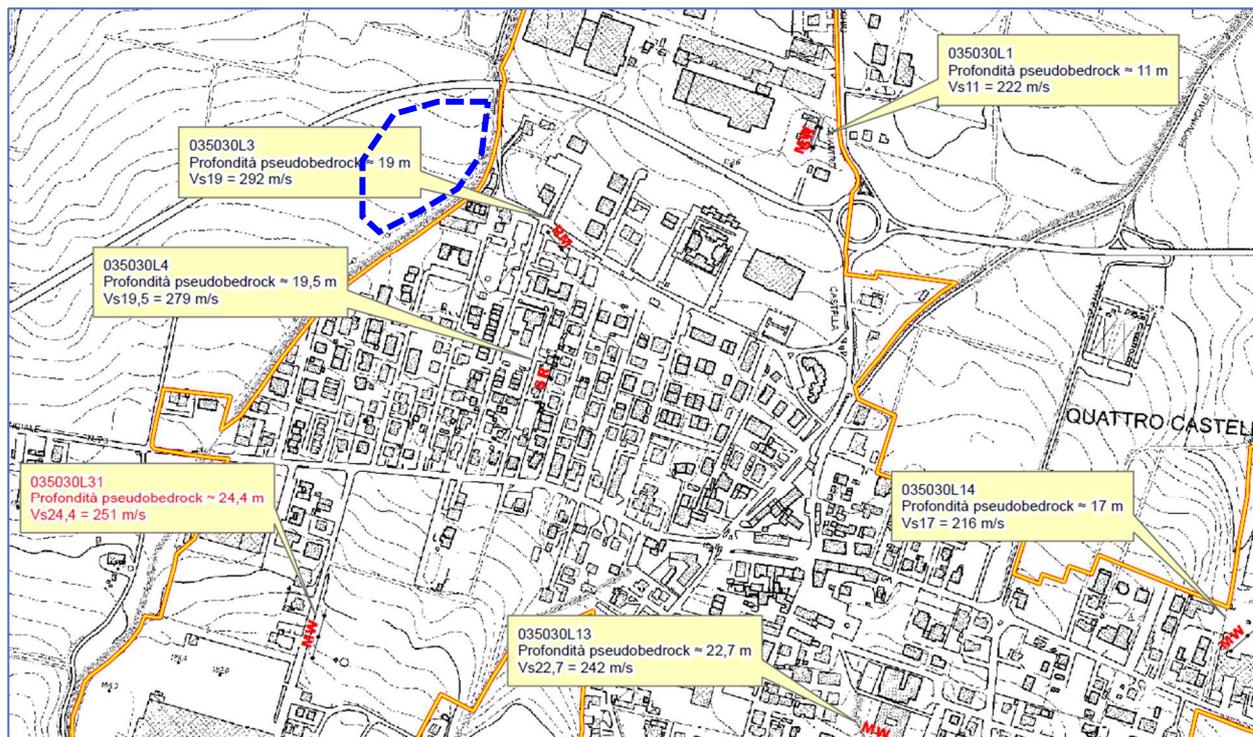


FIGURA 11: STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2 DEL TERRITORIO COMUNALE (SUBSOIL SRL) – STRALCIO DELLA CARTA DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO (VS). L'AREA DI INTERVENTO È INDIVIDUATA DAL TRATTEGGIO DI COLORE BLU

I valori di VsH calcolati nelle numerose prove disponibili al contorno sono compresi tra 222 e 292 m/s, calcolati con riferimento ad un substrato generalmente con Vs inferiore a 800 m/s. I valori di Vs30 risultano invece compresi tra 328 e 385 m/s. Pertanto, in via cautelativa, il sottosuolo di fondazione dell'area di intervento può essere attribuito alla **categoria C** (Tab. 3).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Anmassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

TABELLA 3 - CATEGORIE DI SOTTOSUOLO CHE PERMETTONO L'UTILIZZO DELL'APPROCCIO SEMPLIFICATO - D.M. 17.01.2018 (TAB. 3.2.II)

6.2.2 Effetti sismici locali

Amplificazione stratigrafica

L'areale risulta essere soggetto ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Amplificazione topografica

La morfologia pianeggiante permette di attribuire l'area di indagine alla categoria topografica T1 (Tab. 4), per la quale possono essere esclusi fenomeni di amplificazione di tipo topografico (Tab. 5).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

TABELLA 4 - CATEGORIE TOPOGRAFICHE (DA NTC 2018 TABELLA 3.2.III)

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

TABELLA 5 - VALORI MASSIMI DEL COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA S_T (DA NTC 2018 TABELLA 3.2.V)

Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l'assenza di depositi sabbiosi di spessore significativo in falda entro i primi 15 metri di sottosuolo.

7. CONCLUSIONI

Lo studio effettuato consente di trarre le seguenti conclusioni:

- a) l'areale interessato dal progetto per la realizzazione di un'area di laminazione e messa in sicurezza del Rio Enzola risulta a tutti gli effetti stabile ed è caratterizzato dalla presenza di un sottile orizzonte superficiale di terreno vegetale che ricopre depositi argillosi e argilloso-limosi, caratterizzati da una consistenza più elevata oltre la profondità di 2,00-3,00 m da p.c.. All'interno di questi depositi fini si rinvengono localmente sottili intercalazioni lenticolari contenenti ghiaie;
- b) sotto il profilo idrogeologico non è stata rilevata la presenza di falda sin i alla massima profondità investigata di -6,20 m da p.c.. L'areale, pertanto, è caratterizzato da valori di soggiacenza della falda tali da non interessare la realizzazione delle vasche di laminazione, la cui profondità massima di scavo è prevista pari a circa -2,20 m da p.c.;
- c) si prescrive l'asportazione dell'orizzonte di suolo agrario superficiale sull'intera area di intervento, per uno spessore di circa 30-40 cm, per poi riposizionarlo sul fondo delle vasche e sui paramenti dei rilevati arginali, al fine di favorire il rapido inerbimento delle superfici;
- d) i depositi derivanti dagli scavi per la realizzazione delle vasche sono idonei sotto il profilo litologico e geotecnico ad essere reimpiegati per la realizzazione dei rilevati arginali;
- e) la realizzazione dell'opera non altererà la stabilità dei luoghi, non comporterà alterazioni idrogeologiche e non presenta controindicazioni di carattere geoambientale;
- f) secondo la DGR n° 1164 del 23.07.2018 "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna" il Comune di Quattro Castella è classificato sismico in Zona 3 e il sottosuolo di fondazione dell'area indagata è attribuibile alla categoria C, di cui al D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;
- g) sotto il profilo sismico gli effetti locali sono rappresentati dalla possibile amplificazione del segnale sismico, conseguente alla presenza di depositi con velocità delle onde di taglio (V_s) inferiori a 800 m/s, mentre l'assetto litostratigrafico permette di escludere potenziali fenomeni di cedimento o di liquefazione, ovvero di diminuzione della resistenza al taglio causata dall'aumento di pressione interstiziale durante il verificarsi di un evento sismico.

Nel rispetto di quanto sopra esposto si dichiara l'area idonea, sotto il profilo geologico, idrogeologico, sismico e geotecnico, alla realizzazione dell'intervento come da progetto.

Basilicanova, maggio 2021

Il Geologo


dott. Stefano Castagnetti

con la collaborazione del
Dott. Geol. Marco Baidi


GEOLOGO
SEZA
N. 602 ALBO. P. INVE.

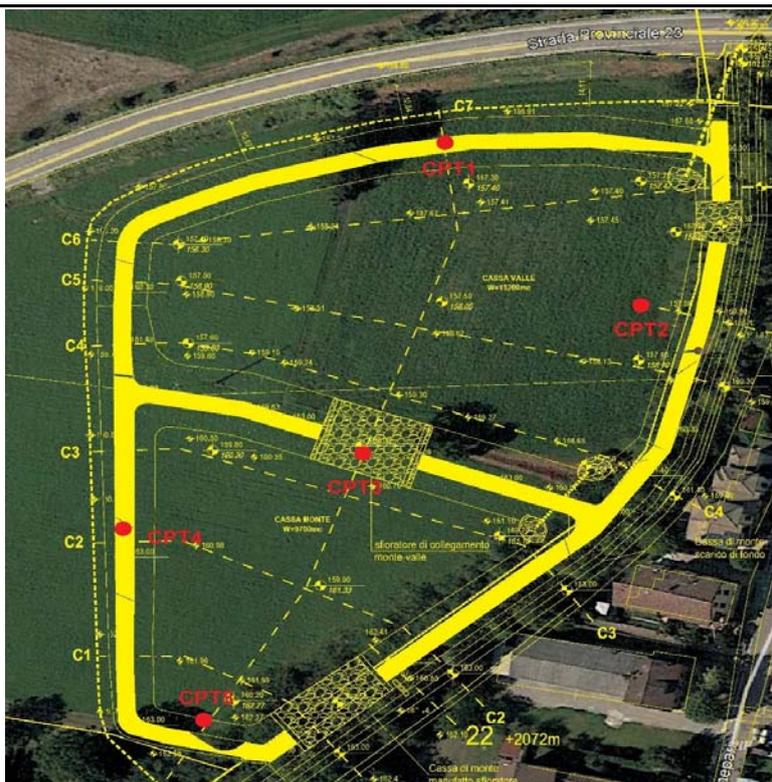
8. ALLEGATO 1 – SONDAGGI PENETROMETRICI

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Nome prova:	CPT 1
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Certificato n°.	006PS_2021 del 07/05/2021
Località:	Quattro Castella RE		
n.° commessa:	03400021_FG		

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Ubicazione / Piazzamento



CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE

Normativa di riferimento

A.G.I. - (1977): Raccomandazioni sulla Programmazione e d Esecuzione delle Indagini Geotecniche
ASSMFE - (1988): Dynamic Probing (DP) International Reference Test Procedure
ASTM D3441-86: Deep quasi-static cone and friction cone penetration tests of soil"
DM 11.03.88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

Tipo Punta

Meccanica tipo Begemann

Caratteristiche penetrometro

Marca/modello: TECNOTEST
Spinta nominale: 20 ton

NOTE: Prova spinta fino a 6,20 m. da p.c.
Falda: assente

Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
006PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 1

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
 Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
 Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
 www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
 n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
 Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1ª categoria
 Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
006PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 1

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	MPa	kPa	-	%	m	-	-	-	MPa	kPa	-	%
0,20				0,00	0,00										
0,40	32,00	53,00		3,14	140,00	23	4,4								
0,60	29,00	55,00		2,84	173,00	17	6,0								
0,80	23,00	62,00		2,25	260,00	9	11,3								
1,00	17,00	50,00		1,67	220,00	8	12,8								
1,20	13,00	40,00		1,27	180,00	7	13,8								
1,40	16,00	37,00		1,57	140,00	11	6,8								
1,60	17,00	32,00		1,67	100,00	17	5,9								
1,80	17,00	40,00		1,67	153,00	11	9,0								
2,00	20,00	43,00		1,96	153,00	13	7,7								
2,20	20,00	60,00		1,96	267,00	7	13,4								
2,40	24,00	53,00		2,35	193,00	12	8,0								
2,60	53,00	101,00		5,19	320,00	17	6,0								
2,80	33,00	48,00		3,23	100,00	33	3,0								
3,00	32,00	67,00		3,14	233,00	14	7,3								
3,20	32,00	64,00		3,14	213,00	15	6,7								
3,40	31,00	72,00		3,04	273,00	11	8,8								
3,60	32,00	76,00		3,14	293,00	11	9,2								
3,80	40,00	83,00		3,92	287,00	14	7,2								
4,00	51,00	87,00		5,00	240,00	21	4,7								
4,20	44,00	91,00		4,31	313,00	14	7,1								
4,40	33,00	66,00		3,23	220,00	15	6,7								
4,60	37,00	70,00		3,63	220,00	17	5,9								
4,80	46,00	87,00		4,51	273,00	17	5,9								
5,00	40,00	80,00		3,92	267,00	15	6,7								
5,20	33,00	72,00		3,23	260,00	13	7,9								
5,40	33,00	71,00		3,23	253,00	13	7,7								
5,60	36,00	77,00		3,53	273,00	13	7,6								
5,80	42,00	87,00		4,12	300,00	14	7,1								
6,00	41,00	86,00		4,02	300,00	14	7,3								
6,20	37,00	82,00		3,63	300,00	12	8,1								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	alla stessa quota di qc
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

Tecnico del laboratorio
 Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
 Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



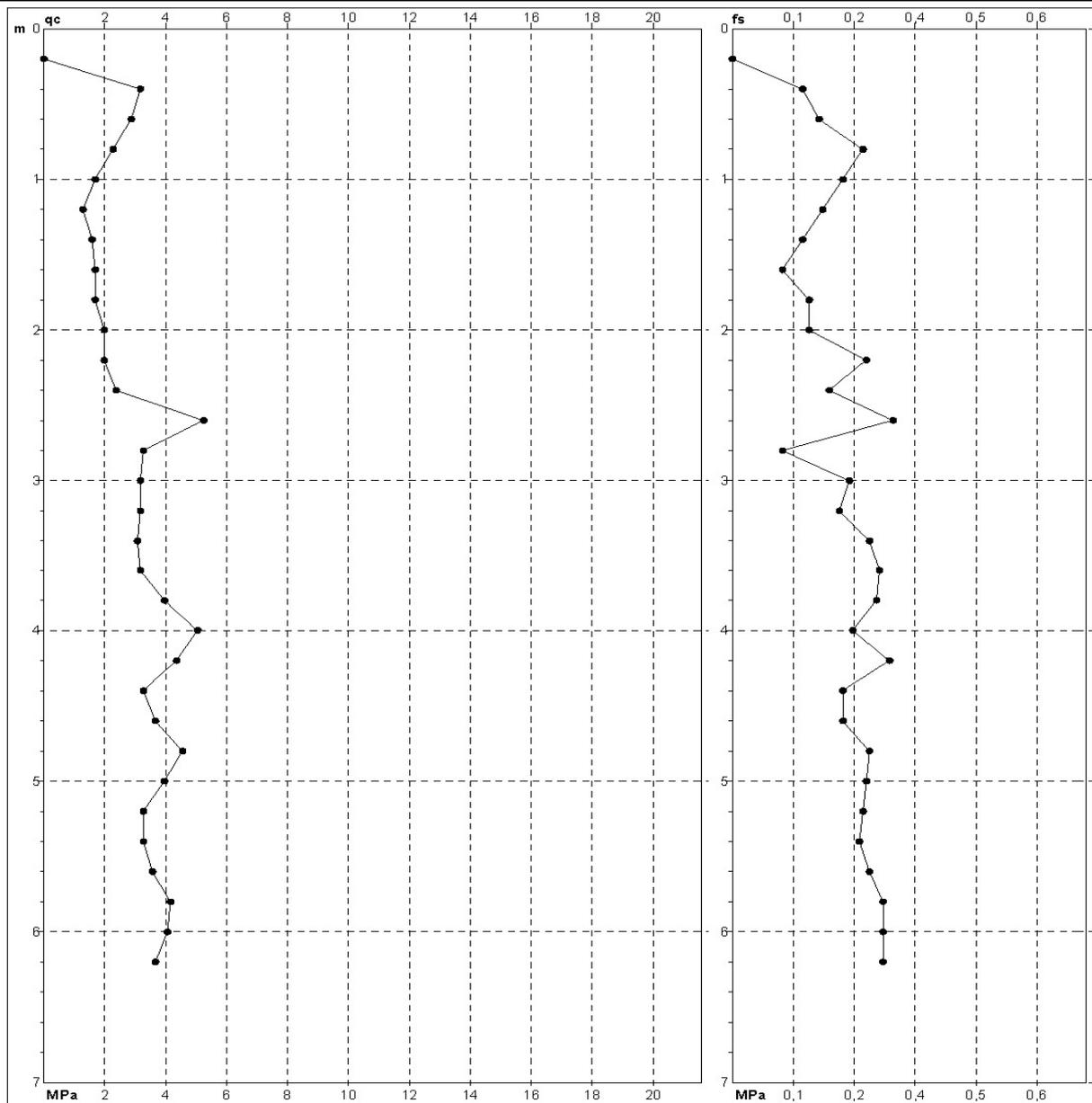
SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
 Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
 Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
 www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
 n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
 Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1ª categoria
 Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
 006PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 1

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
 Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
 Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

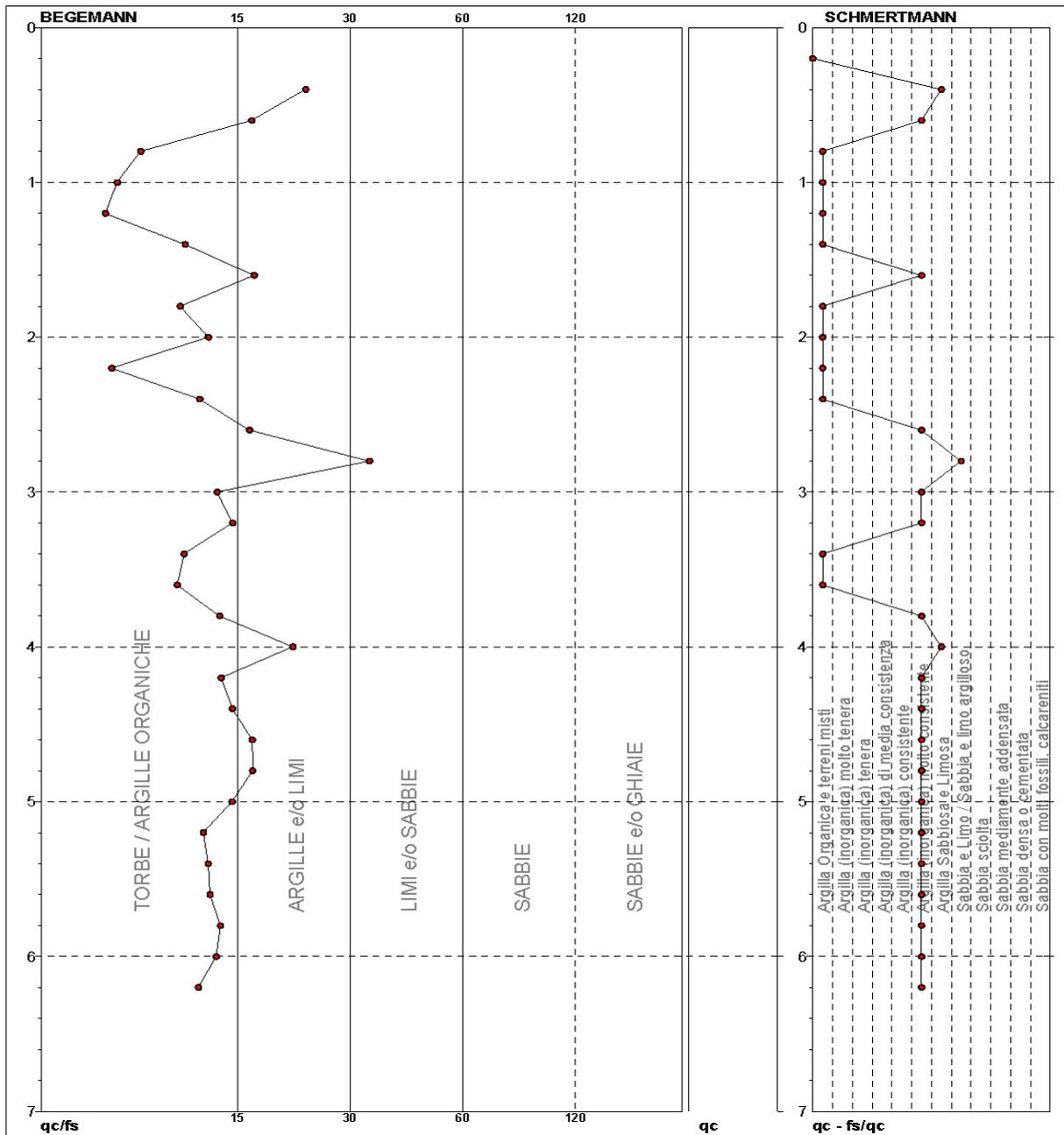
All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
006PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 1

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
 Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
 Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
 www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
 n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
 Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1ª categoria
 Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
 006PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 1

Committente: Dott. Geol Stefano Castagnetti **Data:** 07/05/2021
Lavoro: Area di laminazione del Rio Enzola **Profondità raggiunta:** 6,20 m. da pc
Località: Quattro Castella RE **Prof. Falda:** assente

Parametri geotecnici 004-2021 (1)

prf	qc	qc/fs	γ'	σvo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	φdr	φCa	φKo	φDb	φDm	φMe	F.L.s.F.L.I	E'50	E'25	Mo	
0,20	0,00	0,00	1,85	0,04	0																	
0,40	32,00	22,86	1,85	0,07	204	1,07	99,90	181	272	96	96	43	40	37	35	43	29		53	80	96	
0,60	29,00	16,76	1,85	0,11	197	0,98	95,92	167	251	87	83	41	37	35	32	41	29		48	72	87	
0,80	23,00	8,85	1,85	0,15	180	0,87	57,29	148	221	69	68	39	35	32	30	39	28		38	58	69	
1,00	17,00	7,73	1,85	0,19	161	0,72	34,52	123	184	54												
1,20	13,00	7,22	1,85	0,22	145	0,60	21,97	103	154	47												
1,40	16,00	11,43	1,85	0,26	157	0,70	21,59	118	177	52												
1,60	17,00	17,00	1,85	0,30	161	0,72	19,18	123	184	54												
1,80	17,00	11,11	1,85	0,33	161	0,72	16,56	123	184	54												
2,00	20,00	13,07	1,85	0,37	171	0,80	16,46	136	204	60	41	36	30	27	25	34	27		33	50	60	
2,20	20,00	7,49	1,85	0,41	171	0,80	14,61	136	204	60	39	36	29	26	24	33	27		33	50	60	
2,40	24,00	12,44	1,85	0,44	183	0,89	14,95	151	227	72	43	36	30	27	25	34	28		40	60	72	
2,60	53,00	16,56	1,85	0,48	247	1,77	31,92	300	451	159	68	39	33	30	28	38	31		88	132	159	
2,80	33,00	33,00	1,85	0,52	207						50	37	30	27	26	34	29		55	82	99	
3,00	32,00	13,73	1,85	0,56	204	1,07	14,21	181	272	96	47	37	30	27	25	34	29		53	80	96	
3,20	32,00	15,02	1,85	0,59	204	1,07	13,11	181	272	96	46	37	30	27	25	34	29		53	80	96	
3,40	31,00	11,36	1,85	0,63	202	1,03	11,68	176	264	93	43	36	29	26	24	33	29		52	78	93	
3,60	32,00	10,92	1,85	0,67	204	1,07	11,31	181	272	96	43	36	29	26	24	33	29		53	80	96	
3,80	40,00	13,94	1,85	0,70	222	1,33	13,97	227	340	120	49	37	30	27	25	34	30		67	100	120	
4,00	51,00	21,25	1,85	0,74	243	1,70	17,76	289	434	153	56	38	31	28	26	35	31		85	128	153	
4,20	44,00	14,06	1,85	0,78	230	1,47	13,89	249	374	132	50	37	30	27	25	34	31		73	110	132	
4,40	33,00	15,00	1,85	0,81	207	1,10	9,15	193	290	99	39	36	28	25	24	32	29		55	82	99	
4,60	37,00	16,82	1,85	0,85	216	1,23	9,98	210	315	111	42	36	29	25	24	32	30		62	92	111	
4,80	46,00	16,85	1,85	0,89	234	1,53	12,43	261	391	138	48	37	29	26	25	33	31		77	115	138	
5,00	40,00	14,98	1,85	0,93	222	1,33	9,92	227	340	120	42	36	28	25	24	32	30		67	100	120	
5,20	33,00	12,69	1,85	0,96	207	1,10	7,42	236	355	99	35	35	27	24	23	31	29		55	82	99	
5,40	33,00	13,04	1,85	1,00	207	1,10	7,08	250	374	99	34	35	27	24	23	31	29		55	82	99	
5,60	36,00	13,19	1,85	1,04	214	1,20	7,54	253	380	108	36	36	27	24	23	31	30		60	90	108	
5,80	42,00	14,00	1,85	1,07	226	1,40	8,75	254	381	126	40	36	28	25	23	32	30		70	105	126	
6,00	41,00	13,67	1,85	1,11	224	1,37	8,14	265	398	123	39	36	28	25	23	31	30		68	102	123	
6,20	37,00	12,33	1,85	1,15	216	1,23	6,87	290	435	111	34	35	27	24	22	31	30		62	92	111	

- prf Profondità
- RP Valore di punta
- RP/RL Rapporto RP su RL
- γ' Peso di volume efficace del terreno
- σvo Tensione verticale geostatica
- Vs Velocità onde di taglio
- Cu Coesione non drenata
- OCR Grado di sovra consolidazione
- Eu50 Modulo di deformazione non drenato terr. coesivi grado mobilitazione sforzo 50%
- Eu25 Modulo di deformazione non drenato terr. coesivi grado mobilitazione sforzo 25%
- Mo Modulo di deformazione edometrico natura coesiva
- Dr Densità relativa
- φdr Parametro a scelta tra le 4 varianti di Schmertmann
- φCa Angolo di attrito interno Caquot
- φKo Angolo di attrito interno Koppejan
- φDb Angolo di attrito interno De Beer
- φDM Angolo di attrito interno efficace Durgunoglu Mitchell
- φMe Angolo di attrito interno efficace Meyerhof
- AMa Accelerazione al suolo che puo' provocare liquefazione
- E'50 Modulo di deformazione non drenato terr. granulari grado mobilitazione sforzo 50%
- E'25 Modulo di deformazione non drenato terr. granulari grado mobilitazione sforzo 25%
- Mo Modulo di deformazione edometrico natura granulare

Tecnico del laboratorio
 Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
 Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

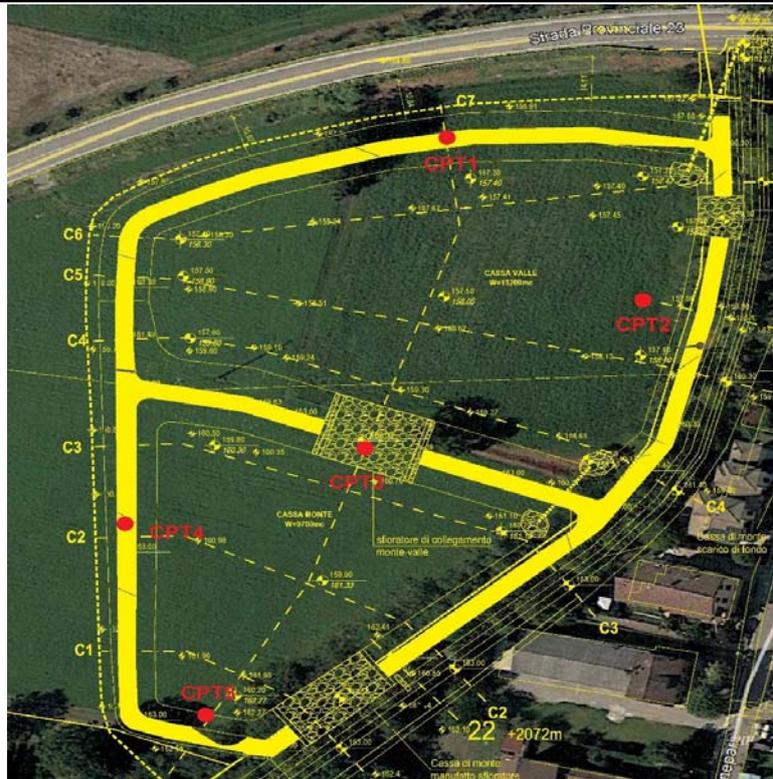
All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Nome prova:	CPT 2
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Certificato n°.	007PS_2021 del 07/05/2021
Località:	Quattro Castella RE		
n.° commessa:	03400021_FG		

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Ubicazione / Piazzamento



CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE

Normativa di riferimento

A.G.I. - (1977): Raccomandazioni sulla Programmazione e d Esecuzione delle Indagini Geotecniche
ASSMFE - (1988): Dynamic Probing (DP) International Reference Test Procedure
ASTM D3441-86: Deep quasi-static cone and friction cone penetration tests of soil"
DM 11.03.88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

Tipo Punta

Meccanica tipo Begemann

Caratteristiche penetrometro

Marca/modello: TECNOTEST
Spinta nominale: 20 ton

NOTE: Prova spinta fino a 6,00 m. da p.c.
Falda: assente

Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
007PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 2

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,00 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
 Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
 Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
 www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
 n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
 Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1ª categoria
 Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
007PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 2

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,00 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	MPa	kPa	-	%	m	-	-	-	MPa	kPa	-	%
0,20				0,00	0,00										
0,40	22,00	36,00		2,16	93,00	24	4,2								
0,60	16,00	34,00		1,57	120,00	13	7,5								
0,80	16,00	30,00		1,57	93,00	17	5,8								
1,00	14,00	32,00		1,37	120,00	12	8,6								
1,20	13,00	31,00		1,27	120,00	11	9,2								
1,40	12,00	32,00		1,18	133,00	9	11,1								
1,60	10,00	30,00		0,98	133,00	8	13,3								
1,80	13,00	30,00		1,27	113,00	12	8,7								
2,00	17,00	34,00		1,67	113,00	15	6,6								
2,20	14,00	34,00		1,37	133,00	11	9,5								
2,40	13,00	37,00		1,27	160,00	8	12,3								
2,60	13,00	38,00		1,27	167,00	8	12,8								
2,80	15,00	43,00		1,47	187,00	8	12,5								
3,00	23,00	52,00		2,25	193,00	12	8,4								
3,20	27,00	58,00		2,65	207,00	13	7,7								
3,40	24,00	64,00		2,35	267,00	9	11,1								
3,60	30,00	67,00		2,94	247,00	12	8,2								
3,80	34,00	73,00		3,33	260,00	13	7,6								
4,00	38,00	82,00		3,72	293,00	13	7,7								
4,20	38,00	77,00		3,72	260,00	15	6,8								
4,40	35,00	67,00		3,43	213,00	16	6,1								
4,60	37,00	72,00		3,63	233,00	16	6,3								
4,80	32,00	67,00		3,14	233,00	14	7,3								
5,00	39,00	80,00		3,82	273,00	14	7,0								
5,20	29,00	63,00		2,84	227,00	13	7,8								
5,40	32,00	63,00		3,14	207,00	15	6,5								
5,60	35,00	73,00		3,43	253,00	14	7,2								
5,80	36,00	77,00		3,53	273,00	13	7,6								
6,00	39,00	80,00		3,82	273,00	14	7,0								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	alla stessa quota di qc
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT =10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs /qc)*100

Tecnico del laboratorio
 Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
 Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



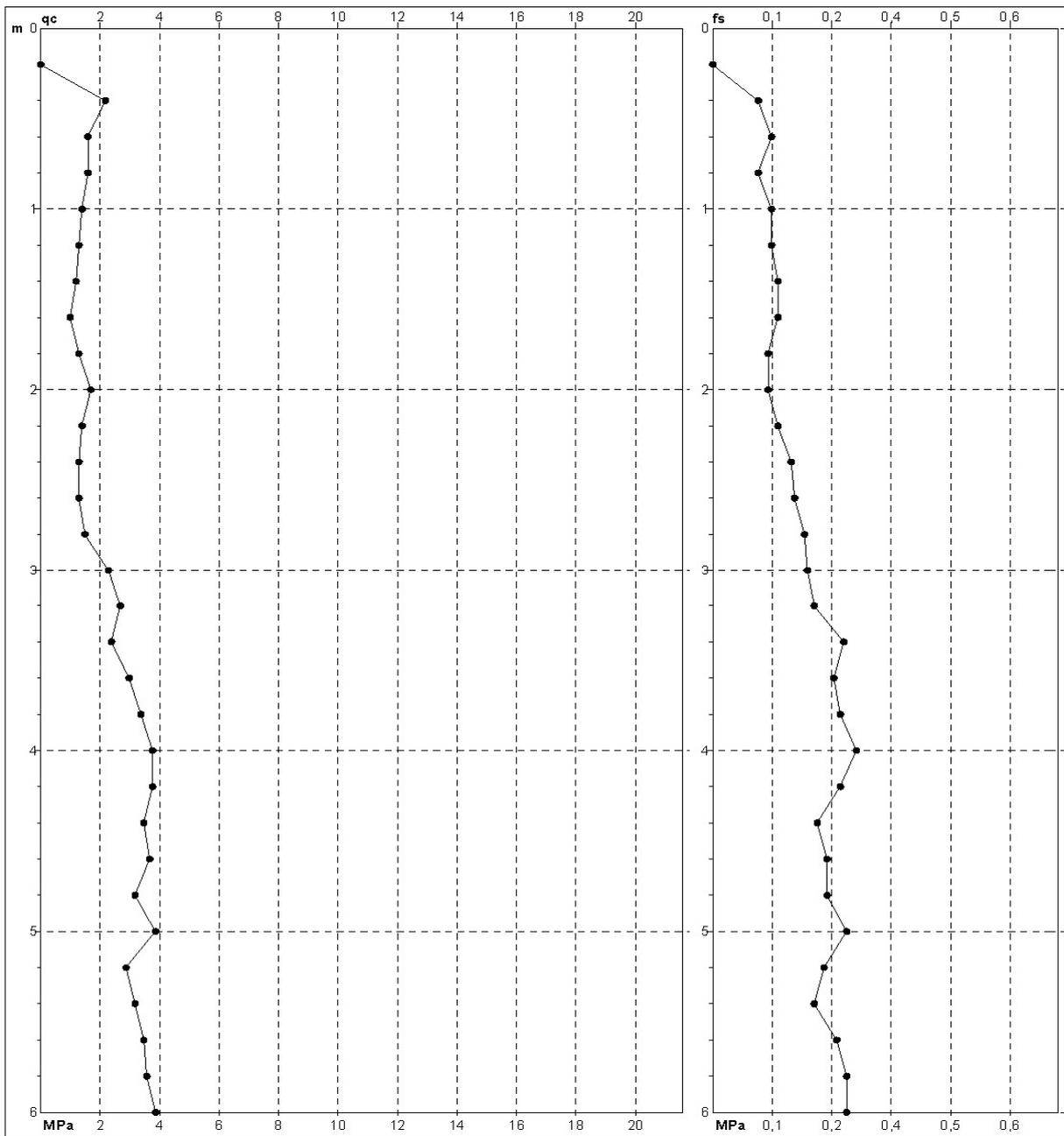
SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
 Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
 Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
 www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
 n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
 Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1ª categoria
 Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
 007PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 2

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,00 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
 Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
 Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

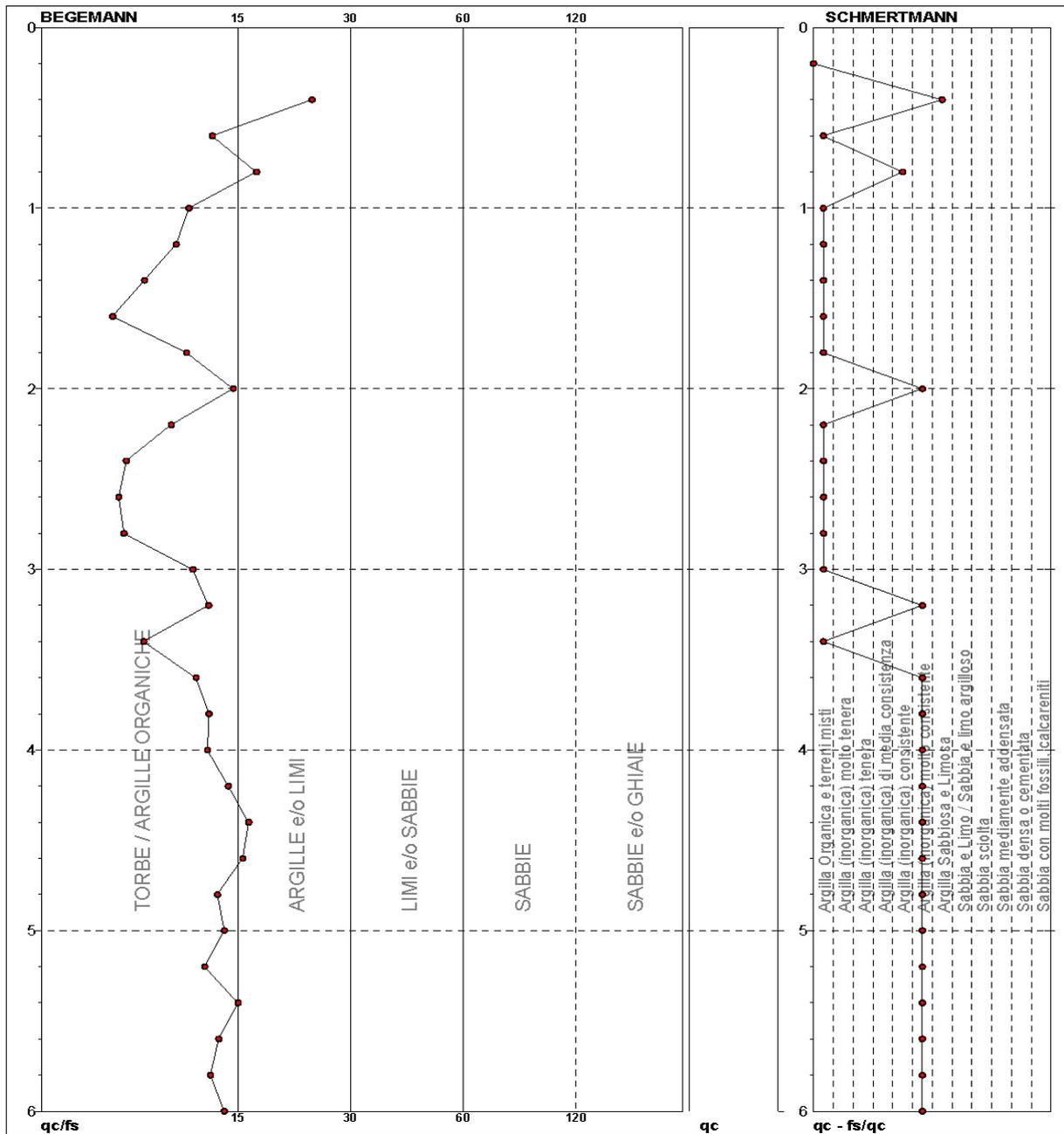
Certificato n.°
007PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 2

Committente: Dott. Geol Stefano Castagnetti
Lavoro: Area di laminazione del Rio Enzola
Località: Quattro Castella RE

Data: 07/05/2021
Profondità raggiunta: 6,00 m. da pc
Prof. Falda: assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
 Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
 Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
 www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
 n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
 Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1ª categoria
 Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
007PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 2

Committente: Dott. Geol. Stefano Castagnetti **Data:** 07/05/2021
Lavoro: Area di laminazione del Rio Enzola **Profondità raggiunta:** 6,00 m. da pc
Località: Quattro Castella RE **Prof. Falda:** assente

Parametri geotecnici 004-2021 (2)

prf	qc	qc/fs	γ'	σvo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	φdr	φCa	φKo	φDb	φDm	φMe	F.L.s	F.L.I	E'50	E'25	Mo	
0,20	0,00	0,00	1,85	0,04	0																		
0,40	22,00	23,66	1,85	0,07	177	0,85	99,90	144	216	66	83	41	38	35	33	42	28			37	55	66	
0,60	16,00	13,33	1,85	0,11	157	0,70	62,26	118	177	52													
0,80	16,00	17,20	1,85	0,15	157	0,70	43,45	118	177	52													
1,00	14,00	11,67	1,85	0,19	150	0,64	29,41	108	162	48													
1,20	13,00	10,83	1,85	0,22	145	0,60	21,97	103	154	47													
1,40	12,00	9,02	1,85	0,26	141	0,57	16,88	97	146	45													
1,60	10,00	7,52	1,85	0,30	132	0,50	12,09	85	128	40													
1,80	13,00	11,50	1,85	0,33	145	0,60	13,23	103	154	47													
2,00	17,00	15,04	1,85	0,37	161	0,72	14,51	123	184	54													
2,20	14,00	10,53	1,85	0,41	150	0,64	10,98	108	162	48													
2,40	13,00	8,13	1,85	0,44	145	0,60	9,24	106	159	47													
2,60	13,00	7,78	1,85	0,48	145	0,60	8,36	114	172	47													
2,80	15,00	8,02	1,85	0,52	154	0,67	8,61	123	184	50													
3,00	23,00	11,92	1,85	0,56	180	0,87	10,98	148	221	69	36	36	28	25	24	32	28			38	58	69	
3,20	27,00	13,04	1,85	0,59	192	0,95	11,30	161	242	81	40	36	29	26	24	33	28			45	68	81	
3,40	24,00	8,99	1,85	0,63	183	0,89	9,67	152	228	72	34	35	28	25	23	32	28			40	60	72	
3,60	30,00	12,15	1,85	0,67	199	1,00	10,44	170	255	90	41	36	29	26	24	33	29			50	75	90	
3,80	34,00	13,08	1,85	0,70	209	1,13	11,40	193	289	102	44	36	29	26	24	33	29			57	85	102	
4,00	38,00	12,97	1,85	0,74	218	1,27	12,29	215	323	114	46	37	29	26	25	33	30			63	95	114	
4,20	38,00	14,62	1,85	0,78	218	1,27	11,56	215	323	114	45	37	29	26	24	33	30			63	95	114	
4,40	35,00	16,43	1,85	0,81	211	1,17	9,85	199	298	105	41	36	28	25	24	32	29			58	88	105	
4,60	37,00	15,88	1,85	0,85	216	1,23	9,98	210	315	111	42	36	29	25	24	32	30			62	92	111	
4,80	32,00	13,73	1,85	0,89	204	1,07	7,90	214	321	96	36	36	28	24	23	31	29			53	80	96	
5,00	39,00	14,29	1,85	0,93	220	1,30	9,61	223	335	117	42	36	28	25	24	32	30			65	98	117	
5,20	29,00	12,78	1,85	0,96	197	0,98	6,45	249	373	87	30	35	27	24	22	30	29			48	72	87	
5,40	32,00	15,46	1,85	1,00	204	1,07	6,81	253	380	96	33	35	27	24	22	31	29			53	80	96	
5,60	35,00	13,83	1,85	1,04	211	1,17	7,28	256	384	105	35	35	27	24	23	31	29			58	88	105	
5,80	36,00	13,19	1,85	1,07	214	1,20	7,22	266	399	108	35	35	27	24	23	31	30			60	90	108	
6,00	39,00	14,29	1,85	1,11	220	1,30	7,65	270	405	117	37	36	27	24	23	31	30			65	98	117	

- prf Profondità
- RP Valore di punta
- RP/RL Rapporto RP su RL
- γ' Peso di volume efficace del terreno
- σvo Tensione verticale geostatica
- Vs Velocità onde di taglio
- Cu Coesione non drenata
- OCR Grado di sovra consolidazione
- Eu50 Modulo di deformazione non drenato terr. coesivi grado mobilitazione sforzo 50%
- Eu25 Modulo di deformazione non drenato terr. coesivi grado mobilitazione sforzo 25%
- Mo Modulo di deformazione edometrico natura coesiva
- Dr Densità relativa
- φdr Parametro a scelta tra le 4 varianti di Schmertmann
- φCa Angolo di attrito interno Caquot
- φKo Angolo di attrito interno Koppejan
- φDb Angolo di attrito interno De Beer
- φDM Angolo di attrito interno efficace Durgunoglu Mitchell
- φMe Angolo di attrito interno efficace Meyerhof
- AMa Accelerazione al suolo che puo' provocare liquefazione
- E'50 Modulo di deformazione non drenato terr. granulari grado mobilitazione sforzo 50%
- E'25 Modulo di deformazione non drenato terr. granulari grado mobilitazione sforzo 25%
- Mo Modulo di deformazione edometrico natura granulare

Tecnico del laboratorio
 Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
 Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

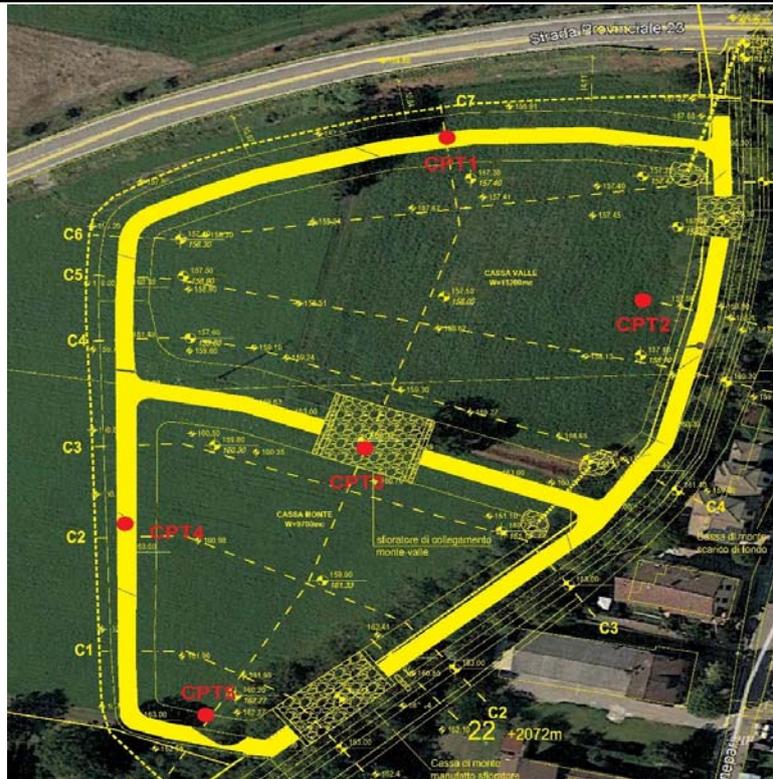
All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Nome prova:	CPT 3
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Certificato n°:	008PS_2021 del 07/05/2021
Località:	Quattro Castella RE		
n.° commessa:	03400021_FG		

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Ubicazione / Piazzamento



CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE

Normativa di riferimento

A.G.I. - (1977): Raccomandazioni sulla Programmazione e d Esecuzione delle Indagini Geotecniche
ASSMFE - (1988): Dynamic Probing (DP) International Reference Test Procedure
ASTM D3441-86: Deep quasi-static cone and friction cone penetration tests of soil"
DM 11.03.88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

Tipo Punta

Meccanica tipo Begemann

Caratteristiche penetrometro

Marca/modello: TECNOTEST
Spinta nominale: 20 ton

NOTE: Prova spinta fino a 6,20 m. da p.c.
Falda: assente

Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
008PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 3

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
008PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 3

Committente: Dott. Geol Stefano Castagnetti **Data:** 07/05/2021
Lavoro: Area di laminazione del Rio Enzola **Profondità raggiunta:** 6,20 m. da pc
Località: Quattro Castella RE **Prof. Falda:** assente

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	MPa	kPa	-	%	m	-	-	-	MPa	kPa	-	%
0,20				0,00	0,00										
0,40	17,00	32,00		1,67	100,00	17	5,9								
0,60	19,00	43,00		1,86	160,00	12	8,4								
0,80	18,00	41,00		1,76	153,00	12	8,5								
1,00	14,00	38,00		1,37	180,00	9	11,4								
1,20	12,00	37,00		1,18	167,00	7	13,9								
1,40	11,00	31,00		1,08	133,00	8	12,1								
1,60	19,00	31,00		1,86	80,00	24	4,2								
1,80	15,00	38,00		1,47	153,00	10	10,2								
2,00	19,00	46,00		1,86	180,00	11	9,5								
2,20	29,00	62,00		2,84	220,00	13	7,6								
2,40	29,00	67,00		2,84	253,00	11	8,7								
2,60	33,00	77,00		3,23	293,00	11	8,9								
2,80	33,00	72,00		3,23	260,00	13	7,9								
3,00	30,00	82,00		2,84	347,00	9	11,6								
3,20	29,00	80,00		2,84	340,00	9	11,7								
3,40	34,00	83,00		3,33	327,00	10	9,6								
3,60	27,00	82,00		2,65	367,00	7	13,6								
3,80	44,00	72,00		4,31	187,00	24	4,3								
4,00	40,00	70,00		3,82	200,00	20	5,0								
4,20	43,00	82,00		4,21	260,00	17	6,0								
4,40	51,00	100,00		5,00	327,00	16	6,4								
4,60	49,00	105,00		4,80	373,00	13	7,8								
4,80	45,00	102,00		4,41	380,00	12	8,4								
5,00	25,00	72,00		2,45	313,00	8	12,5								
5,20	37,00	62,00		3,63	167,00	22	4,5								
5,40	50,00	73,00		4,90	153,00	33	3,1								
5,60	45,00	77,00		4,41	213,00	21	4,7								
5,80	44,00	93,00		4,31	327,00	13	7,4								
6,00	44,00	95,00		4,31	340,00	13	7,7								
6,20	46,00	84,00		4,51	253,00	18	5,5								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 10,00 costante di trasformazione
qc = resistenza punta
fs = resistenza laterale
alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



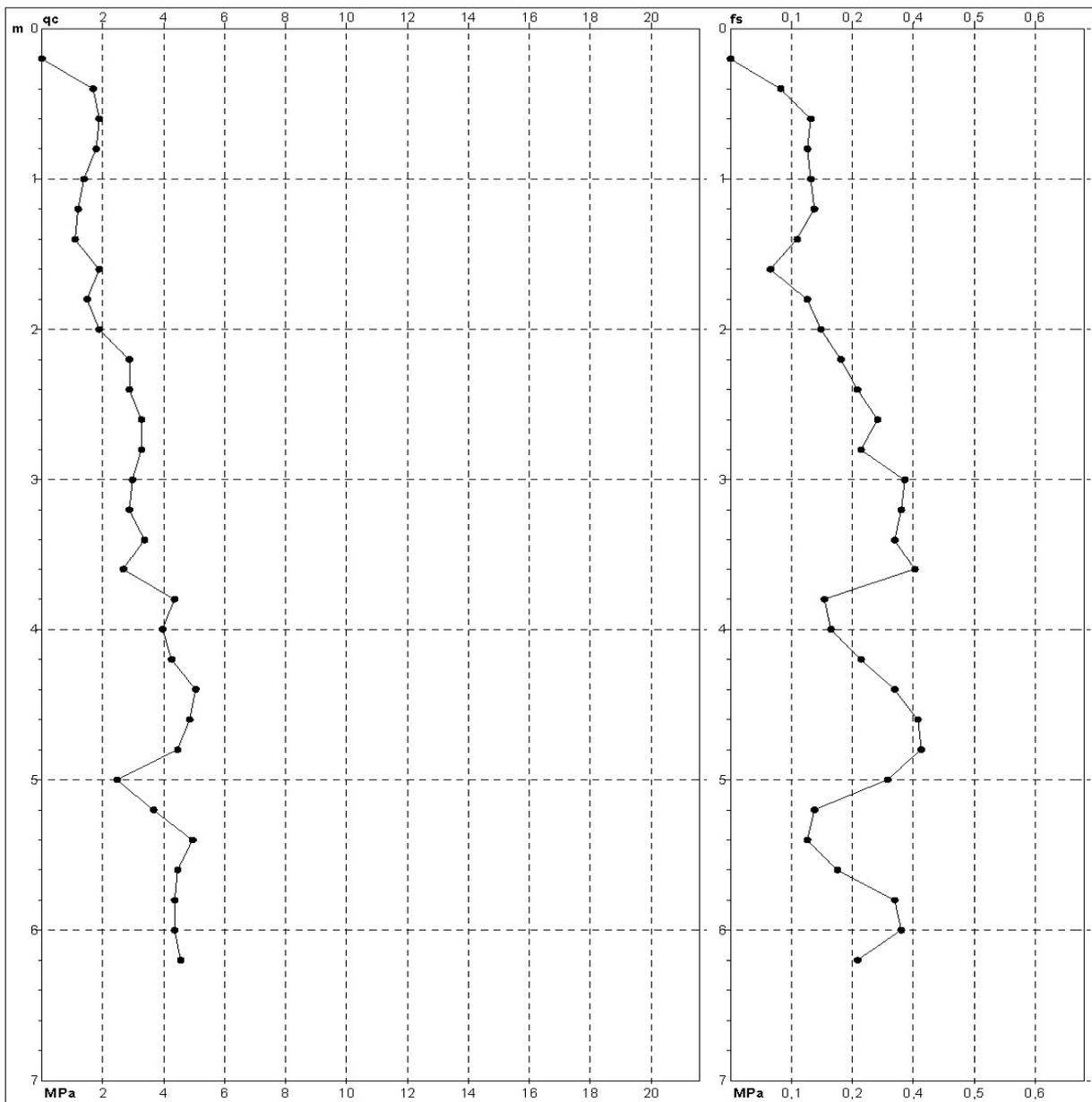
SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1ª categoria
Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
008PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 3

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

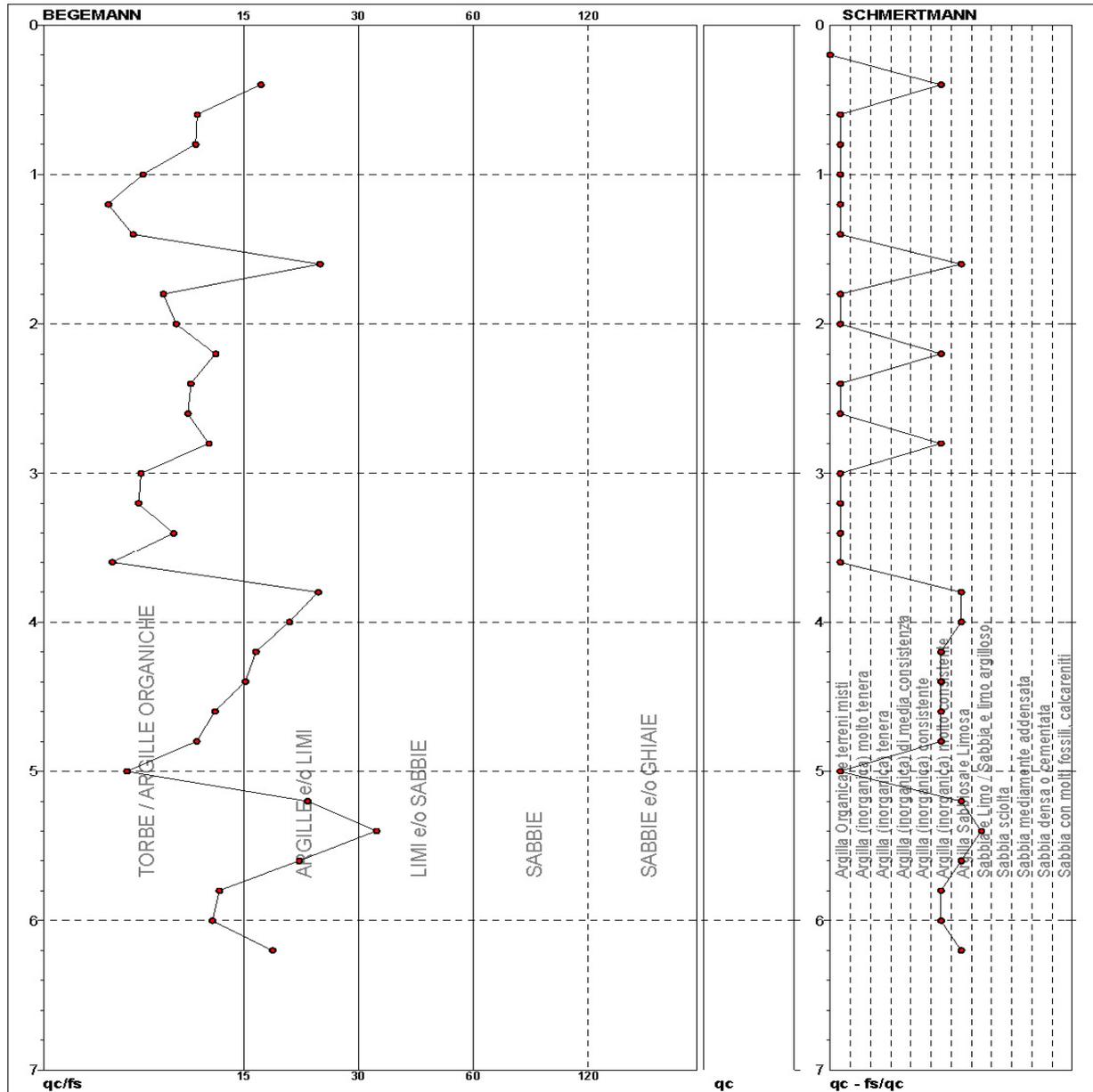
All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
008PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 3

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
008PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 3

Committente: Dott. Geol Stefano Castagnetti **Data:** 07/05/2021
Lavoro: Area di laminazione del Rio Enzola **Profondità raggiunta:** 6,20 m. da pc
Località: Quattro Castella RE **Prof. Falda:** assente

Parametri geotecnici 004-2021 (3)

prf	qc	qc/fs	γ'	σ _{vo}	V _s	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	φ _{dr}	φ _{Ca}	φ _{Ko}	φ _{Db}	φ _{Dm}	φ _{Me}	F.L.s	F.L.I	E'50	E'25	Mo	
0,20	0,00	0,00	1,85	0,04	0																		
0,40	17,00	17,00	1,85	0,07	161	0,72	99,90	123	184	54													
0,60	19,00	11,88	1,85	0,11	168	0,78	71,31	132	198	58													
0,80	18,00	11,76	1,85	0,15	164	0,75	47,74	128	191	56													
1,00	14,00	8,75	1,85	0,19	150	0,64	29,41	108	162	48													
1,20	12,00	7,19	1,85	0,22	141	0,57	20,47	97	146	45													
1,40	11,00	8,27	1,85	0,26	137	0,54	15,61	91	137	42													
1,60	19,00	23,75	1,85	0,30	168	0,78	20,93	132	198	58													
1,80	15,00	9,80	1,85	0,33	154	0,67	14,95	113	170	50													
2,00	19,00	10,56	1,85	0,37	168	0,78	15,83	132	198	58													
2,20	29,00	13,18	1,85	0,41	197	0,98	18,90	167	251	87	51	37	31	28	26	35	29				48	72	87
2,40	29,00	11,46	1,85	0,44	197	0,98	16,96	167	251	87	49	37	31	28	26	35	29				48	72	87
2,60	33,00	11,26	1,85	0,48	207	1,10	17,66	187	281	99	52	37	31	28	26	35	29				55	82	99
2,80	33,00	12,69	1,85	0,52	207	1,10	16,09	187	281	99	50	37	30	27	26	34	29				55	82	99
3,00	30,00	8,65	1,85	0,56	199	1,00	13,11	170	255	90	45	37	30	27	25	34	29				50	75	90
3,20	29,00	8,53	1,85	0,59	197	0,98	11,83	167	251	87	42	36	29	26	24	33	29				48	72	87
3,40	34,00	10,40	1,85	0,63	209	1,13	13,11	193	289	102	46	37	30	27	25	34	29				57	85	102
3,60	27,00	7,36	1,85	0,67	192	0,95	9,75	162	243	81	37	36	28	25	24	32	28				45	68	81
3,80	44,00	23,53	1,85	0,70	230	1,47	15,74	249	374	132	52	38	30	27	26	34	31				73	110	132
4,00	40,00	20,00	1,85	0,74	222	1,33	13,11	227	340	120	48	37	30	27	25	34	30				67	100	120
4,20	43,00	16,54	1,85	0,78	228	1,43	13,50	244	366	129	49	37	30	27	25	34	30				72	108	129
4,40	51,00	15,60	1,85	0,81	243	1,70	15,76	289	434	153	54	38	30	27	26	34	31				85	128	153
4,60	49,00	13,14	1,85	0,85	240	1,63	14,18	278	417	147	51	37	30	27	25	34	31				82	122	147
4,80	45,00	11,84	1,85	0,89	232	1,50	12,09	255	383	135	47	37	29	26	25	33	31				75	112	135
5,00	25,00	7,99	1,85	0,93	186	0,91	6,14	243	365	75	26	34	26	23	22	30	28				42	62	75
5,20	37,00	22,16	1,85	0,96	216	1,23	8,56	228	342	111	39	36	28	25	23	32	30				62	92	111
5,40	50,00	32,68	1,85	1,00	242						48	37	29	26	25	33	31				83	125	150
5,60	45,00	21,13	1,85	1,04	232	1,50	9,97	255	383	135	44	36	29	25	24	32	31				75	112	135
5,80	44,00	13,46	1,85	1,07	230	1,47	9,28	256	384	132	42	36	28	25	24	32	31				73	110	132
6,00	44,00	12,94	1,85	1,11	230	1,47	8,89	263	394	132	41	36	28	25	23	32	31				73	110	132
6,20	46,00	18,18	1,85	1,15	234	1,53	9,02	272	408	138	42	36	28	25	23	32	31				77	115	138

prf	Profondità
RP	Valore di punta
RP/RL	Rapporto RP su RL
γ'	Peso di volume efficace del terreno
σ _{vo}	Tensione verticale geostatica
V _s	Velocità onde di taglio
Cu	Coesione non drenata
OCR	Grado di sovra consolidazione
Eu50	Modulo di deformazione non drenato terr. coesivi grado mobilitazione sforzo 50%
Eu25	Modulo di deformazione non drenato terr. coesivi grado mobilitazione sforzo 25%
Mo	Modulo di deformazione edometrico natura coesiva
Dr	Densità relativa
φ _{dr}	Parametro a scelta tra le 4 varianti di Schmertmann
φ _{Ca}	Angolo di attrito interno Caquot
φ _{Ko}	Angolo di attrito interno Koppejan
φ _{Db}	Angolo di attrito interno De Beer
φ _{Dm}	Angolo di attrito interno efficace Durgunoglu Mitchell
φ _{Me}	Angolo di attrito interno efficace Meyerhof
AMa	Accelerazione al suolo che puo' provocare liquefazione
E'50	Modulo di deformazione non drenato terr. granulari grado mobilitazione sforzo 50%
E'25	Modulo di deformazione non drenato terr. granulari grado mobilitazione sforzo 25%
Mo	Modulo di deformazione edometrico natura granulare

Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
009PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 4

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
 Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
 Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
 www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
 n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
 Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1ª categoria
 Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
009PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 4

Committente: Dott. Geol Stefano Castagnetti **Data:** 07/05/2021
Lavoro: Area di laminazione del Rio Enzola **Profondità raggiunta:** 6,20 m. da pc
Località: Quattro Castella RE **Prof. Falda:** assente

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	MPa	kPa	-	%	m	-	-	-	MPa	kPa	-	%
0,20	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,40	15,00	20,00	-	1,47	33,00	45	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-
0,60	15,00	28,00	-	1,47	87,00	17	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-
0,80	17,00	35,00	-	1,67	120,00	14	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	14,00	34,00	-	1,37	133,00	11	9,5	-	-	-	-	-	-	-	-
1,20	12,00	30,00	-	1,18	120,00	10	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-
1,40	11,00	22,00	-	1,08	73,00	15	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-
1,60	15,00	28,00	-	1,47	93,00	16	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-
1,80	16,00	34,00	-	1,57	120,00	13	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	15,00	37,00	-	1,47	147,00	10	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-
2,20	16,00	35,00	-	1,57	127,00	13	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-
2,40	15,00	34,00	-	1,47	127,00	12	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-
2,60	15,00	39,00	-	1,47	160,00	9	10,7	-	-	-	-	-	-	-	-
2,80	21,00	44,00	-	2,06	153,00	14	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	24,00	55,00	-	2,35	207,00	12	8,6	-	-	-	-	-	-	-	-
3,20	22,00	57,00	-	2,16	233,00	9	10,6	-	-	-	-	-	-	-	-
3,40	21,00	49,00	-	2,06	187,00	11	8,9	-	-	-	-	-	-	-	-
3,60	21,00	45,00	-	2,06	160,00	13	7,6	-	-	-	-	-	-	-	-
3,80	27,00	58,00	-	2,65	213,00	13	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-
4,00	26,00	61,00	-	2,55	233,00	11	9,0	-	-	-	-	-	-	-	-
4,20	22,00	60,00	-	2,16	253,00	9	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-
4,40	27,00	61,00	-	2,65	227,00	12	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-
4,60	25,00	65,00	-	2,45	267,00	9	10,7	-	-	-	-	-	-	-	-
4,80	30,00	60,00	-	2,94	200,00	15	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-
5,00	25,00	51,00	-	2,45	173,00	14	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-
5,20	30,00	51,00	-	2,94	140,00	21	4,7	-	-	-	-	-	-	-	-
5,40	36,00	67,00	-	3,53	207,00	17	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-
5,60	40,00	62,00	-	3,92	280,00	14	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-
5,80	42,00	61,00	-	4,12	327,00	13	7,8	-	-	-	-	-	-	-	-
6,00	31,00	63,00	-	3,04	347,00	9	11,2	-	-	-	-	-	-	-	-
6,20	22,00	57,00	-	2,16	233,00	9	10,6	-	-	-	-	-	-	-	-

H = profondità qc = resistenza punta
 L1 = prima lettura (punta) fs = resistenza laterale
 L2 = seconda lettura (punta + laterale) alla stessa quota di qc
 Lt = terza lettura (totale) F = rapporto Begemann (qc / fs)
 CT = 10,00 costante di trasformazione Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

Tecnico del laboratorio
 Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
 Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
 Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
 Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
 www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
 n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
 Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1ª categoria
 Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
009PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 4

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
 Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
 Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

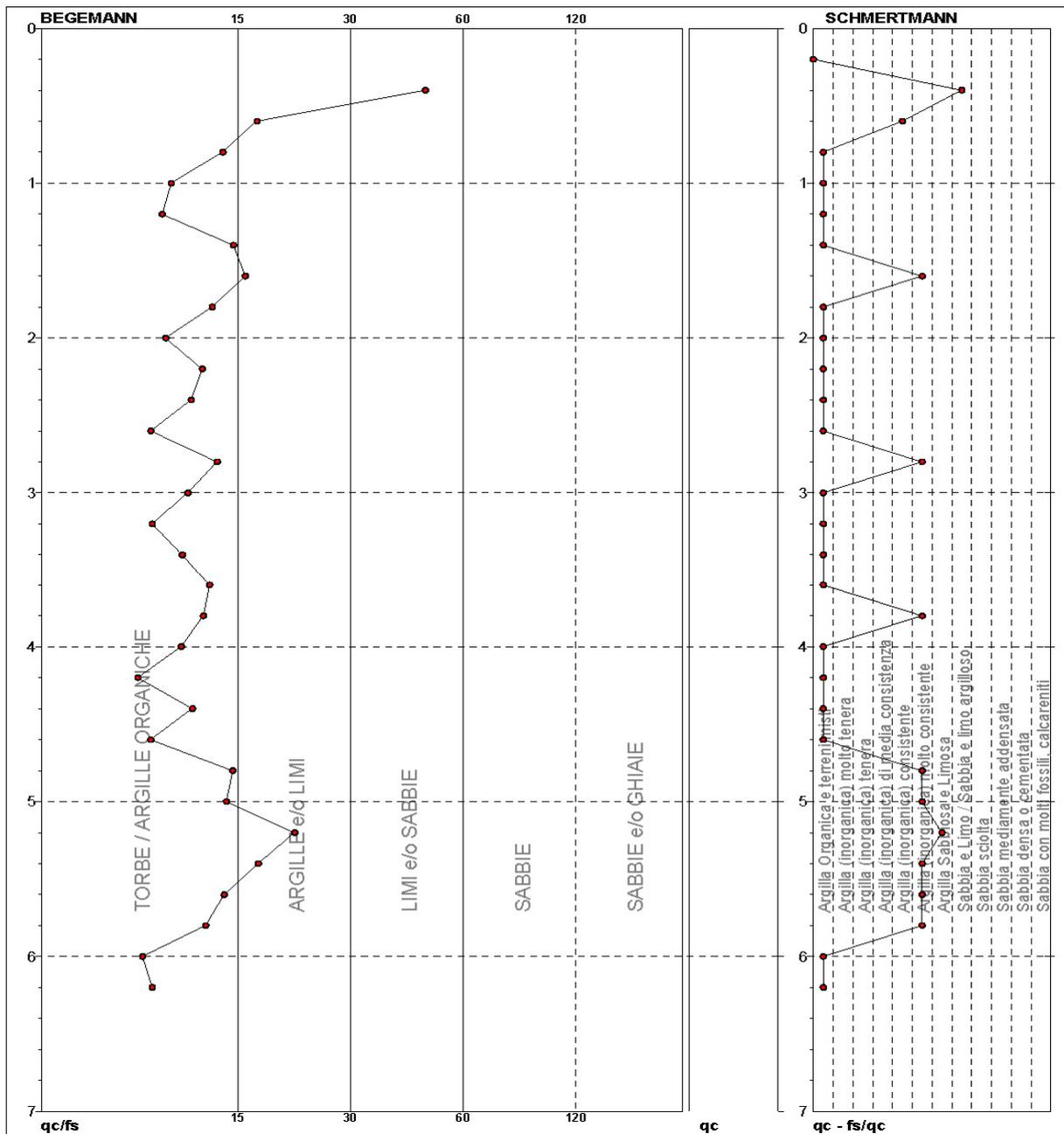
All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
009PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 4

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
 Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
 Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
 www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
 n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
 Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1ª categoria
 Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
009PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 4

Committente:	Dott. Geol. Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente

Parametri geotecnici 004-2021 (4)

prf	qc	qc/fs	γ'	σvo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	φdr	φCa	φKo	φDb	φDm	φMe	F.L.s	F.L.l	E'50	E'25	Mo	
0,20	0,00	0,00	1,85	0,04	0																		
0,40	15,00	45,45	1,85	0,07	154	0,67	97,99	113	170	50	70	40	36	33	31	40	27			25	38	45	
0,60	15,00	17,24	1,85	0,11	154	0,67	59,03	113	170	50													
0,80	17,00	14,17	1,85	0,15	161	0,72	45,63	123	184	54													
1,00	14,00	10,53	1,85	0,19	150	0,64	29,41	108	162	48													
1,20	12,00	10,00	1,85	0,22	141	0,57	20,47	97	146	45													
1,40	11,00	15,07	1,85	0,26	137	0,54	15,61	91	137	42													
1,60	15,00	16,13	1,85	0,30	154	0,67	17,32	113	170	50													
1,80	16,00	13,33	1,85	0,33	157	0,70	15,77	118	177	52													
2,00	15,00	10,20	1,85	0,37	154	0,67	13,11	113	170	50													
2,20	16,00	12,60	1,85	0,41	157	0,70	12,27	118	177	52													
2,40	15,00	11,81	1,85	0,44	154	0,67	10,44	113	170	50													
2,60	15,00	9,38	1,85	0,48	154	0,67	9,44	115	173	50													
2,80	21,00	13,73	1,85	0,52	174	0,82	11,21	140	210	63	34	35	28	25	24	32	27			35	52	63	
3,00	24,00	11,59	1,85	0,56	183	0,89	11,31	151	227	72	37	36	28	25	24	32	28			40	60	72	
3,20	22,00	9,44	1,85	0,59	177	0,85	9,81	144	216	66	33	35	28	25	23	31	28			37	55	66	
3,40	21,00	11,23	1,85	0,63	174	0,82	8,79	149	223	63	30	35	27	24	23	31	27			35	52	63	
3,60	21,00	13,13	1,85	0,67	174	0,82	8,19	159	239	63	28	35	27	24	22	31	27			35	52	63	
3,80	27,00	12,68	1,85	0,70	192	0,95	9,12	167	250	81	36	36	28	25	23	32	28			45	68	81	
4,00	26,00	11,16	1,85	0,74	189	0,93	8,34	176	264	78	33	35	27	24	23	31	28			43	65	78	
4,20	22,00	8,70	1,85	0,78	177	0,85	6,98	195	293	66	26	34	26	23	22	30	28			37	55	66	
4,40	27,00	11,89	1,85	0,81	192	0,95	7,59	199	298	81	32	35	27	24	23	31	28			45	68	81	
4,60	25,00	9,36	1,85	0,85	186	0,91	6,82	216	323	75	28	35	27	23	22	30	28			42	62	75	
4,80	30,00	15,00	1,85	0,89	199	1,00	7,28	220	329	90	34	35	27	24	23	31	29			50	75	90	
5,00	25,00	14,45	1,85	0,93	186	0,91	6,14	243	365	75	26	34	26	23	22	30	28			42	62	75	
5,20	30,00	21,43	1,85	0,96	199	1,00	6,59	247	370	90	32	35	27	24	22	30	29			50	75	90	
5,40	36,00	17,39	1,85	1,00	214	1,20	7,90	241	361	108	37	36	28	24	23	31	30			60	90	108	
5,60	40,00	14,29	1,85	1,04	222	1,33	8,61	246	368	120	40	36	28	25	23	32	30			67	100	120	
5,80	42,00	12,84	1,85	1,07	226	1,40	8,75	254	381	126	40	36	28	25	23	32	30			70	105	126	
6,00	31,00	8,93	1,85	1,11	202	1,03	5,74	298	446	93	29	35	26	23	22	30	29			52	78	93	
6,20	22,00	9,44	1,85	1,15	177	0,85	4,29	320	481	66	17	33	24	21	20	28	28			37	55	66	

- prf Profondità
- RP Valore di punta
- RP/RL Rapporto RP su RL
- γ' Peso di volume efficace del terreno
- σvo Tensione verticale geostatica
- Vs Velocità onde di taglio
- Cu Coesione non drenata
- OCR Grado di sovra consolidazione
- Eu50 Modulo di deformazione non drenato terr. coesivi grado mobilitazione sforzo 50%
- Eu25 Modulo di deformazione non drenato terr. coesivi grado mobilitazione sforzo 25%
- Mo Modulo di deformazione edometrico natura coesiva
- Dr Densità relativa
- φdr Parametro a scelta tra le 4 varianti di Schmertmann
- φCa Angolo di attrito interno Caquot
- φKo Angolo di attrito interno Koppejan
- φDb Angolo di attrito interno De Beer
- φDM Angolo di attrito interno efficace Durgunoglu Mitchell
- φMe Angolo di attrito interno efficace Meyerhof
- AMA Accelerazione al suolo che può provocare liquefazione
- E'50 Modulo di deformazione non drenato terr. granulari grado mobilitazione sforzo 50%
- E'25 Modulo di deformazione non drenato terr. granulari grado mobilitazione sforzo 25%
- Mo Modulo di deformazione edometrico natura granulare

Tecnico del laboratorio
 Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
 Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

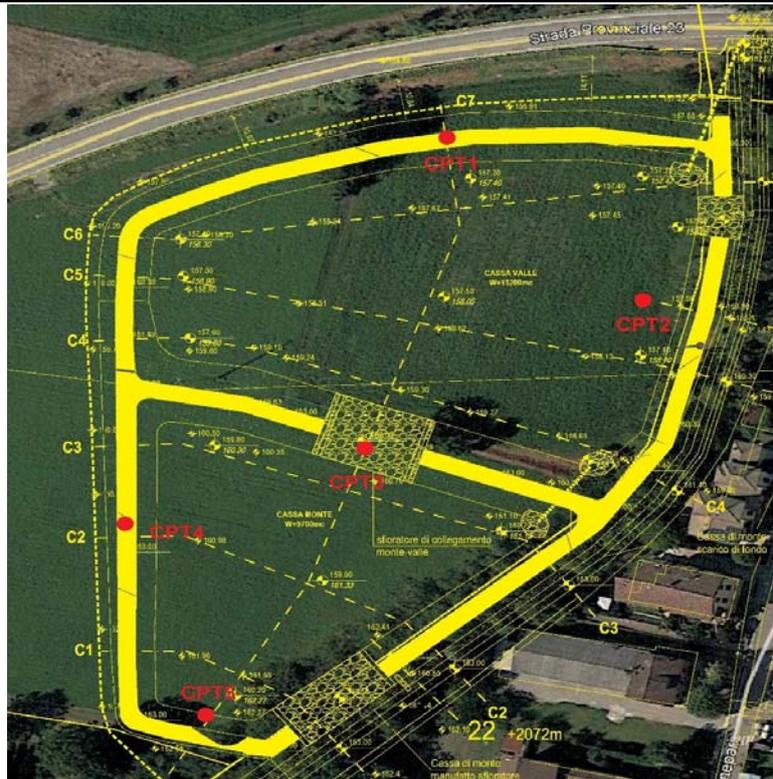
All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Nome prova:	CPT 5
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Certificato n°:	010PS_2021 del 07/05/2021
Località:	Quattro Castella RE		
n.° commessa:	03400021_FG		

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Ubicazione / Piazzamento



CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE

Normativa di riferimento

A.G.I. - (1977): Raccomandazioni sulla Programmazione e d Esecuzione delle Indagini Geotecniche
ASSMFE - (1988): Dynamic Probing (DP) International Reference Test Procedure
ASTM D3441-86: Deep quasi-static cone and friction cone penetration tests of soil"
DM 11.03.88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

Tipo Punta

Meccanica tipo Begemann

Caratteristiche penetrometro

Marca/modello: TECNOTEST
Spinta nominale: 20 ton

NOTE: Prova spinta fino a 6,20 m. da p.c.
Falda: assente

Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
010PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 5

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
 Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
 Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
 www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
 n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
 Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1ª categoria
 Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
010PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 5

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	MPa	kPa	-	%	m	-	-	-	MPa	kPa	-	%
0,20				0,00	0,00										
0,40	17,00	31,00		1,87	93,00	18	5,5								
0,60	60,00	80,00		5,88	133,00	45	2,2								
0,80	34,00	50,00		3,33	107,00	32	3,1								
1,00	17,00	32,00		1,67	100,00	17	5,9								
1,20	12,00	33,00		1,18	140,00	9	11,7								
1,40	13,00	31,00		1,27	120,00	11	9,2								
1,60	12,00	32,00		1,18	133,00	9	11,1								
1,80	16,00	31,00		1,57	100,00	16	6,3								
2,00	15,00	31,00		1,47	107,00	14	7,1								
2,20	19,00	30,00		1,86	73,00	26	3,8								
2,40	32,00	67,00		3,14	233,00	14	7,3								
2,60	74,00	110,00		7,25	240,00	31	3,2								
2,80	110,00	130,00		10,78	133,00	83	1,2								
3,00	105,00	135,00		10,29	200,00	53	1,9								
3,20	11,00	35,00		1,08	180,00	7	14,5								
3,40	20,00	40,00		1,96	133,00	15	6,7								
3,60	220,00	320,00		21,56	687,00	33	3,0								
3,80	27,00	73,00		2,65	307,00	9	11,4								
4,00	33,00	64,00		3,23	207,00	16	6,3								
4,20	28,00	72,00		2,74	293,00	10	10,5								
4,40	46,00	80,00		4,51	227,00	20	4,9								
4,60	22,00	56,00		2,16	227,00	10	10,3								
4,80	30,00	52,00		2,94	147,00	20	4,9								
5,00	38,00	66,00		3,72	187,00	20	4,9								
5,20	45,00	86,00		4,41	273,00	16	6,1								
5,40	45,00	90,00		4,41	300,00	15	6,7								
5,60	40,00	103,00		3,92	420,00	10	10,5								
5,80	45,00	107,00		4,41	413,00	11	9,2								
6,00	30,00	85,00		2,94	367,00	9	12,2								
6,20	27,00	67,00		2,65	267,00	10	9,9								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	alla stessa quota di qc
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT =10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

Tecnico del laboratorio
 Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
 Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

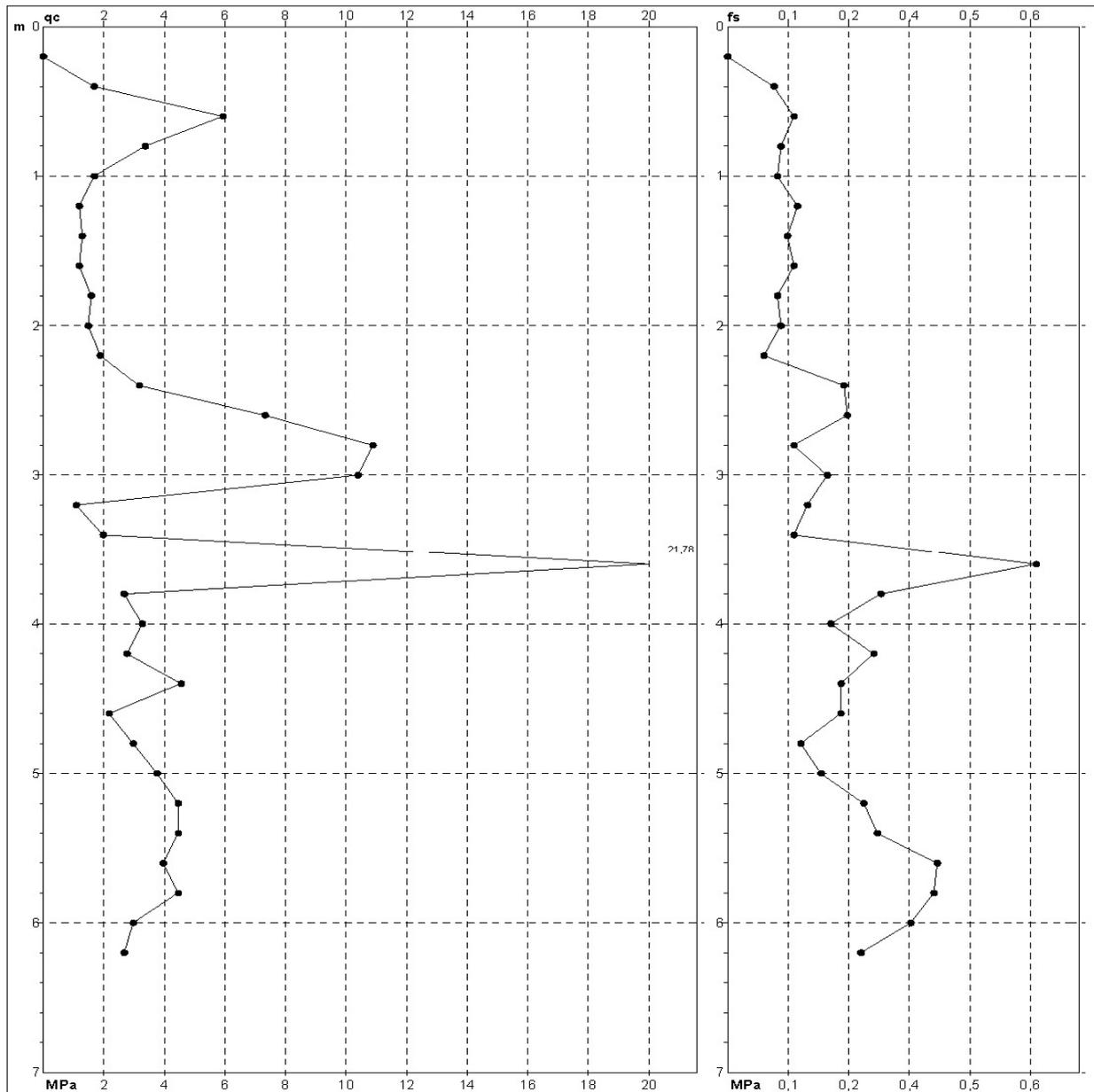
All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
010PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 5

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

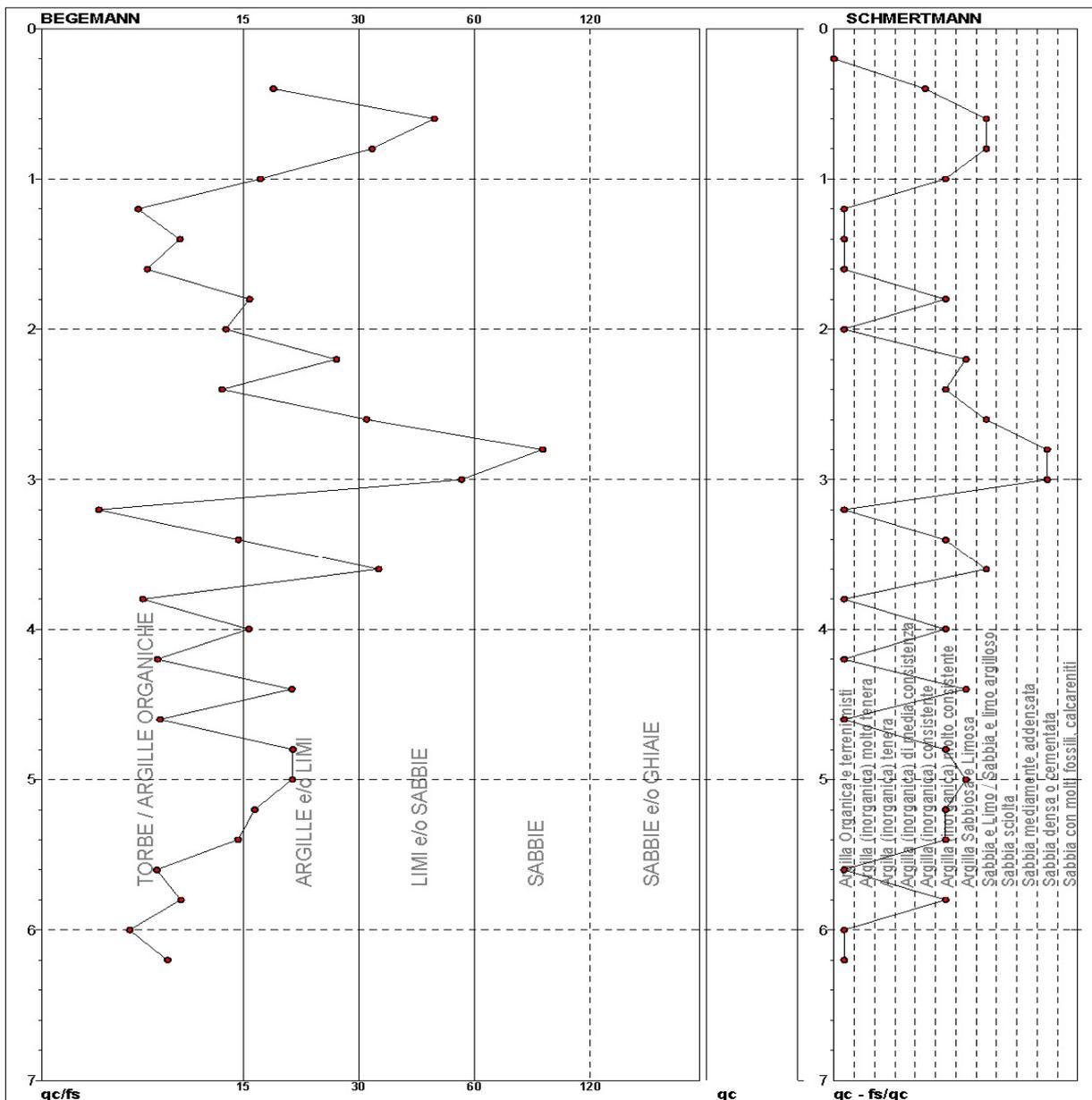
All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
010PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 5

Committente:	Dott. Geol Stefano Castagnetti	Data:	07/05/2021
Lavoro:	Area di laminazione del Rio Enzola	Profondità raggiunta:	6,20 m. da pc
Località:	Quattro Castella RE	Prof. Falda:	assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021

Certificato n.°
010PS_2021 del 07/05/2021

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

CPT 5

Committente: Dott. Geol Stefano Castagnetti **Data:** 07/05/2021
Lavoro: Area di laminazione del Rio Enzola **Profondità raggiunta:** 6,20 m. da pc
Località: Quattro Castella RE **Prof. Falda:** assente

Parametri geotecnici 004-2021 (5)

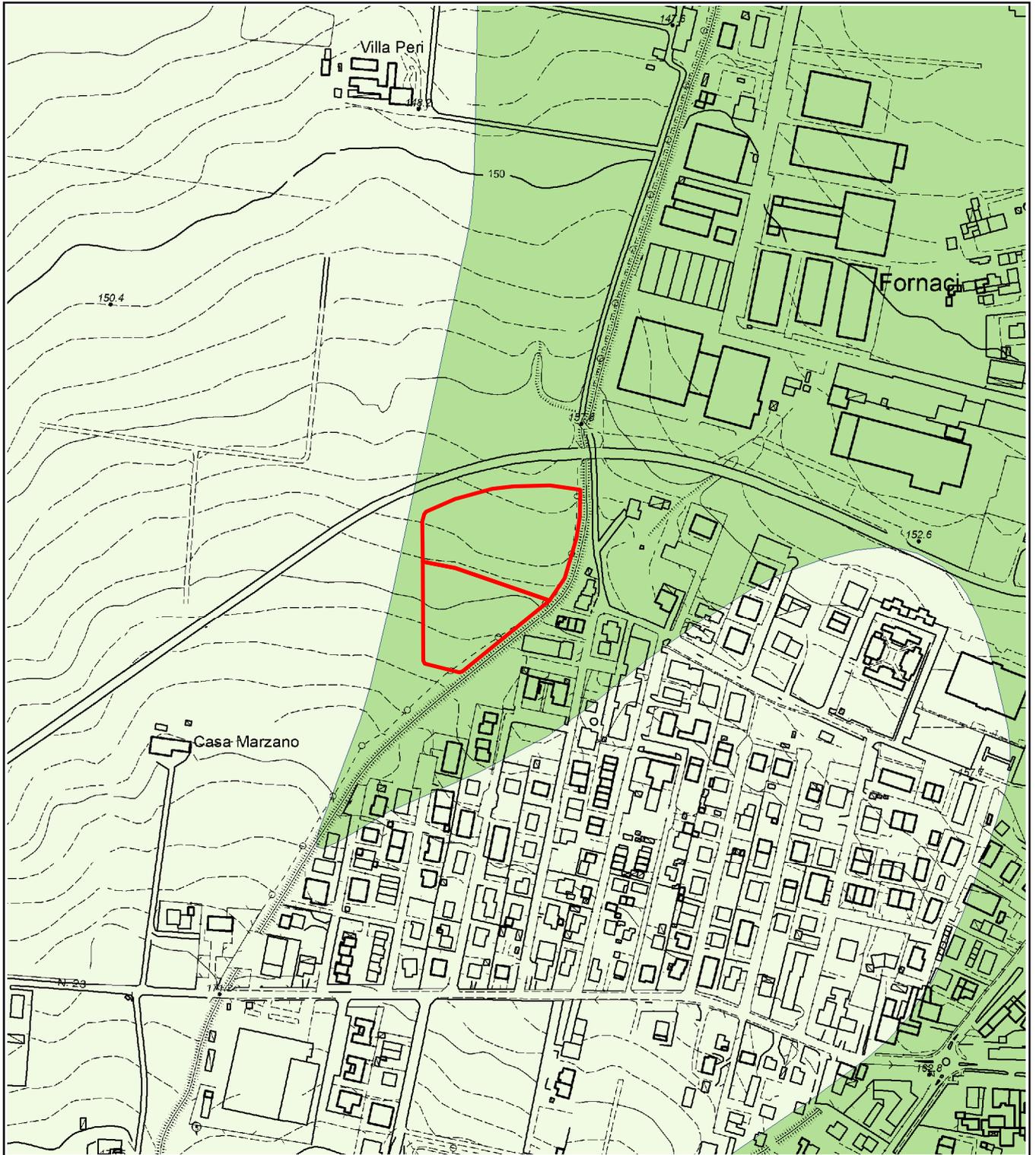
prf	qc	qc/fs	γ'	σvo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	φdr	φCa	φKo	φDb	φDm	φMe	F.L.s.F.L.I	E'50	E'25	Mo	
0,20	0,00	0,00	1,85	0,04	0																	
0,40	17,00	18,28	1,85	0,07	161	0,72	99,90	123	184	54												
0,60	60,00	45,11	1,85	0,11	259						100	43	41	39	36	44	32		100	150	180	
0,80	34,00	31,78	1,85	0,15	209						82	41	37	34	32	41	29		57	85	102	
1,00	17,00	17,00	1,85	0,19	161	0,72	34,52	123	184	54												
1,20	12,00	8,57	1,85	0,22	141	0,57	20,47	97	146	45												
1,40	13,00	10,83	1,85	0,26	145	0,60	18,12	103	154	47												
1,60	12,00	9,02	1,85	0,30	141	0,57	14,29	97	146	45												
1,80	16,00	16,00	1,85	0,33	157	0,70	15,77	118	177	52												
2,00	15,00	14,02	1,85	0,37	154	0,67	13,11	113	170	50												
2,20	19,00	26,03	1,85	0,41	168	0,78	14,06	132	198	58												
2,40	32,00	13,73	1,85	0,44	204	1,07	18,78	181	272	96	53	38	31	28	26	35	29		53	80	96	
2,60	74,00	30,83	1,85	0,48	280						79	41	35	32	30	39	32		123	185	222	
2,80	110,00	82,71	1,85	0,52	325						91	42	36	34	31	40	34		183	275	330	
3,00	105,00	52,50	1,85	0,56	320						88	42	36	33	31	40	34		175	262	315	
3,20	11,00	6,88	1,85	0,59	137	0,54	5,55	160	240	42												
3,40	20,00	15,04	1,85	0,63	171	0,80	8,48	149	224	60	28	35	27	24	22	31	27		33	50	60	
3,60	220,00	32,98	1,85	0,67	422						100	43	39	36	34	42	38		367	550	660	
3,80	27,00	8,79	1,85	0,70	192	0,95	9,12	167	250	81	36	36	28	25	23	32	28		45	68	81	
4,00	33,00	15,94	1,85	0,74	207	1,10	10,30	187	281	99	41	36	29	26	24	32	29		55	82	99	
4,20	28,00	9,56	1,85	0,78	194	0,97	8,24	185	278	84	34	35	28	24	23	31	28		47	70	84	
4,40	46,00	20,26	1,85	0,81	234	1,53	13,86	261	391	138	50	37	30	27	25	34	31		77	115	138	
4,60	22,00	9,69	1,85	0,85	177	0,85	6,23	223	334	66	24	34	26	23	21	29	28		37	55	66	
4,80	30,00	20,41	1,85	0,89	199	1,00	7,28	220	329	90	34	35	27	24	23	31	29		50	75	90	
5,00	38,00	20,32	1,85	0,93	218	1,27	9,30	221	331	114	41	36	28	25	24	32	30		63	95	114	
5,20	45,00	16,48	1,85	0,96	232	1,50	10,94	255	383	135	45	37	29	26	24	33	31		75	112	135	
5,40	45,00	15,00	1,85	1,00	232	1,50	10,44	255	383	135	45	37	29	26	24	33	31		75	112	135	
5,60	40,00	9,52	1,85	1,04	222	1,33	8,61	246	368	120	40	36	28	25	23	32	30		67	100	120	
5,80	45,00	10,90	1,85	1,07	232	1,50	9,54	258	387	135	43	36	28	25	24	32	31		75	112	135	
6,00	30,00	8,17	1,85	1,11	199	1,00	5,51	301	451	90	28	35	26	23	22	30	29		50	75	90	
6,20	27,00	10,11	1,85	1,15	192	0,95	4,94	317	476	81	24	34	25	22	21	29	28		45	68	81	

prf	Profondità
RP	Valore di punta
RP/RL	Rapporto RP su RL
γ'	Peso di volume efficace del terreno
σvo	Tensione verticale geostatica
Vs	Velocità onde di taglio
Cu	Coesione non drenata
OCR	Grado di sovra consolidazione
Eu50	Modulo di deformazione non drenato terr. coesivi grado mobilitazione sforzo 50%
Eu25	Modulo di deformazione non drenato terr. coesivi grado mobilitazione sforzo 25%
Mo	Modulo di deformazione edometrico natura coesiva
Dr	Densità relativa
φdr	Parametro a scelta tra le 4 varianti di Schmertmann
φCa	Angolo di attrito interno Caquot
φKo	Angolo di attrito interno Koppejan
φDb	Angolo di attrito interno De Beer
φDM	Angolo di attrito interno efficace Durgunoglu Mitchell
φMe	Angolo di attrito interno efficace Meyerhof
AMA	Accelerazione al suolo che può provocare liquefazione
E'50	Modulo di deformazione non drenato terr. granulari grado mobilitazione sforzo 50%
E'25	Modulo di deformazione non drenato terr. granulari grado mobilitazione sforzo 25%
Mo	Modulo di deformazione edometrico natura granulare

Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

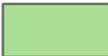
Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

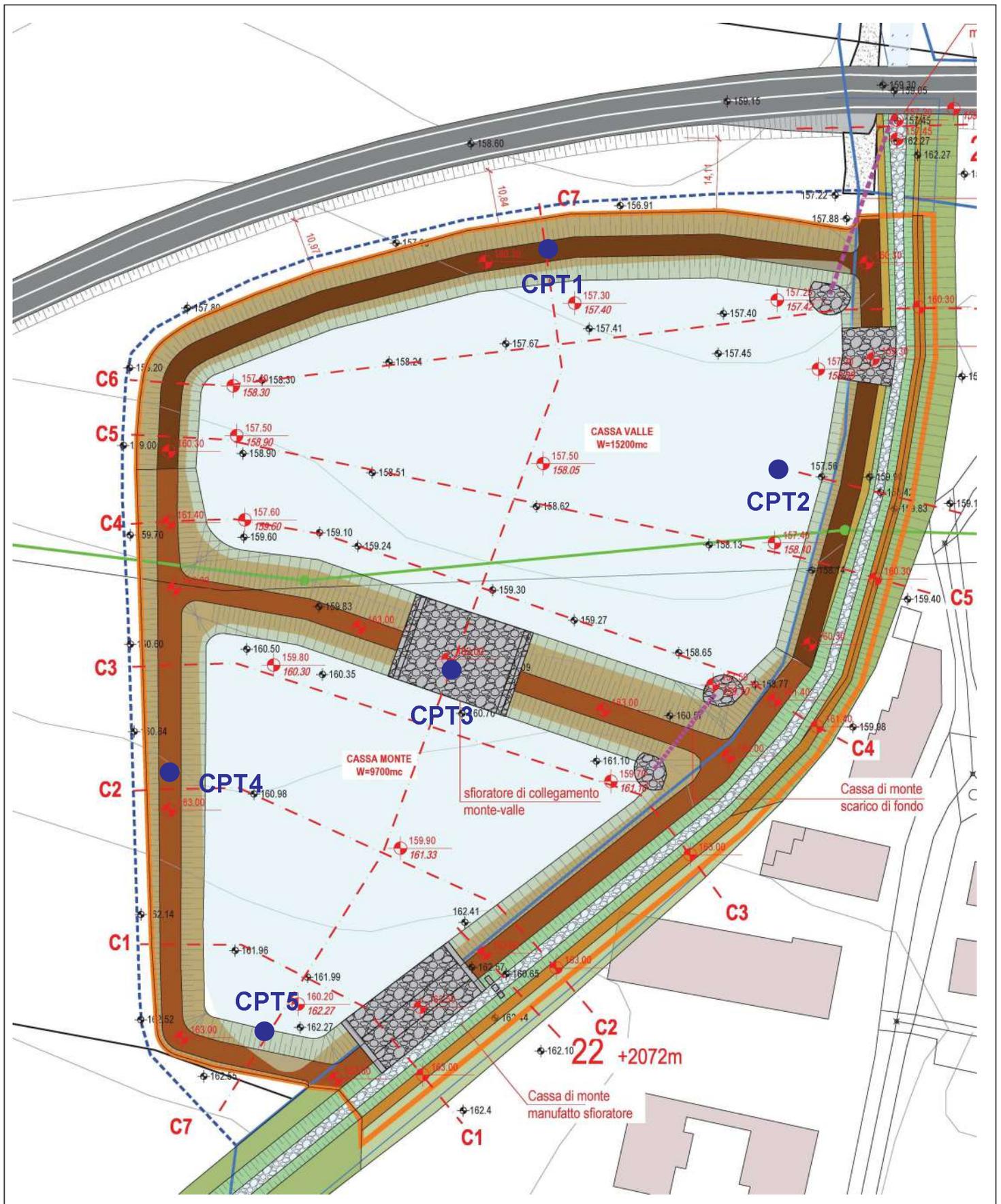
All. 09/09 Certificato di prova Rev. 3 del 07/05/2021



TAV. 1 - CARTA GEOLOGICA (SCALA 1:5.000)

Legenda

-  Subsistema di Ravenna
-  Subsistema di Villa Verucchio - Unità di Niviano
-  Area di laminazione in progetto



TAV. 2 - PLANIMETRIA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE (scala 1:1000)

LEGENDA

- Prova penetrometrica statica