

PROGRAMMA INVESTIMENTI PER LE AREE PROTETTE 2024



ASSESSORATO PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE, EDILIZIA, POLITICHE ABITATIVE, PARCHI E FORESTAZIONE, PARI OPPORTUNITÀ COOPERAZIONE INTERNAZIONALE ALLO SVILUPPO

REALIZZAZIONE DI UNA PASSERELLA SUL TORRENTE TRESINARO NEL COMUNE DI RUBIERA PER IL COMPLETAMENTO DELLA CICLOVIA DI INTERESSE REGIONALE ER13 E LA MOBILITA' SOSTENIBILE SUL FIUME SECCHIA IN VARIANTE ALLO STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE (ART. 53 DELLA LR 24/2017)

CUP : D21B24000310002 CIG: B4EA3E0AEF

Progettisti:

Arch. Enrico Guaitoli Panini
Arch. Irene Esposito
Ing. Michele Baratta

Direttore dell' Ente per la Gestione dei Parchi e la Biodiversità Emilia Centrale

Arch. Valerio Fioravanti

Collaboratori:

Arch. Eleonora Vaccari
Arch. Alberto Coppi
Paes. Giulia Mazzali
Dott. Paes. Sara Martignoni
Dott. Arch. Michela Mezzetti

Responsabile del Procedimento Responsabile Unico del Progetto

Geom. Gabriele Mordini

Relazioni specialistiche e indagini:

Verifica preventiva dell'Interesse Archeologico

Archeomodena

Geologica-Geotecnica

Geol. Gianluca Vaccari

Idraulica-Idrologica

Ing. Yos Zorzi

Ing. Enrico Mongardi

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Relazione geologica - geotecnica - sismica

SCALA	FORMATO	
-	A4	
CODICE	REV.	DATA
RT-02	B	Maggio 2026

Enrico Guaitoli Panini e Irene Esposito architetti associati

Viale Marcello Finzi, 597 - 41122 - Modena

tel. 328/7421242 - 335/6058479

sito: www.fahreassociati.it mail: info@fahreassociati.it

P.IVA e C.F. 03224820369

REGIONE EMILIA ROMAGNA – PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
COMUNE DI RUBIERA

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA
PASSERELLA CICLOPEDONALE SUL TORRENTE
TRESINARO NEL TERRITORIO COMUNALE DI
RUBIERA (RE)**

COMMITTENTE: PARCHI EMILIA CENTRALE

PROGETTISTI: ARCH. ENRICO GUAITOLI PANINI

ARCH. IRENE ESPOSITO

ING. MICHELE BARATTA

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

Dott. Geol. GIANLUCA VACCARI

Strada Cavedole 12/C – loc. Portile 41126 Modena

Tel. 059 3971911 – Cell. 347/4935672

e-mail: vaccari.gianluca@gmail.com



GENNAIO 2025

Dott. Gianluca Vaccari Geologo

Studio:

Strada Cavedole 12/C

Località Portile 41126 Modena

Tel 059 3971911

Cell. 3474935672

e-mail: vaccari.gianluca@gmail.com

Modena, 09/01/2025

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

PROGETTO: Costruzione di una passerella ciclopedonale

PROVINCIA: Reggio Emilia

COMUNE: Rubiera

INDIRIZZO: Interconnessione Ciclovia del Fiume Secchia e Ciclovia ER13 Rubiera-Baiso

COMMITTENTE: Parchi Emilia Centrale

RIFERIMENTO NORMATIVO: D.M. 17.01.18 "Norme tecniche per le costruzioni"

INDICE:

PREMESSA.....	4
1. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE	8
2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	8
2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	10
2.2.1. GEOLOGIA.....	10
2.2.2. GEOMORFOLOGIA.....	11
2.2.3. IDROGRAFIA SUPERFICIALE	13
2.2.4 VINCOLI TERRITORIALI	14
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE	15
3.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)	16
3.2. SONDAGGIO GEOGNOSTICO.....	18
3.2.1 PROVE IN FORO.....	19
3.3. INDAGINI GEOFISICHE.....	21
3.3.1. INDAGINE MASW	21
3.3.2. INDAGINE HVSR	22
4. MODELLO LITOSTRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL TERRENO DI FONDAZIONE	26
5. RELAZIONE SISMICA	27
5.1. RISCHIO SISMICO ED EFFETTI LOCALI NELLE CARTE DEL PTCP DI REGGIO EMILIA E DI MICROZONAZIONE SISMICA COMUNALE	27
5.2. DETERMINAZIONE DELLA CLASSE SISMICA DEL SOTTOSUOLO	29
5.3. SUSCETTIBILITÀ AL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE.....	33
6. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-GEOTECNICHE.....	34
7. CONCLUSIONI.....	35

ALLEGATI:

Allegato 1 – Prove Penetrometriche Dinamiche – Tabulati e Diagrammi

Allegato 2 – Sondaggio Geognostico – Certificati prove geotecniche di laboratorio

PREMESSA

Su incarico dell'ente Parchi Emilia Centrale si è proceduto alla redazione della presente relazione geologica e sismica relativa al progetto di costruzione di una passerella ciclopedonale a integrazione della connessione con la ciclovia del fiume Secchia e il percorso natura Secchia (e ciclovia ER13 Rubiera/Baiso) nel territorio comunale di Rubiera (RE).

Lo studio è stato condotto nel rispetto delle vigenti normative in materia e, per l'adempimento delle specifiche in esse contenute, nel mese di dicembre 2024 è stato effettuato un sopralluogo sull'area d'interesse durante il quale si è preso visione della situazione esistente ed è stata predisposta un'apposita campagna di indagini geognostiche e geofisiche.

Per la caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e geofisica del sottosuolo sono state eseguite le seguenti indagini:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH) spinte sino a rifiuto all'infissione dello strumento registrato alla profondità massima di -2.4 m dal piano campagna.
- n. 1 indagine di sismica passiva con registrazione di microtremore a stazione singola con elaborazione HVSR.
- n. 1 acquisizione di sismica a rifrazione di tipo MASW per la ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo e la determinazione della classe sismica di appartenenza.

Sono stati inoltre presi a riferimento i risultati di un sondaggio geognostico e relative prove eseguito nel mese di gennaio 2019 nel sito in esame e commissionato da AIPO (Agenzia Interregionale per il Fiume Po).

Nel presente lavoro si forniscono indicazioni sulla litologia dei terreni presenti nell'area di studio e sulla litostratigrafia, con particolare riferimento alle caratteristiche geotecniche, per fornire al progettista i dati necessari per la realizzazione degli interventi.

1. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la costruzione di una passerella ciclopedonale e le rampe di accesso alla stessa ad integrazione della connessione con la ciclovia del fiume Secchia e il percorso natura Secchia (e ciclovia ER13 Rubiera/Baiso).

Allo stato di progetto la passerella è prevista con luce pari a 42 m e la struttura è costituita da due travate reticolari con traversi posti ad un interasse di 3 m. Il piano ciclabile ha una larghezza netta di 2,55 m ed è delimitato da parapetti alti 1,50 m.

A monte e a valle dell'opera è previsto un intervento di difesa sponale tramite risagomatura e rivestimento con massi ciclopici delle sponde per uno sviluppo complessivo pari a 20m.

Di seguito si riporta un'immagine aerea della zona di intervento.



Figura 1 – AREA D'INTERVENTO da immagine aerea - Il cerchio rosso indica l'area in cui sarà realizzata la passerella e le rampe di accesso alla stessa

Nelle fotografie che seguono sono riportate alcune immagini dell'area di intervento riprese durante un sopralluogo effettuato nel mese di dicembre 2024.



Fotografia 1 - Veduta dell'area di intervento



Fotografia 2 - Veduta dell'area di intervento

Di seguito si riporta la corografia generale di progetto e lo stato di progetto dell'opera.

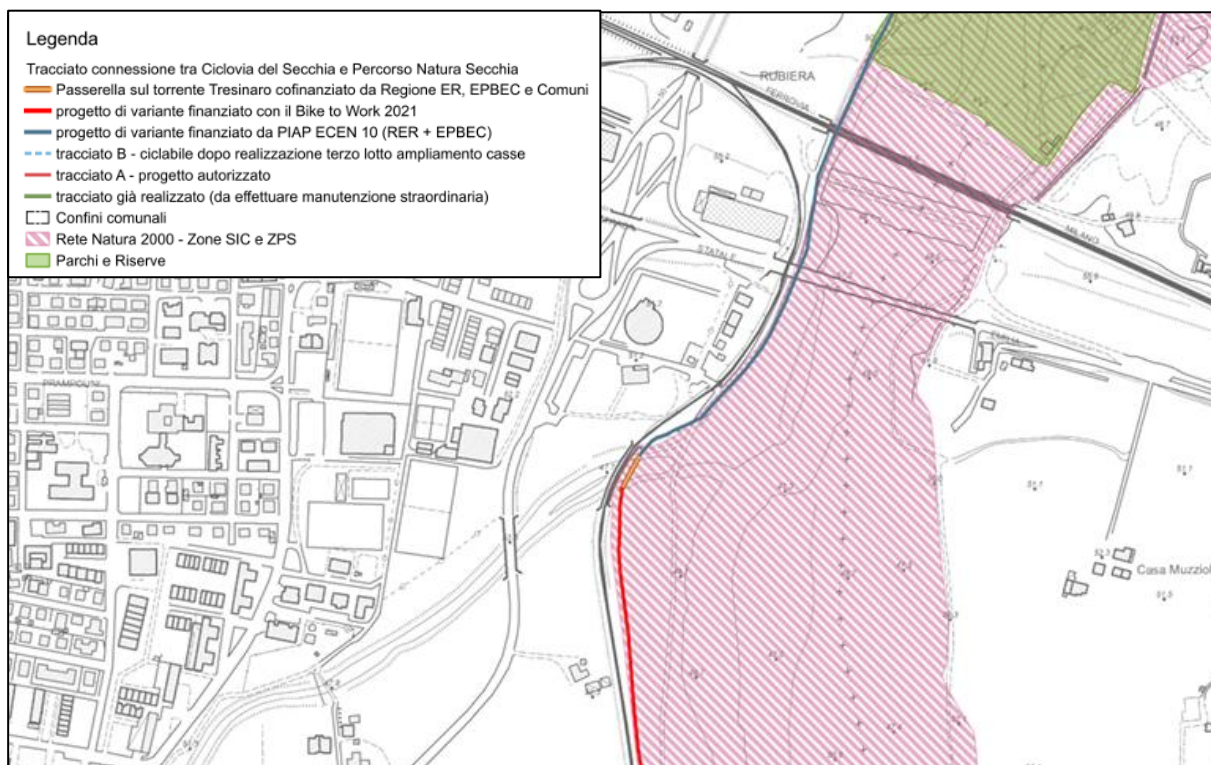


Figura 2 - Corografia generale di progetto (Fonte: Arch. Enrico Guatioli Panini, Arch. Irene Esposito, Ing. Michele Baratta)

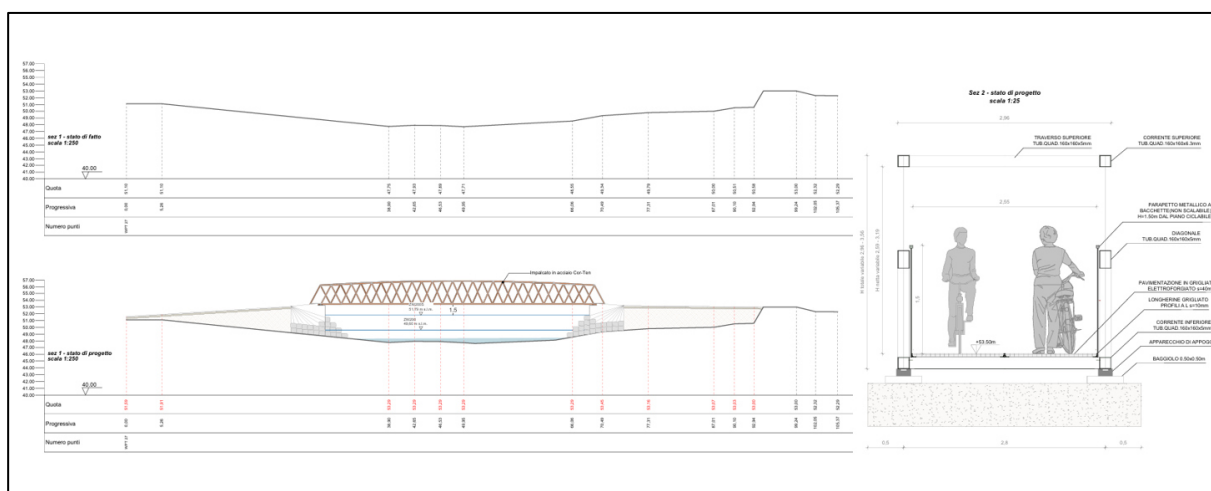


Figura 3 - Stato di progetto (Fonte: Arch. Enrico Guatioli Panini, Arch. Irene Esposito, Ing. Michele Baratta)

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE

2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area esaminata è ubicata ad est del centro abitato di Rubiera nelle vicinanze dell'immissione del torrente Tresinaro nel Fiume Secchia.

Si tratta di una zona pianeggiante, posta a una quota di circa 50 m s.l.m. con morfologia sub-pianeggiante (Figura 4).

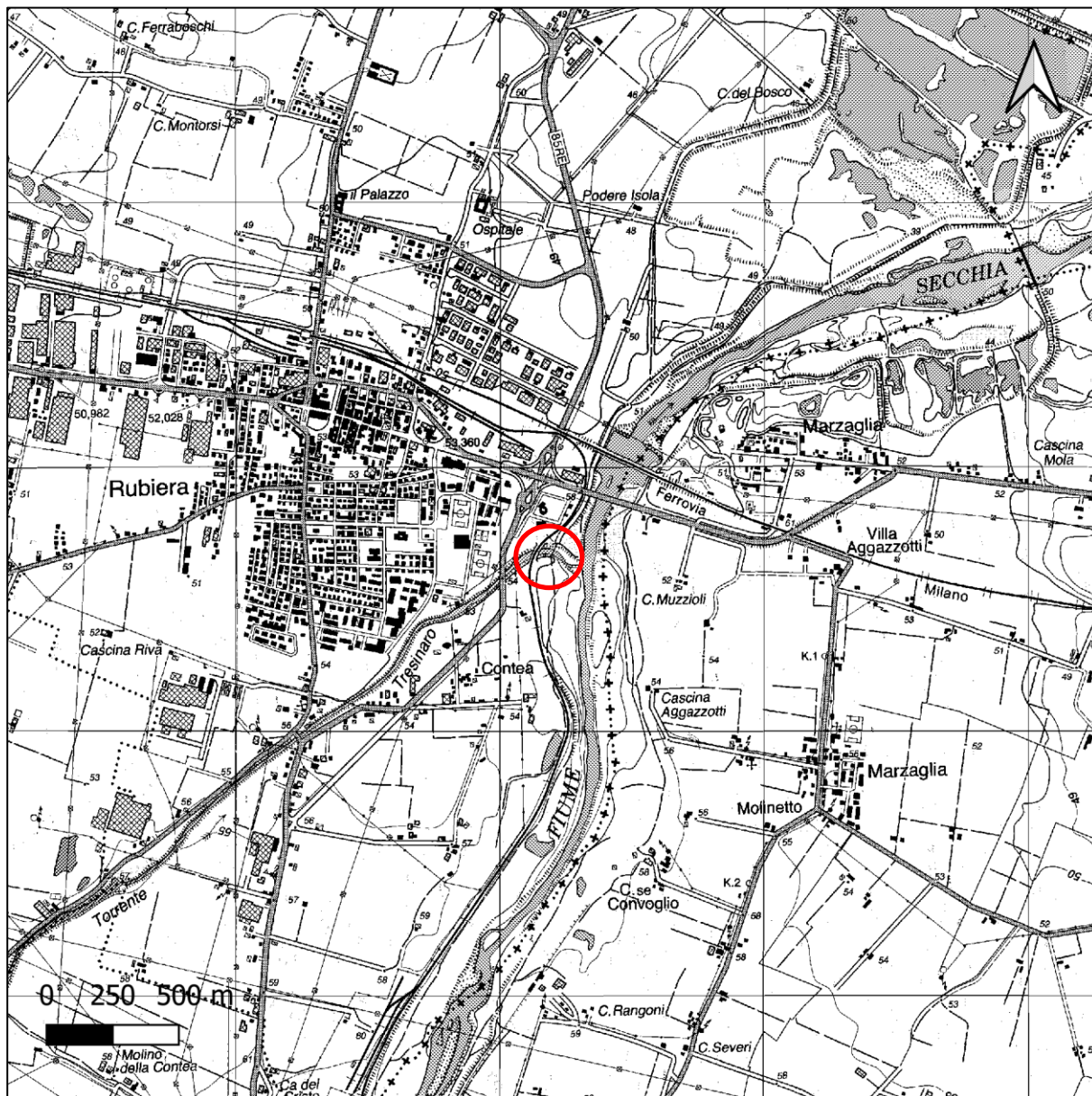


Figura 4 - COROGRAFIA – ESTRATTO TAVOLA CTR 201SO DENOMINATA "RUBIERA" – SCALA 1:25.000

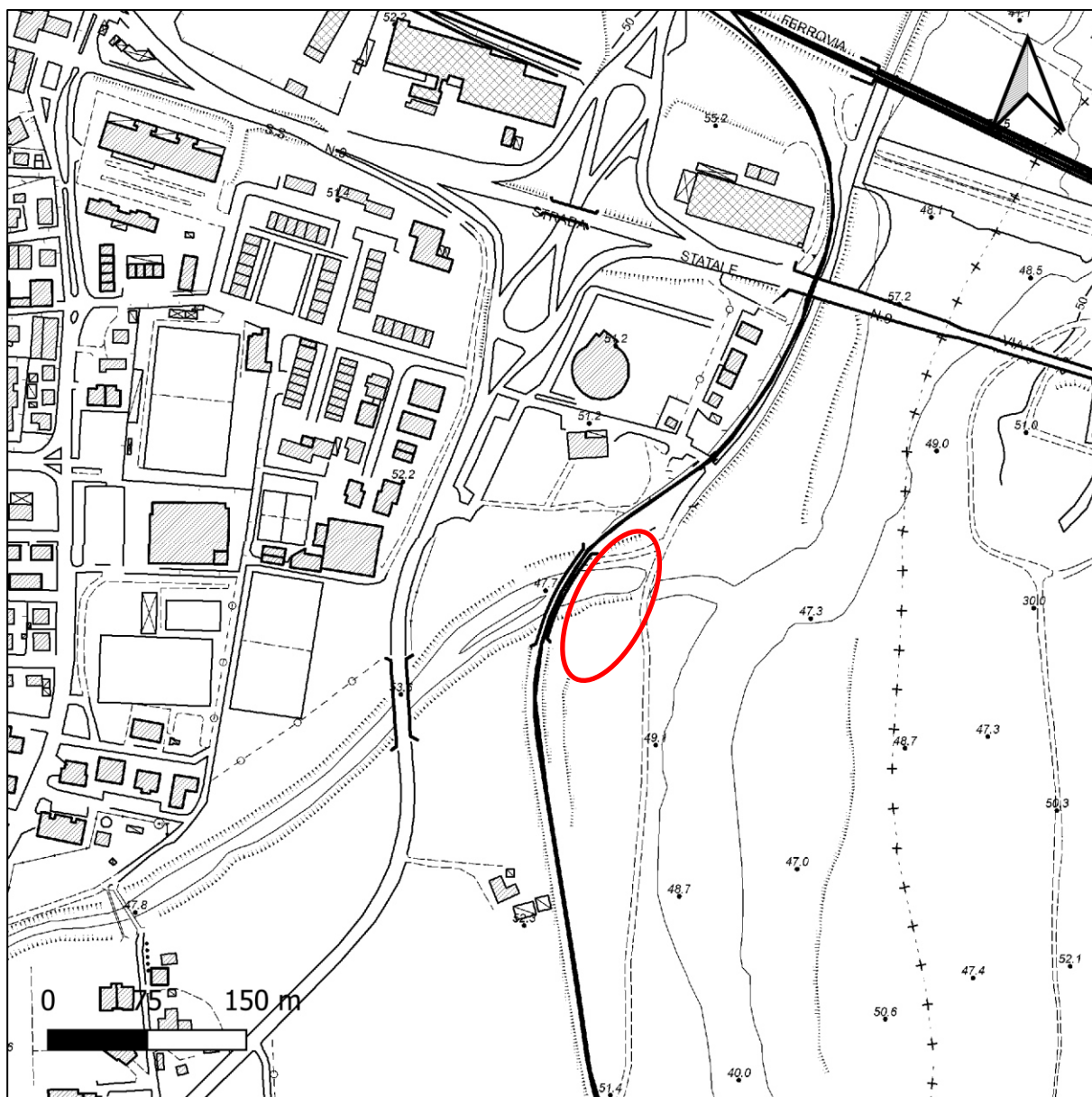


Figura 5 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO – ESTRATTO ELEMENTO CTR 201141 DENOMINATO "MARZAGLIA" E 201102 DENOMINATO "MARZAGLIA" – SCALA 1:5.000

L'area in oggetto è compresa nella seguente cartografia:

- Tavola CTR n. 20150 denominata "Rubiera" - Scala 1:25.000 (Figura 4);
- Sezione CTR n. 201140 denominata "Salvaterra" e n. 201100 denominata "Rubiera" – Scala 1:10.000;
- Elemento CTR n. 201141 e n. 201102 denominati "Marzaglia" – Scala 1:5.000 (Figura 5).

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

2.2.1. GEOLOGIA

Per la caratterizzazione geologica e geomorfologica dell'area in esame si è fatto riferimento alla "Carta geologica dell'Emilia-Romagna" a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.

L'area oggetto di studio si colloca su di un terrazzo fluviale posto in sponda sinistra del Fiume Secchia. (Figura 6).

Dall'osservazione della carta si evidenzia la presenza di litologie alluvionali costituiti da "depositi di conoidi e terrazzi alluvionali"; il sito presenta quindi una morfologia sub-pianeggiante e condizioni in generale di buona stabilità.

In particolare, nel sito affiora l'Unità di Modena (AES8a).

AES8a: Unità di Modena – Depositi ghiaiosi presso le aste fluviali e ai piedi della catena e finì verso nord, nelle aree distali. Unità definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo e grigio- giallastro. Corrisponde al primo ordine dei terrazzi nelle zone intervallive. Ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C. Potenza massima di alcuni metri (<10m); età Post- VI secolo d.c.

Nell'alveo del torrente Tresinaro e del Fiume Secchia affiorano invece depositi alluvionali in evoluzione b1:

b1: Deposito alluvionale in evoluzione Modena e Reggio nell'Emilia – Deposito costituito da materiale detritico generalmente non consolidato (ghiaie, talora embriciate, sabbie e limi argillosi) di origine fluviale, attualmente soggetto a variazioni dovute alla dinamica fluviale.

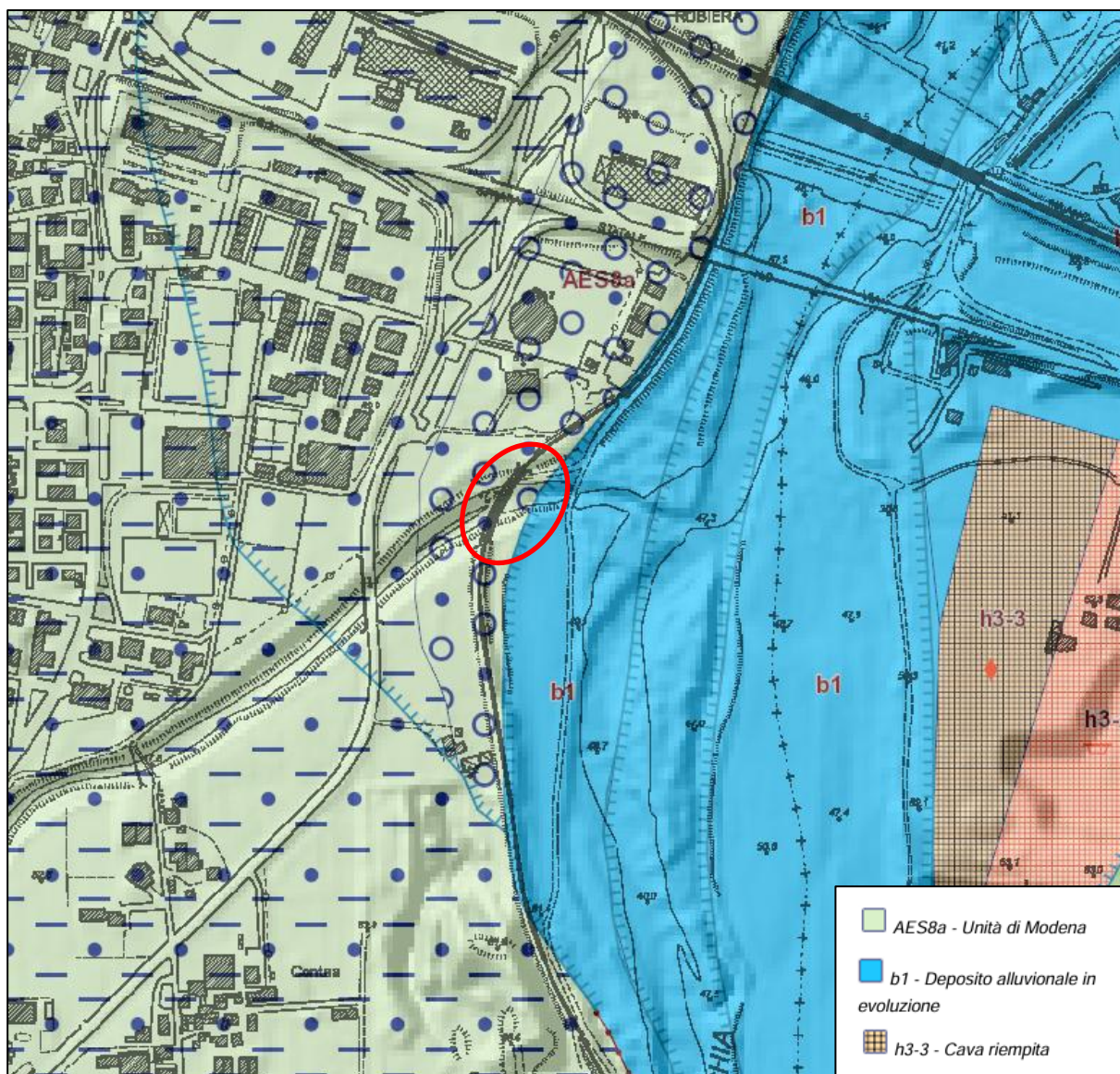


Figura 6 – CARTA GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA – Fonte CARG, Scala 1:10.000.

2.2.2. GEOMORFOLOGIA

Dal punto di vista geomorfologico l'area di indagine si colloca in un contesto pianeggiante ed interessato da un'elevata attività sedimentaria fluviale, tipica delle pianure alluvionali. Più nel dettaglio il sito oggetto di studio si trova zona di transizione tra la fascia attiva dei corsi d'acqua e le superfici pianeggianti circostanti, dove i processi di sedimentazione e incisione fluviale svolgono un ruolo predominante.

Il Fiume Secchia rappresenta uno dei principali corsi d'acqua della provincia, caratterizzato da un regime torrentizio con flussi stagionali variabili. Al suo affluente, il Torrente Tresinaro, si associano dinamiche deposizionali locali che determinano la formazione di barre fluviali e isole sedimentarie in prossimità dell'immissione. Quest'ultima si trova in un contesto geomorfologico complesso, dove la confluenza tra i due corpi idrici genera variazioni locali di energia idraulica

e sedimentazione.

In Figura 7 è riportato un estratto della Carta Inventario dei fenomeni franosi, depositi di versante e depositi alluvionali della RER da cui si può notare che il sito si trova in un'area interessata dalla presenza di depositi alluvionali non in evoluzione (bn).

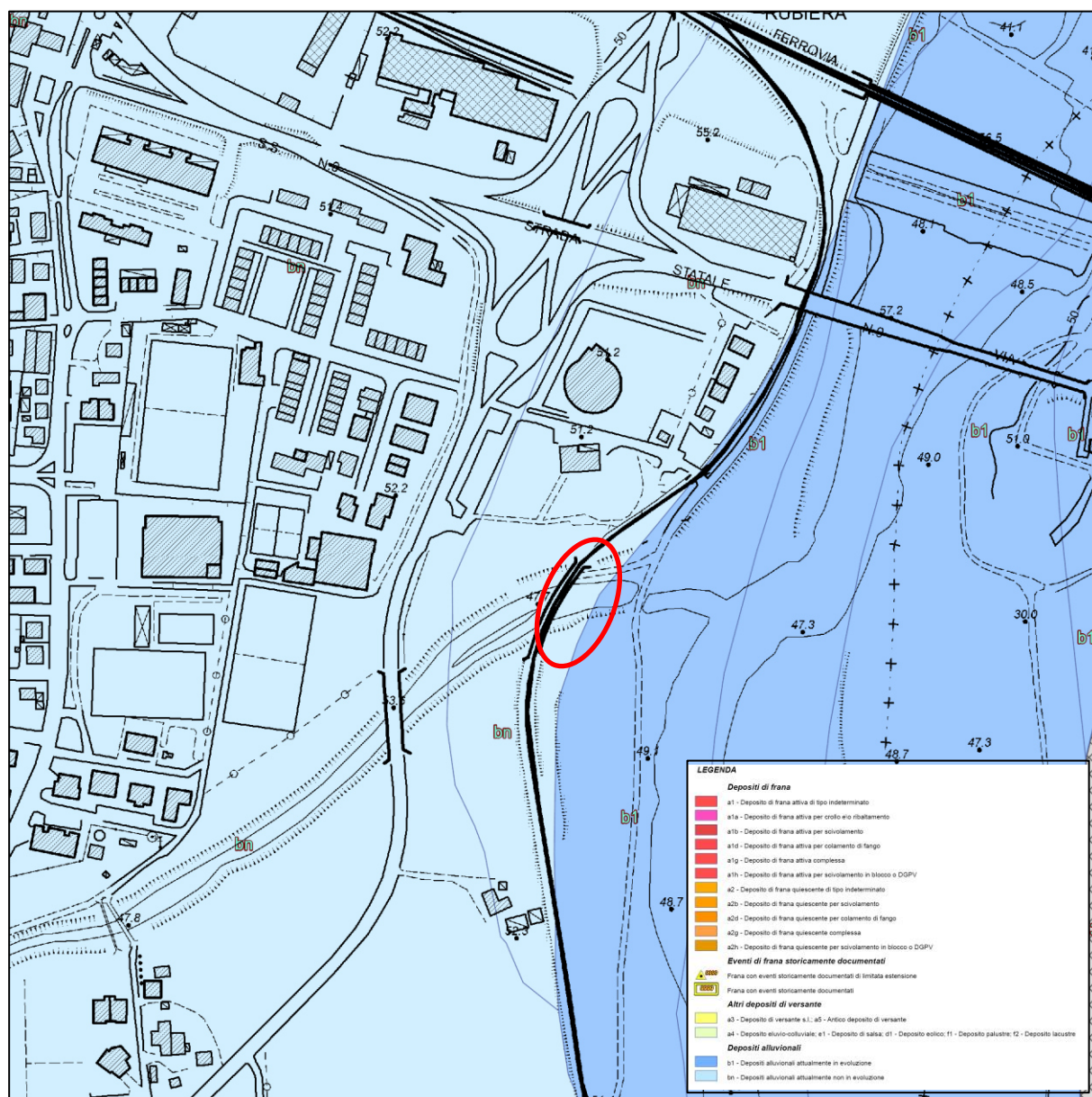


Figura 7 - CARTA INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI, DEPOSITI DI VERSANTE E DEPOSITI ALLUVIONALI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA - (Scala 1.5.000 - Progetto Carg. Regione Emilia-Romagna)

Nella figura seguente è riportato un estratto della Carta del Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) relativa al Reticolo idrografico principale (RP), da cui si può notare che il sito ricade parzialmente in un'area caratterizzata da alluvioni frequenti con tempi di ritorno compresi tra 20 e 50 anni (H-P3).

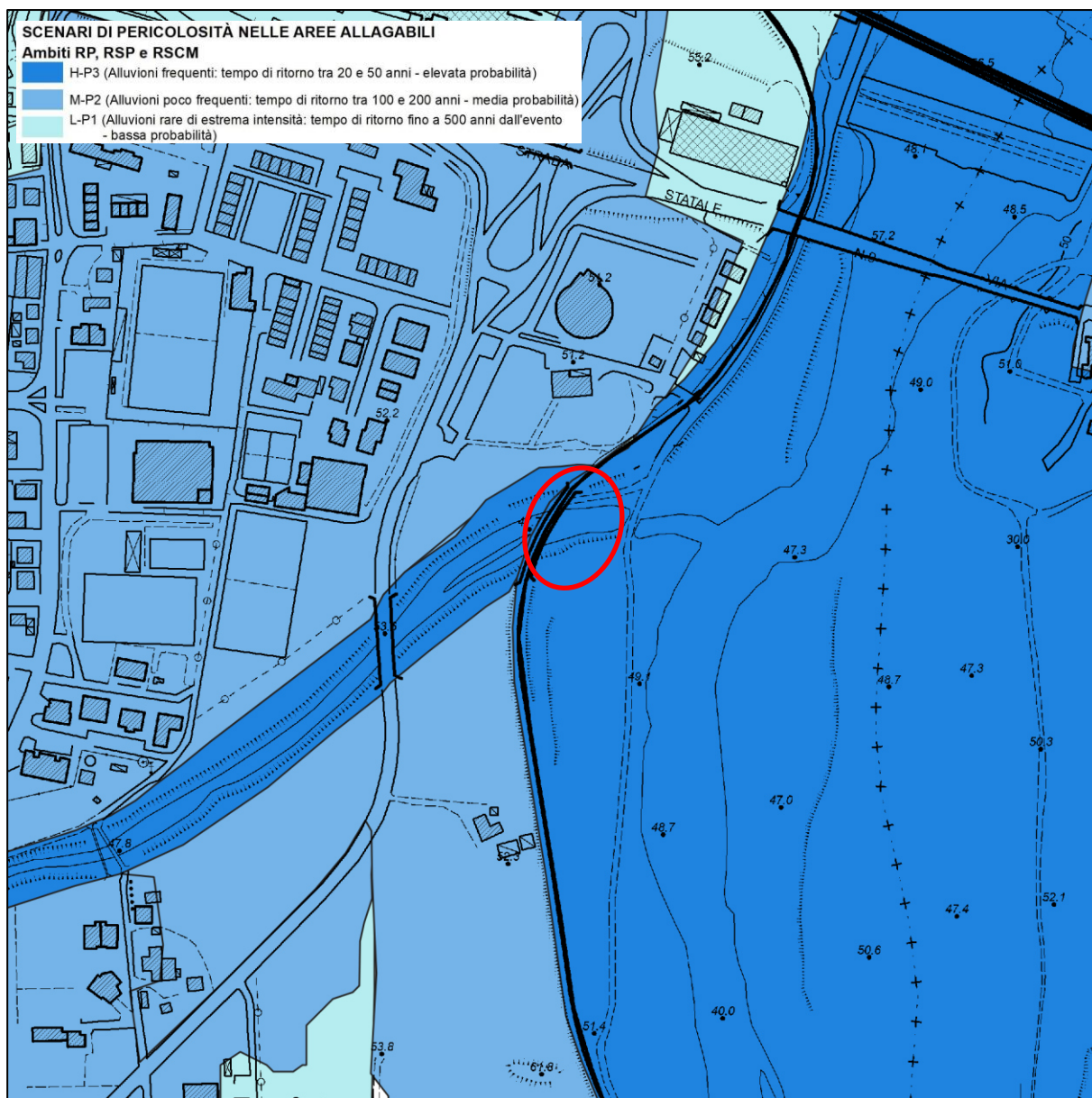


Figura 8 - CARTA DEL PGRA relativa al Reticolo idrografico principale (RP)

2.2.3. IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il sottosuolo del territorio comunale di Rubiera è caratterizzato da una successione di depositi alluvionali che alternano strati argilloso-limosi, limosi e sabbioso-ghiaiosi, con una distribuzione granulometrica che condiziona le proprietà idrogeologiche del territorio.

L'acquifero superficiale, di tipo freatico, è costituito principalmente da livelli sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi intercalati a strati argilloso-limosi. Tali materiali, pur presentando una permeabilità variabile, garantiscono la formazione di acquiferi con continuità laterale, seppur interrotti localmente da strati meno permeabili. La falda freatica risente della morfologia del territorio, con un gradiente idraulico che segue la pendenza naturale verso nord-est o nord-nord-est.

La combinazione delle caratteristiche stratigrafiche e idrodinamiche rende il territorio particolarmente vulnerabile all'inquinamento delle falde. Tale vulnerabilità è attribuibile sia alla presenza di depositi ghiaiosi e sabbiosi scarsamente protetti in superficie, sia alla stretta connessione idraulica tra le acque sotterranee e quelle superficiali.

L'area oggetto di studio si colloca all'interno di una zona "Rete Natura 2000 IT 4030011" (Figura 9), classificata sia come Sito di Interesse Comunitario (SIC), sia come Zona di Protezione Speciale (ZPS).

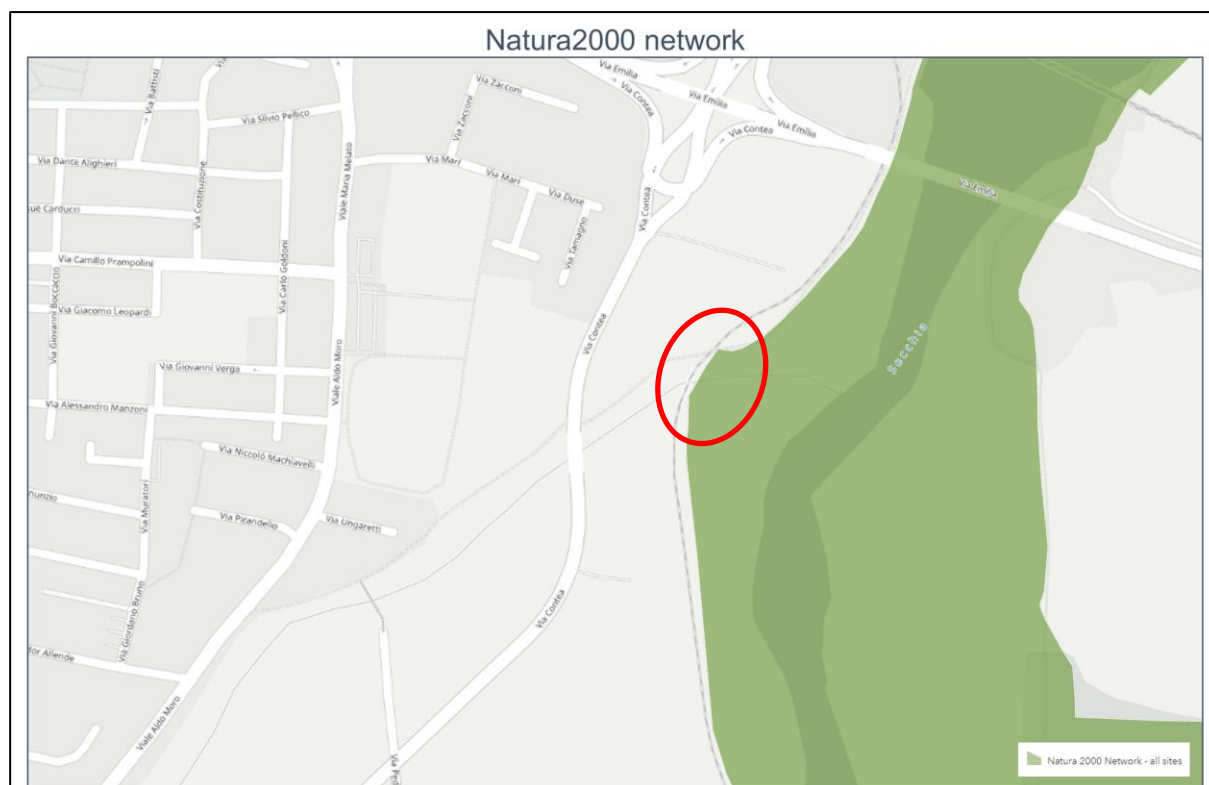


Figura 9 - Zone Rete Natura 2000

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Per la caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e sismica dell'area in studio sono state eseguite le seguenti indagini:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH) spinte sino a rifiuto all'infissione dello strumento registrato alla profondità massima di -2.4 m dal piano campagna.
- n. 1 indagine di sismica passiva con registrazione di microtremore a stazione singola con elaborazione HVSR.
- n. 1 acquisizione di sismica a rifrazione di tipo MASW per la ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo e la determinazione della classe sismica di appartenenza.

Inoltre si è fatto riferimento ai dati relativi ad un sondaggio eseguito in prossimità dell'area di intervento.

In Figura 10 è riportata l'ubicazione delle indagini eseguite.



Figura 10 – UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

3.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)

Le prove penetrometriche dinamiche sono state eseguite in campagna utilizzando un penetrometro dinamico tipo Pagani Tg63 con le seguenti caratteristiche:

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90°

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N) ⇒ Formula olandese modificata:

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd	=	resistenza dinamica punta (Area A)
e	=	infissione per colpo = δ / N
M	=	peso massa battente (altezza caduta H)
P	=	peso totale aste e sistema battuta

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Legenda:	
Y (t/m ³)	Peso dell'unità di volume del terreno. (Terzaghi Peck, 1948)
C _u (kg/cm ²)	Coesione non drenata nei terreni coesivi. (De Beer)
Φ°	Angolo di attrito (Shioi – Fukui, 1982)
Mo (kg/cm ²)	Modulo di deformazione edometrico per terreni coesivi/granulari. (Begemann 1974)
Ey (Kg/cm ²)	Modulo di Young (Bowles 1982)
Modulo di Poisson	A.G.I.

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA **DPSH 1**

Prof. (m)	Nspt	Tipo	Y (t/m ³)	Y Saturo (t/m ³)	Φ (°)	Cu (Kg/cm ²)	Mo (Kg/cm ²)	Ey (Kg/cm ²)	Modulo Poisson
0,00-0,80	2,56	Coesivo Incoerente	1,60	1,86	21,2	0,32	27,90	25,60	0,35
0,80-1,40	11,54	Coesivo Incoerente	2,04	2,24	28,99	1,63	134,89	130,50	0,33
1,40-1,80	47,54	Incoerente	1,84	2,14	41,7	--	125,11	312,70	0,26

Nel foro di prova non è stata individuata la presenza di acqua.

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA **DPSH 2**

Prof. (m)	Nspt	Tipo	Y (t/m ³)	Y Saturo (t/m ³)	Φ (°)	Cu (Kg/cm ²)	Mo (Kg/cm ²)	Ey (Kg/cm ²)	Modulo Poisson
0,00-1,40	2,17	Coesivo Incoerente	1,57	1,85	20,71	0,27	23,93	21,70	0,35
1,40-2,00	23,18	Incoerente	1,63	2,01	33,65	--	75,08	190,90	0,31
2,00-2,40	54,05	Incoerente	1,88	2,17	43,47	--	138,48	345,25	0,25

Nel foro di prova non è stata individuata la presenza di acqua.

I tabulati di calcolo e i diagrammi penetrometrici sono riportati in allegato 1.

Di seguito sono riportate le fotografie dei piazzamenti delle prove penetrometriche dinamiche eseguite.



Fotografia 3 – Piazzamento delle prove penetrometriche dinamiche DPSH

3.2. SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Per caratterizzare dal punto di vista litostratigrafico e geotecnico il sottosuolo dell'area in studio, a profondità superiori rispetto a quelle raggiunte con le prove penetrometriche, si è fatto riferimento ai dati relativi ad un sondaggio a carotaggio continuo reperito sul sito <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/geo/index.html> della Regione Emilia Romagna e commissionato da AIPO (Agenzia Interregionale per il Fiume Po), eseguito nel mese di gennaio 2019 in corrispondenza del sito in esame.

Di seguito si riporta una sintesi della litostratigrafia del sondaggio a carotaggio continuo, mentre in allegato è riportata la stratigrafia completa.

Profondità (m)	Stratigrafia
0,0- 0,10	Terreno vegetale
0,10 – 0,8	Limo argilloso-ghiaioso, debolmente sabbioso
0,8 – 2,2	Ghiaia eterogenea in matrice sabbiosa-limosa
2,2 – 3,3	Sabbia ghiaiosa-limosa
3,3 – 6,7	Ghiaia eterogenea in matrice sabbiosa-limosa
6,7 – 9,4	Argilla debolmente limosa con concrezioni carbonatiche
9,4 – 10,2	Limo argilloso
10,2 – 12,4	Argilla debolmente limosa
12,4 – 14,8	MATERIALE NON RECUPERATO
14,8 – 17,1	Argilla debolmente limosa
17,1 – 20,0	Ghiaia poligenica da arrotondata a sub arrotondata in matrice limosa-sabbiosa

Nella seguente immagine si riporta il piazzamento del sondaggio geognostico.



Figura 11 - Ubicazione del sondaggio geognostico

3.2.1 PROVE IN FORO

Nel foro di sondaggio sono state eseguite le seguenti prove in sito:

- N. 3 prove Standard Penetration Test
- N. 1 prova di permeabilità Lefranc
- N. 1 prelievo di campione SHELBY su cui sono state eseguite prove geotecniche di laboratorio.

In allegato sono riportati i risultati della prova di permeabilità e i certificati delle prove geotecniche di laboratorio, mentre di seguito si riporta l'elaborazione, eseguita dallo scrivente, delle prove SPT.

L'elaborazione delle prove SPT è stata effettuata utilizzando il software "Dynamic" della Geostru.

PROVA SPT ... Nr.1

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO
 Prova eseguita in data 07/01/2019
 Falda non rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondita' (m)	Nr. Colpi
3,15	7
3,30	11
3,45	8

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Prof. (m)	NSPT	Tipo	Puv (t/m ³)	PuvS (t/m ³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm ²)	Mo (Kg/cm ²)	Ey (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Dr (%)
3,00-3,45	19,00	Incoerente	1,58	1,99	31,88	--	66,49	170,00	0,32	77,92

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO
 Prova eseguita in data 7/01/2019
 Falda rilevata: -5,7 m
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondita' (m)	Nr. Colpi
6,15	14
6,30	16
6,45	17

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

Prof. (m)	NSPT	Tipo	Puv (t/m ³)	PuvS (t/m ³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm ²)	Mo (Kg/cm ²)	Ey (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Dr (%)
6,00-6,45	33,00	Incoerente	1,64	2,02	33,97	--	76,76	195,00	0,31	80,09

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 08/01/2019

Falda rilevata: -5,7 m

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondita' (m)	Nr. Colpi
18,15	18
18,30	15
18,45	19

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

Prof. (m)	NS PT	Tipo	Puv (t/m ³)	PuvS (t/m ³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm ²)	Mo (Kg/cm ²)	Ey (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Dr (%)
18,00-18,45	34,0	Incoerente	1,64	2,02	34,17	--	77,79	197,50	0,31	56,04

3.3. INDAGINI GEOFISICHE

Nel mese di gennaio è stata eseguita una campagna di indagine geofisica consistita in:

- n. 1 Indagine sismica a rifrazione con metodo Masw
- n. 1 Acquisizione di microtremori a stazione singola con elaborazione HVSR

L'elaborazione congiunta Masw e HVSR ha permesso di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio V_s , in riferimento alle NTC 2018 del 17/01/2018.

3.3.1. INDAGINE MASW

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "PASI 16S24-U", dotato di 24 geofoni verticali PASI con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni con spaziatura tra i geofoni di 2 m per una lunghezza della linea sismica di 46 metri.

L'energizzazione è stata eseguita a 2, 5 e 10 metri dal primo geofono.

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (Winmasw 2018 – Eliosoft) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

Risultati–Determinazione della categoria del suolo di fondazione

L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore V_{seq} per la sezione indagata.

Per l'elaborazione è stata eseguita una correlazione tra i dati sismici e le caratteristiche geologico stratigrafiche dalle indagini eseguite integrati con dati reperiti in bibliografia.

Di seguito si riporta la documentazione fotografica dell'indagine MASW svolta.



Fotografia 4 – Ripresa fotografica dello stendimento sismico eseguito

3.3.2. INDAGINE HVSR

L'indagine HVSR è stata eseguita utilizzando un acquisitore GEOBOX di SARA instruments. La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo V_{seq} attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione è stata effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata di 30 minuti.

È stata eseguita un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi.

Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamiento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente sono stati presi in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo V_{seq} .



Fotografia 5 - Acquisizioni HVSR

SINTESI DEI RISULTATI ELABORAZIONE CONGIUNTA MASW-HVSR

L'elaborazione congiunta Masw e HVSR ha permesso di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio V_s , in riferimento alle NTC 2018 del 17/01/2018.

In figura 6 sono riportati il sismogramma acquisito, la curva di dispersione e il profilo V_s /profondità. Il valore di V_{s30} calcolato è il seguente: **V_{s30}** riferito al piano di campagna = **314 m/s**.

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
4,0	4,0	195
5,8	1,8	299
15,4	9,6	258
23,3	7,9	395
--	--	565

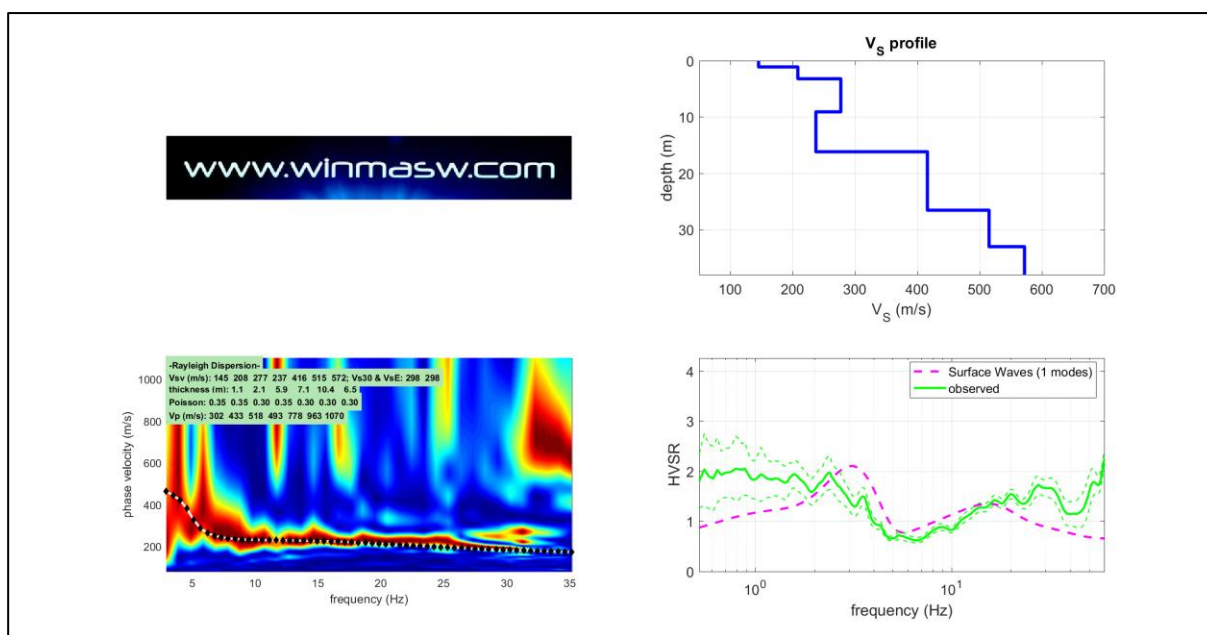


Figura 12 - Sismogramma, Curva di Dispersione e Profilo V_s – INDAGINE CONGIUNTA MASW/HVSR1

Secondo normativa **la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C:**

"Depositi 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."

4. MODELLO LITOSTRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Sulla base dei risultati delle indagini geognostiche eseguite, dei dati del sondaggio a carotaggio continuo, relative prove in foro e prove geotecniche di laboratorio è stato realizzato il seguente modello geologico stratigrafico del terreno di fondazione facendo riferimento cautelativamente ai parametri geotecnici minori.

L'interpretazione dei risultati delle indagini eseguite e dei rilievi effettuati sul campo ha permesso di individuare n. 4 unità litostratigrafiche così schematizzabili:

- **UNITÀ A** (0,0-1,4 m): Deposito alluvionale limoso argilloso debolmente sabbioso prevalentemente coesivo, a consistenza bassa.
- **UNITÀ B** (1,4-6,7 m): Ghiaia, ghiaia sabbiosa e sabbia con ghiaia in matrice sabbiosa e sabbiosa limosa.
- **UNITÀ C** (6,7-17,1 m): Limo argilloso e argilla debolmente limosa
- **UNITÀ D** (17,1-20,0 m): Ghiaia in matrice limoso sabbiosa

Legenda: Puv: Peso unità di volume (t/m^3), PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m^3), Cu: Coesione non drenata (Kg/cm^2), C': Coesione drenata (Kg/cm^2), Fi: Angolo di resistenza al taglio ($^\circ$), Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm^2) Ey: Modulo di Young (Kg/cm^2)

UNITÀ	Prof. (m)	Puv (t/m^3)	PuvS (t/m^3)	Fi ($^\circ$)	Cu (Kg/cm^2)	C' (Kg/cm^2)	Mo (Kg/cm^2)	Ey (Kg/cm^2)	Modulo Poisson
A	0,0-1,4	1,7	1,8	21	0,27	0,03	24	22	0,35
B	1,4-6,7	1,8	2,0	33	--	--	--	170	0,31
C	6,7-17,1	1,9	2,2	21	0,50	0,05	45	--	0,35
D	17,1-20,0	1,8	2,0	34	--	--	--	195	0,31

Il valore di C' è stato definito con la relazione $C' = Cu/10$

La quota 0.0 m di riferimento corrisponde al piano campagna dell'area terrazzata, sopraelevata di circa 1 m rispetto all'alveo del torrente Tresinaro.

Nei fori di prova non è stata rilevata la presenza di acqua, tuttavia nel sondaggio, eseguito nel Gennaio 2019 è stata rilevata la presenza della falda a -5,7 m dal p.c.

Considerata la natura prevalentemente incoerente dei terreni presenti, e quindi l'elevata permeabilità, si ritiene che il livello della falda vari in funzione della quota dell'acqua nel torrente Tresinaro.

5. RELAZIONE SISMICA

5.1. RISCHIO SISMICO ED EFFETTI LOCALI NELLE CARTE DEL PTCP DI REGGIO EMILIA E DI MICROZONAZIONE SISMICA COMUNALE

Nel presente capitolo è stato valutato come l'area in studio si inserisce nelle tavole del Rischio Sismico del PTCP di Reggio Emilia e nelle tavole di microzonazione sismica comunale.

In Figura 13 è riportato un estratto della Carta del rischio sismico (9A) nella quale si evince che l'area in studio rientra in **Zona F**: zone soggette ad amplificazione per motivi stratigrafici e potenzialmente liquefacibili.

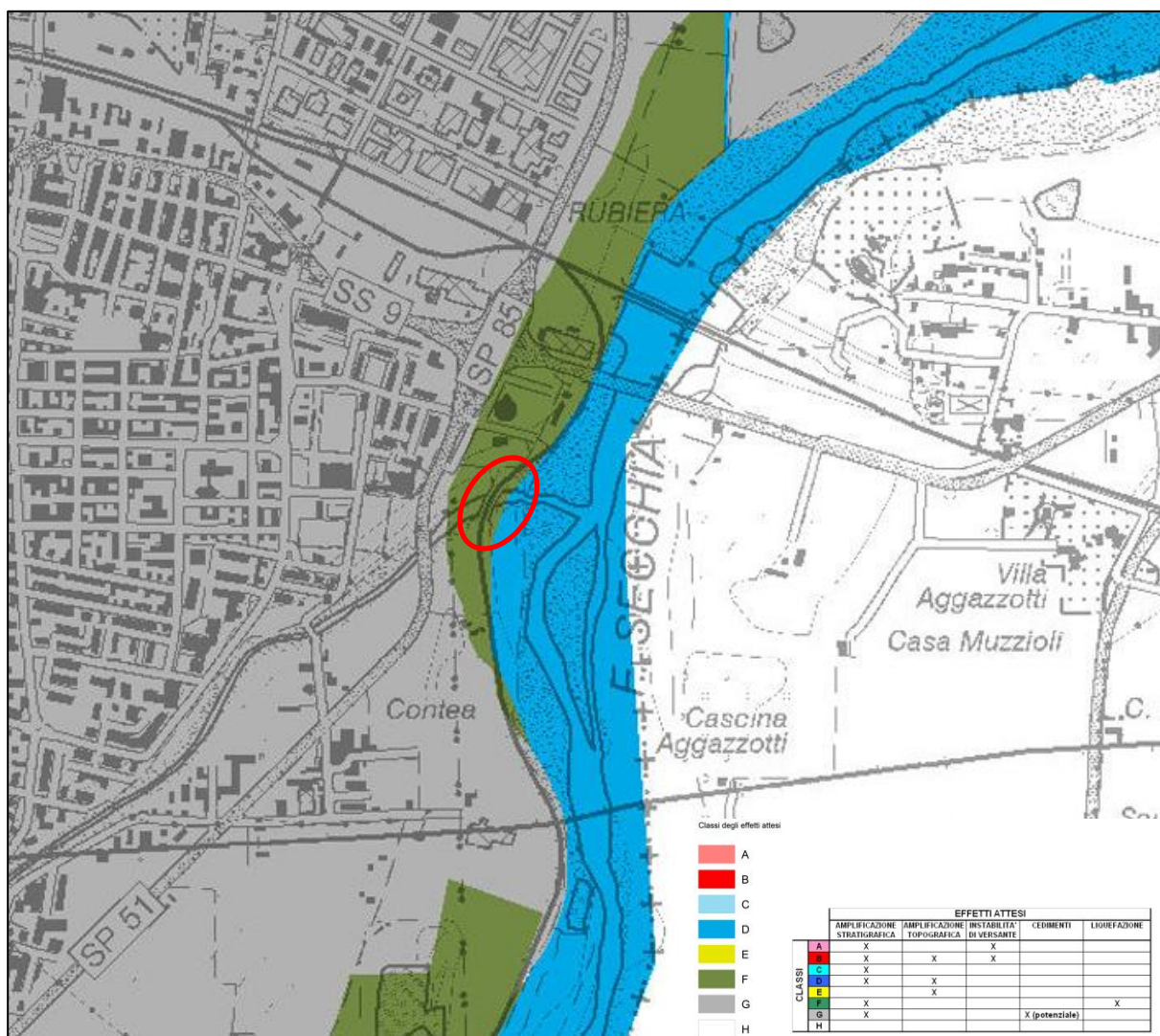


Figura 13 - RISCHIO SISMICO: PTCP 2010 Reggio Emilia – Tav.9a

In Figura 14 è riportata la Carta relativa ai livelli di approfondimento richiesti e per l'area in studio sono richiesti approfondimenti di II Livello.

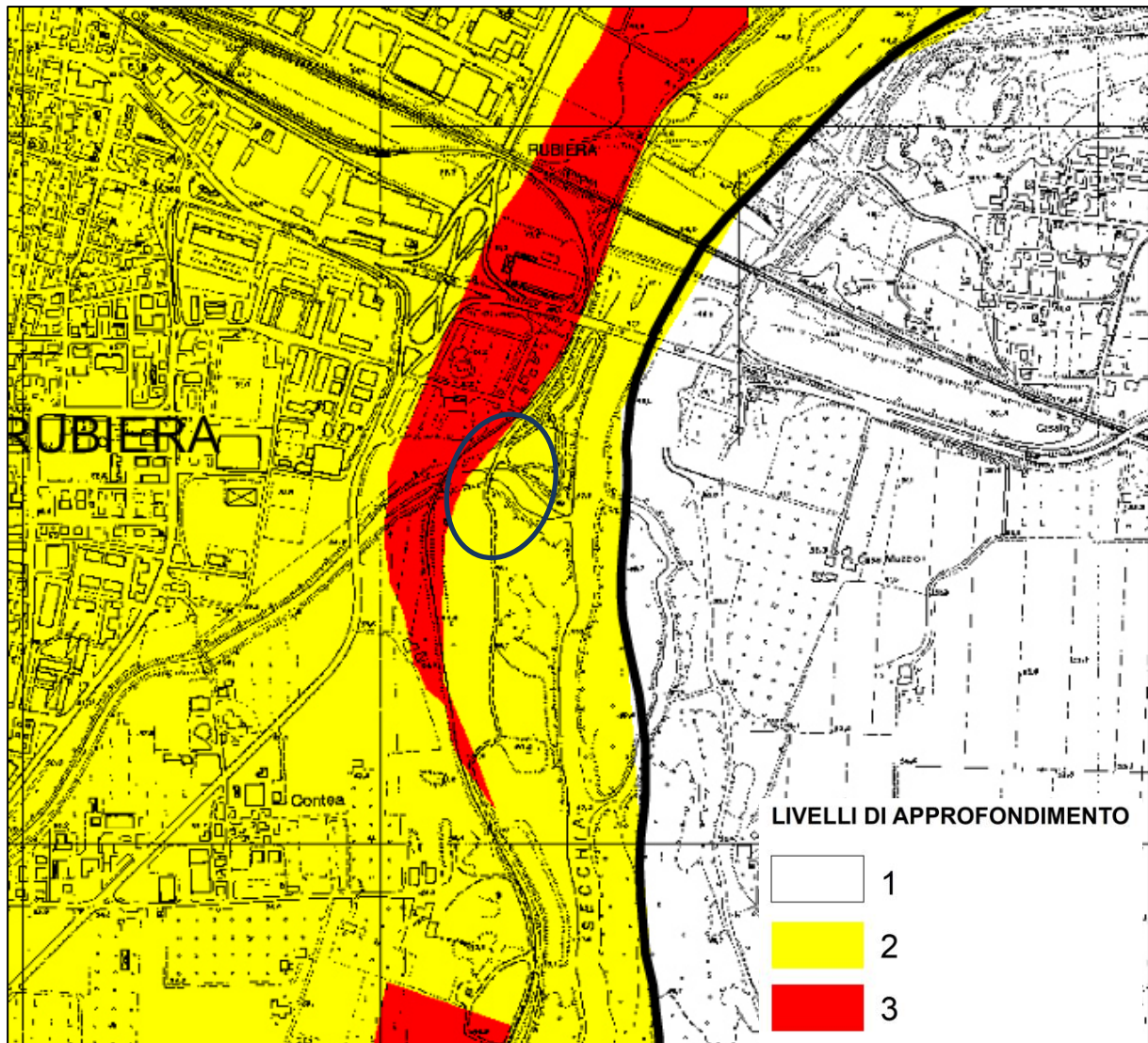


Figura 14 - RISCHIO SISMICO: PTCP 2010 Reggio Emilia – Tav.9b – versione shapefile

L'area in esame risulta esclusa dalle zone interessate dallo studio di microzonazione sismica del comune di Rubiera.

5.2. DETERMINAZIONE DELLA CLASSE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

Secondo le NTC 2018 ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica del sito 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 nel terreno delle onde di taglio, V_s , definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

- h_i spessore 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.

Secondo la normativa la profondità del bedrock sismico corrisponde al tetto dello strato caratterizzato da $V_s \geq 800$ m/s; nel caso in questione il bedrock sismico non è stato individuato entro la profondità di 30 m da p.c., pertanto si considera $H=30$.

Il valore di $V_{s,30}$ così calcolato risulta pari a **314 m/s**, indicando l'appartenenza del sottosuolo alla **categoria C** secondo N.T.C. 2018 (§ 3.2.2).

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE SITO IN STUDIO

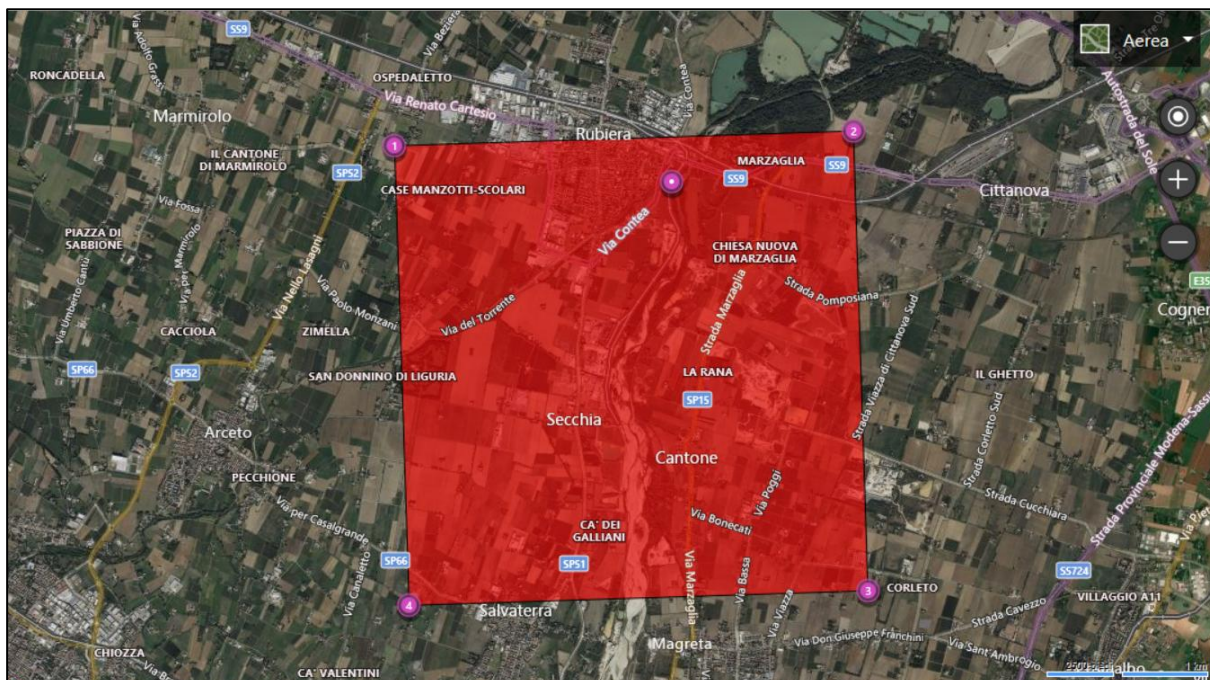
Vita nominale (V_n):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (C_u):	1
Periodo di riferimento (V_r):	50 [anni]

Periodo di ritorno (T_r) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	44,6485672 [°]
Longitudine (WGS84):	10,7918816 [°]
Latitudine (ED50):	44,6495056 [°]
Longitudine (ED50):	10,7928896 [°]



Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	16056	44,653340	10,750460	3383,30
2	16057	44,654940	10,820600	2273,71
3	16279	44,604960	10,822830	5490,85
4	16278	44,603370	10,752700	6036,05

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,471	0,251
SLD	50	0,061	2,498	0,266
	72	0,072	2,467	0,272
	101	0,083	2,461	0,276
	140	0,097	2,439	0,279
	201	0,115	2,383	0,283
SLV	475	0,159	2,388	0,292
SLC	975	0,206	2,405	0,307
	2475	0,277	2,442	0,319

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,472	0,252
SLD	50	0,060	2,504	0,267
	72	0,071	2,470	0,274
	101	0,082	2,466	0,277
	140	0,096	2,439	0,281
	201	0,114	2,400	0,284
SLV	475	0,163	2,400	0,290
SLC	975	0,213	2,379	0,304
	2475	0,291	2,388	0,313

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,050	2,476	0,253
SLD	50	0,063	2,495	0,266
	72	0,074	2,468	0,272
	101	0,085	2,466	0,276
	140	0,099	2,427	0,279
	201	0,117	2,381	0,283
SLV	475	0,162	2,368	0,293
SLC	975	0,204	2,394	0,316
	2475	0,269	2,487	0,323

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,051	2,476	0,252
SLD	50	0,063	2,492	0,265
	72	0,074	2,467	0,271
	101	0,086	2,461	0,275
	140	0,100	2,433	0,277
	201	0,117	2,401	0,279
SLV	475	0,164	2,348	0,291
SLC	975	0,207	2,365	0,311
	2475	0,270	2,438	0,324

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,473	0,252
SLD	50	0,061	2,499	0,266
SLV	475	0,162	2,384	0,291
SLC	975	0,209	2,386	0,308

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

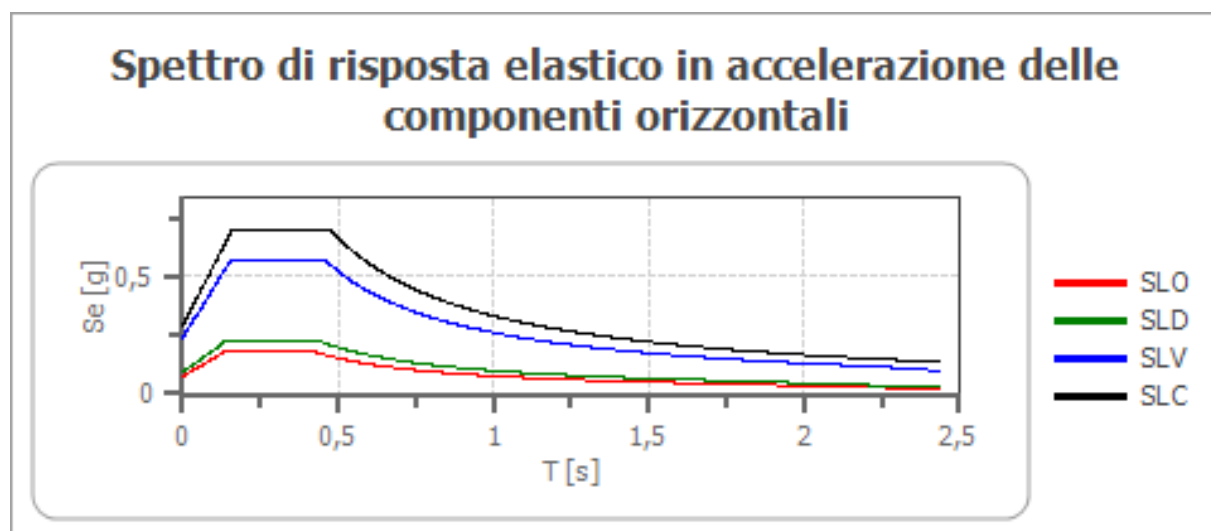
Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,018	0,057	0,082
kv	0,007	0,009	0,029	0,041
amax [m/s ²]	0,727	0,902	2,334	2,864
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,043	0,090	--
kv	--	0,022	0,045	--
amax [m/s ²]	0,727	0,902	2,334	2,864
Beta	--	0,470	0,380	--

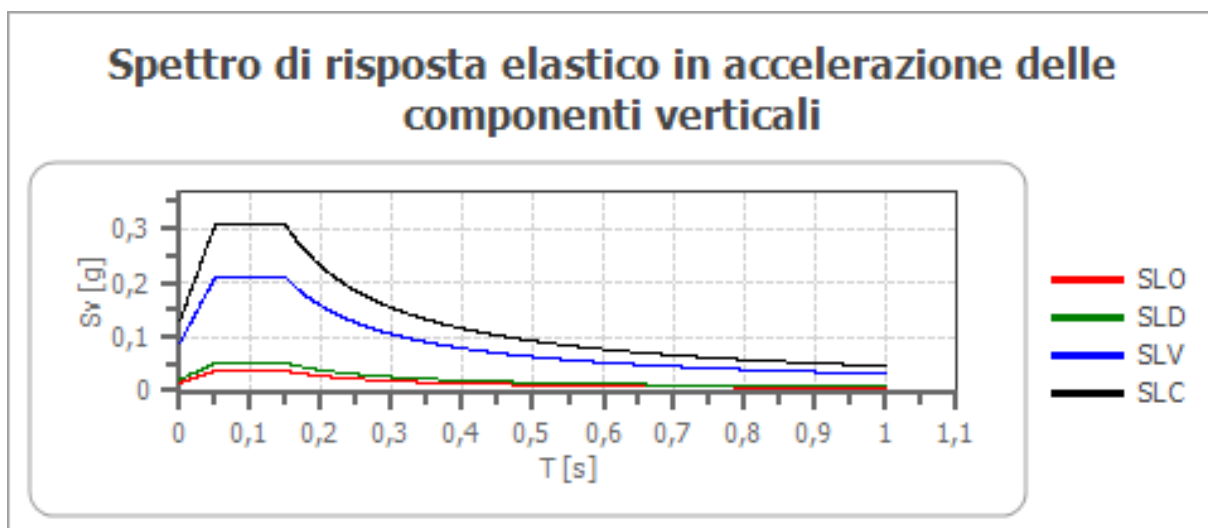
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,049	2,473	0,252	1,500	1,650	1,000	1,500	1,000	0,139	0,416	1,798	0,074	0,183
SLD	1,0	0,061	2,499	0,266	1,500	1,620	1,000	1,500	1,000	0,144	0,432	1,845	0,092	0,230
SLV	1,0	0,162	2,384	0,291	1,470	1,580	1,000	1,470	1,000	0,153	0,460	2,247	0,238	0,567
SLC	1,0	0,209	2,386	0,308	1,400	1,550	1,000	1,400	1,000	0,159	0,477	2,434	0,292	0,697

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,049	2,473	0,252	1	1,650	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,037
SLD	1,0	0,061	2,499	0,266	1	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,020	0,051
SLV	1,0	0,162	2,384	0,291	1	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,088	0,210
SLC	1,0	0,209	2,386	0,308	1	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,129	0,307

5.3. SUSCETTIBILITÀ AL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE

Le litologie presenti nel sottosuolo dell'area in studio, col supporto di dati raccolti da fonti bibliografiche, permettono di escludere che possa verificarsi il fenomeno della liquefazione in caso di sisma.

6. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-GEOTECNICHE

Sulla base dei rilievi, delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite e di dati reperiti in bibliografia, è possibile affermare che il sottosuolo dell'area su cui è in progetto la realizzazione di una passerella ciclopedonale è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali prevalentemente coesivi a bassi valori di consistenza dal piano campagna fino a -1.4 m da p.c. A profondità maggiori si rilevano invece depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi con valori di resistenza mediamente buoni.

I risultati ottenuti dalle indagini geognostiche e geofisiche eseguite permettono di affermare che per la realizzazione dell'intervento in progetto sia possibile l'adozione di fondazioni superficiali del tipo plinti sui quali saranno realizzate le spalle del ponte. Si consiglia di scegliere come quota di imposta delle fondazioni la profondità minima di circa -2,0 m dal piano di campagna.

Le operazioni di scavo per la realizzazione delle fondazioni dovranno essere dirette in cantiere da un Tecnico Incaricato per la verifica in corso d'opera delle condizioni geotecniche assunte in questa sede. Dovrà essere quindi valutata l'effettiva presenza di un deposito ghiaioso sufficientemente addensato alla quota di imposta designata, considerando altrimenti un approfondimento ulteriore.

Il dimensionamento delle fondazioni dovrà essere effettuato facendo riferimento al modello litostratigrafico e geotecnico riportato nel capitolo 4, avendo a disposizione i carichi della struttura.

7. CONCLUSIONI

La presente relazione geologica-sismica è stata redatta su incarico di Parchi Emilia Centrale a supporto del progetto di costruzione di una passerella ciclopedonale a integrazione della connessione con la ciclovia del fiume Secchia e il percorso natura Secchia (e ciclovia ER13 Rubiera/Baiso) nel territorio comunale di Rubiera (RE). Per la caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e sismica dei terreni presenti sono state eseguite le seguenti indagini:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH) spinte a rifiuto all'infissione dello strumento registrato alla profondità massima di -2.4 m dal piano campagna.
- n. 1 indagine di sismica passiva con registrazione di microtremore a stazione singola con elaborazione HVSR.
- n. 1 acquisizione di sismica a rifrazione di tipo MASW per la ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo e la determinazione della classe sismica di appartenenza.

Sono stati inoltre presi a riferimento i risultati di un sondaggio geognostico e relative prove eseguito nel mese di gennaio 2019 nel sito in esame e commissionato da AIPO (Agenzia Interregionale per il Fiume Po).

La stratigrafia della zona è caratterizzata dalla presenza di un deposito alluvionale costituito da n. 4 unità litostratigrafiche così schematizzabili:

- **UNITÀ A** (0,0-1,4 m): Deposito alluvionale limoso argilloso debolmente sabbioso prevalentemente coesivo, a consistenza bassa.
- **UNITÀ B** (1,4-6,7 m): Ghiaia, ghiaia sabbiosa e sabbia con ghiaia in matrice sabbiosa e sabbiosa limosa.
- **UNITÀ C** (6,7-17,1 m): Limo argilloso e argilla debolmente limosa
- **UNITÀ D** (17,1-20,0 m): Ghiaia in matrice limoso sabbiosa

Legenda: Puv: Peso unità di volume (t/m^3), PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m^3), Cu: Coesione non drenata (Kg/cm^2), C': Coesione drenata (Kg/cm^2), Fi: Angolo di resistenza al taglio ($^\circ$), Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm^2) Ey: Modulo di Young (Kg/cm^2)

UNITÀ	Prof. (m)	Puv (t/m^3)	PuvS (t/m^3)	Fi ($^\circ$)	Cu (Kg/cm^2)	C' (Kg/cm^2)	Mo (Kg/cm^2)	Ey (Kg/cm^2)	Modulo Poisson
A	0,0-1,4	1,7	1,8	21	0,27	0,03	24	22	0,35
B	1,4-6,7	1,8	2,0	33	--	--	--	170	0,31
C	6,7-17,1	1,9	2,2	21	0,50	0,05	45	--	0,35
D	17,1-20,0	1,8	2,0	34	--	--	--	195	0,31

Il valore di C' è stato definito con la relazione $C'=Cu/10$

La quota 0.0 m di riferimento corrisponde al piano campagna dell'area terrazzata, sopraelevata di circa 1 m rispetto all'alveo del torrente Tresinaro.

Nei fori di prova non è stata rilevata la presenza di acqua, tuttavia nel sondaggio, eseguito nel Gennaio 2019, è stata rilevata la presenza della falda a -5,7 m dal p.c.

Considerata la natura prevalentemente incoerente dei terreni presenti, e quindi l'elevata permeabilità, si ritiene che il livello della falda vari in funzione della quota dell'acqua nel torrente Tresinaro.

La categoria sismica del terreno di fondazione è la **CLASSE C**, mentre la categoria topografica è **T1**.

Sulla base delle indagini eseguite, considerazioni ed ipotesi svolte, **si dichiara la fattibilità dell'intervento in progetto** alle condizioni precedentemente specificate.

In ogni caso occorrerà in fase esecutiva l'assistenza di un tecnico per la verifica in corso d'opera delle condizioni geotecniche assunte in questa sede (punto b3 delle N.T. del D.M. 11/03/1988).

Modena 09/01/2025



Il Tecnico
Dott. Geol. Gianluca Vaccari

ALLEGATO 1	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE Tabulati e Diagrammi
------------	---

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Parchi Emilia Centrale Localita': Rubiera	
---	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA DPSH1

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 07/01/2025
 Profondita' prova 1,80 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	5	0,843	40,98	48,59	2,05	2,43
1,00	19	0,790	134,90	170,81	6,74	8,54
1,20	12	0,836	90,21	107,88	4,51	5,39
1,40	8	0,833	59,90	71,92	2,99	3,60
1,60	33	0,680	201,60	296,67	10,08	14,83
1,80	50	0,626	281,53	449,49	14,08	22,47



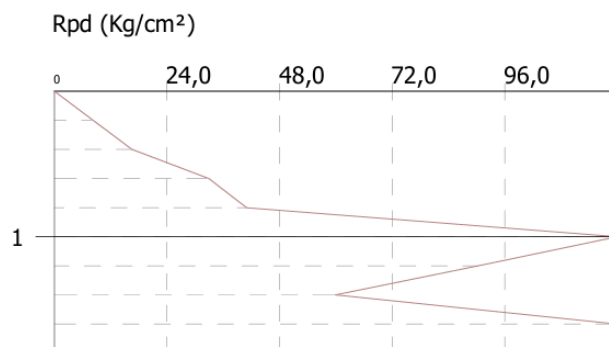
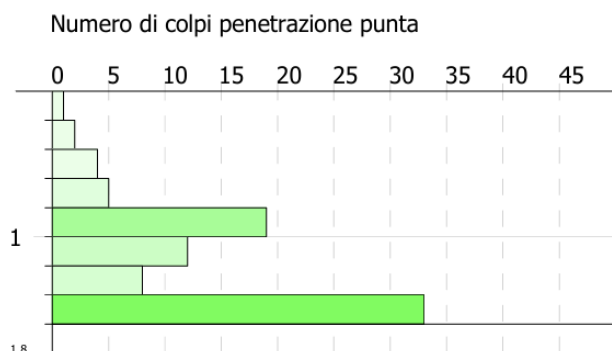
Dott. Geol. Gianluca Vaccari
 Strada Cavedole 12/C - 41126 - Portile (MO)
 Tel. 059 3971911 - Cell. 347 4935672
 vaccari.gianluca@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
 Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Parchi Emilia Centrale
 Descrizione:
 Localita': Rubiera

07/01/2025

Scala 1:50



PROVA DPSH2

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 07/01/2025
 Profondita' prova 2,40 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	1	0,851	8,27	9,72	0,41	0,49
0,60	1	0,847	8,23	9,72	0,41	0,49
0,80	3	0,843	24,59	29,15	1,23	1,46
1,00	4	0,840	30,20	35,96	1,51	1,80
1,20	3	0,836	22,55	26,97	1,13	1,35
1,40	2	0,833	14,97	17,98	0,75	0,90
1,60	13	0,780	91,10	116,87	4,56	5,84
1,80	27	0,726	176,30	242,73	8,81	12,14
2,00	23	0,723	139,11	192,36	6,96	9,62
2,20	37	0,670	207,37	309,44	10,37	15,47
2,40	50	0,617	258,07	418,17	12,90	20,91



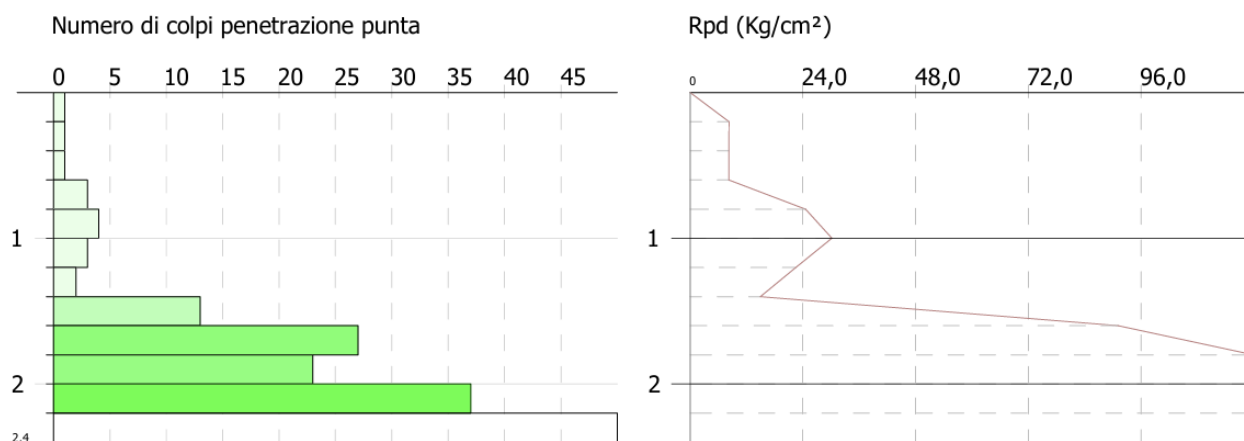
Dott. Geol. Gianluca Vaccari
 Strada Cavedole 12/C - 41126 - Portile (MO)
 Tel. 059 3971911 - Cell. 347 4935672
 vaccari.gianluca@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
 Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Parchi Emilia Centrale
 Descrizione:
 Localita': Rubiera

07/01/2025

Scala 1:50



ALLEGATO 2

SONDAGGIO GEOGNOSTICO
CERTIFICATI PROVE GEOTECNICHE

@ [Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

COMMITTENTE: AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po
CANTIERE: Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)

PERFORAZIONE D2S1

C. SITO N°: S190076

PROFONDITA': 20,00 m

ESECUZIONE: 7-8/01/19

OPERATORE: FORMISANO

RIVESTIMENTO: 19,50 m

COMMESSA: 17812/18

RESPONSABILE: FOGLI

QUOTA:

	Indisturbato		S.P.T
	Rimaneggiato		Lefranc
	Ambientale		Vane Test

[illegible]

COMMITTENTE: AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po
CANTIERE: Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)

PERFORAZIONE D2S1

C. SITO N°: S190076

PROFONDITA': 20,00 m

☒ Indisturbato
☒ Rimaneggiato
☒ Ambientale

☒ S.P.T
☒ Lefranc
☒ Vane Test

ESECUZIONE: 7-8/01/19

OPERATORE: FORMISANO

RIVESTIMENTO: 19,50 m

COMMESSA: 17812/18

RESPONSABILE: FOGLI

QUOTA:

Località: Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)

Coordinate: N 44.648880°

E 10,791968°



Ubicazione del sondaggio



Cassetta 1: 0 - 5 m

COMMITTENTE: AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po

CANTIERE: Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)

PERFORAZIONE D2S1

C. SITO N°: S190076

PROFONDITA': 20,00 m

ESECUZIONE: 7-8/01/19

OPERATORE: FORMISANO

RIVESTIMENTO: 19,50 m

COMMESSA: 17812/18

RESPONSABILE: FOGLI

QUOTA:



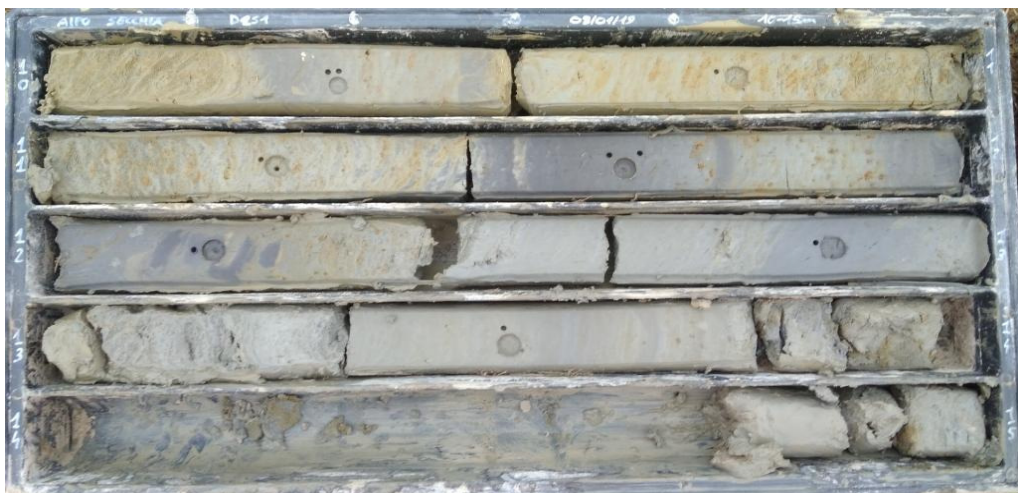
Indisturbato
Rimaneggiato
Ambientale



S.P.T
Lefranc
Vane Test



Cassetta 2: 5 - 10 m



Cassetta 3: 10 - 15 m



Cassetta 4: 15 - 20 m



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC" A CARICO VARIABILE raccomandazioni A.G.I. 1977

COMMITTENTE: **AIPO Agenzia interregionale per il Fiume Po**

CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**

PROVA **LEFRANC 2: 3.00 - 4.50 m (d2s1)**

COMMESSA: 17812/18 DURATA PROVE: 07/01/2019

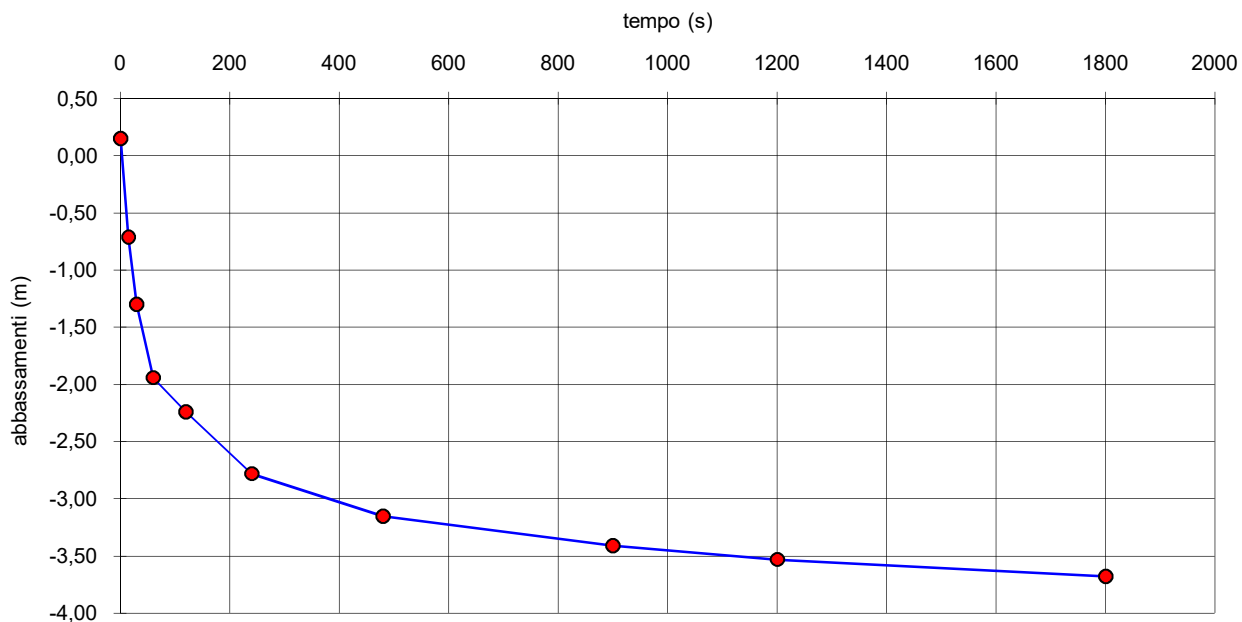
SITO - CERT. n°: S190214 rev.0 del: 04/02/2019

LITOLOGIA DEL TRATTO DI PROVA: **Ghiaia in matrice limoso-sabbiosa**

profondità fondo foro: 4.50 m
diametro del foro di prova: 0.101 m
sporgenza riferimento: 0.15 m
lunghezza tratto di prova: 1.5 m
profondità della falda: 4.5 m
durata prova: 1800 s

PERMEABILITA' $K = 1.03E-05$ m/s

ABBASSAMENTI	TEMPO
(m)	(S)
0.860	15
1.450	30
2.090	60
2.390	120
2.930	240
3.300	480
3.560	900
3.680	1200
3.830	1800



Il Direttore Tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquity
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po**
CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**
CAMPIONE: **D2S1 CR1 m 4.00 - 4.80**
COMMESSA: 17812/18
VERBALE ACC.: 043/19
DATA CONSEGNA: 28/01/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 4.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Ghiaia da grossa a fina sabbiosa limosa marrone
	W naturale (%) 7.7
	γ ricostituito (Mg/m ³) -
	γ secco (Mg/m ³) -
	γ immerso (Mg/m ³) -
	porosità (%) -
	indice dei vuoti -
	grado di saturazione (%) -
	massa specifica (Mg/m ³) -
	PROVE ESEGUITE
	Umidità Naturale - Trassiale UU -
	Limiti Atterberg - Trassiale CIU -
	Gran. Setacciatura SI Edometria -
	Gran. Sedimentazione - Taglio Diretto -
	Peso di Volume - Espansione L.L. -
	Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. -
	Analisi Chimica - Colonna Risonante -
	Taglio Torsionale Cicl. -
	NOTE:
4.80 basso	

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po**

CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**

CAMPIONE: **D2S1 CR1 m 4.00 - 4.80**

COMMESSA: 17812/18 DURATA PROVE: 11-18/03/19

VERBALE ACC.: 043/19 DATA CONSEGNA: 28/01/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Ghiaia da grossa a fina sabbiosa limosa marrone

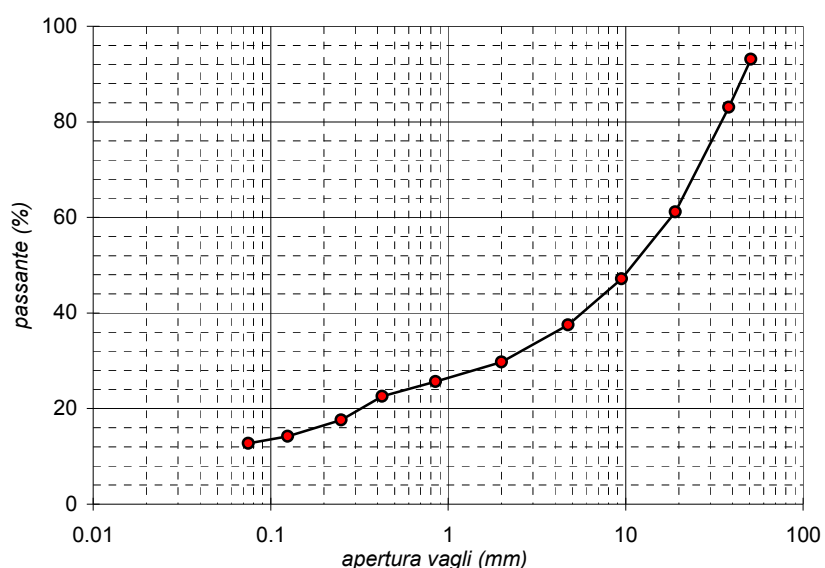
codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
570	setaccio	50.8	173.46	6.89	6.89	93.11
571	setaccio	38.1	253.35	10.07	16.96	83.04
572	setaccio	19.1	551.34	21.91	38.87	61.13
573	setaccio	9.5	350.96	13.95	52.82	47.18
290	setaccio	4.75	242.77	9.65	62.47	37.53
291	setaccio	2.0	196.37	7.80	70.27	29.73
292	setaccio	0.850	102.81	4.09	74.36	25.64
293	setaccio	0.425	77.10	3.06	77.42	22.58
282	setaccio	0.250	125.10	4.97	82.39	17.61
283	setaccio	0.125	85.13	3.38	85.77	14.23
286	setaccio	0.075	37.85	1.50	87.28	12.72
	fondo		320.10	12.72	100.00	0.00
TOTALE			2516.34		ϕ max (mm) = 56.0	

Passante effettivo setaccio
0.075 (g) in areometro

t° C	Tempo (s)	Lettura
	30	
	60	
	120	
	300	
	600	
	1200	
	2400	
	4800	
	14400	
	86400	
	172800	
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	62.5%	70.3%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,075 mm
	24.8%	17.0%
LIMO e ARGILLA	< 0,075 mm	< 0,075 mm
	12.7%	12.7%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



Il Direttore del Laboratorio:
dott. geol. Massimo Romagnoli

SCHEMA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE:	AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po
CANTIERE:	Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)
CAMPIONE:	D2S1 SH1 m 8.10 - 8.80
COMMESSA:	17812/18
VERBALE ACC.:	043/19
DATA CONSEGNA:	28/01/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 8.10	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 61 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1																																			
	160	-	DESCRIZIONE: Da 0 a 30 Limo con argilla marrone con screziature grigiastre da 30 a 51 limo argilloso.sabbioso marrone da 51 a 61 limo con argilla marrone grigiastro																																			
	60	-	<table><tr><td>W naturale (%)</td><td>24.8</td></tr><tr><td>γ naturale(Mg/m³)</td><td>2.00</td></tr><tr><td>γ secco (Mg/m³)</td><td>1.60</td></tr><tr><td>γ immerso (Mg/m³)</td><td>1.01</td></tr><tr><td>porosità (%)</td><td>41</td></tr><tr><td>indice dei vuoti</td><td>0.68</td></tr><tr><td>grado di saturazione (%)</td><td>98</td></tr><tr><td>massa specifica (Mg/m³)</td><td>2.700</td></tr></table>	W naturale (%)	24.8	γ naturale(Mg/m³)	2.00	γ secco (Mg/m³)	1.60	γ immerso (Mg/m³)	1.01	porosità (%)	41	indice dei vuoti	0.68	grado di saturazione (%)	98	massa specifica (Mg/m³)	2.700																			
	W naturale (%)	24.8																																				
	γ naturale(Mg/m³)	2.00																																				
	γ secco (Mg/m³)	1.60																																				
γ immerso (Mg/m³)	1.01																																					
porosità (%)	41																																					
indice dei vuoti	0.68																																					
grado di saturazione (%)	98																																					
massa specifica (Mg/m³)	2.700																																					
90	36	<table><tr><td colspan="4">PROVE ESEGUITE</td></tr><tr><td>Umidità Naturale</td><td>SI</td><td>Trassiale UU</td><td>SI</td></tr><tr><td>Limiti Atterberg</td><td>SI</td><td>Trassiale CIU</td><td>-</td></tr><tr><td>Gran. Setacciatura</td><td>SI</td><td>Edometria</td><td>SI</td></tr><tr><td>Gran. Sedimentazione</td><td>SI</td><td>Taglio Diretto</td><td>-</td></tr><tr><td>Peso di Volume</td><td>SI</td><td>Espansione L.L.</td><td>-</td></tr><tr><td>Peso Specifico</td><td>-</td><td>Trassiale Cicl. + C.M.</td><td>-</td></tr><tr><td>Analisi Chimica</td><td>-</td><td>Colonna Risonante</td><td>-</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Taglio Torsionale Cicl.</td><td>-</td></tr></table>	PROVE ESEGUITE				Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	SI	Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	SI	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-	Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-			Taglio Torsionale Cicl.	-
PROVE ESEGUITE																																						
Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	SI																																			
Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	-																																			
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	SI																																			
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-																																			
Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-																																			
Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-																																			
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																																			
		Taglio Torsionale Cicl.	-																																			
			NOTE: -																																			
8.80 basso																																						

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po**
CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**
CAMPIONE: **D2S1 SH1 m 8.10 - 8.80**

COMMESSA:	17812/18	DURATA PROVE:	08 - 28/02/19
VERBALE ACC.:	043/19	DATA CONSEGNA:	28/01/19
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio marrone

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

230.32

2.22

TERRA UMIDA (g)

469.96

114.56

TERRA ESSICATA* (g)

422.11

92.36

UMDITA' DETERMINATA (%)

24.9

24.6

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

24.8

* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po**
CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**
CAMPIONE: **D2S1 SH1 m 8.10 - 8.80**

COMMESSA:	17812/18	DURATA PROVE:	08 - 28/02/19
VERBALE ACC.:	043/19	DATA CONSEGNA:	28/01/19
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio marrone

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	137.71	136.78
ALTEZZA (cm)	7.64	7.62
DIAMETRO (cm)	3.84	3.84
MASSA LORDA (g)	314.92	312.14
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	2.01	1.99
MEDIA (Mg/m³)	=	2.00

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

COMMITTENTE:	AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po				
CANTIERE:	Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)				
CAMPIONE:	D2S1 SH1	m 8.10 - 8.80			
COMMESSA:	17812/18	DURATA PROVE:	08 - 28/02/19		
VERBALE ACC.:	043/19	DATA CONSEGNA:	28/01/19		
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00		

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

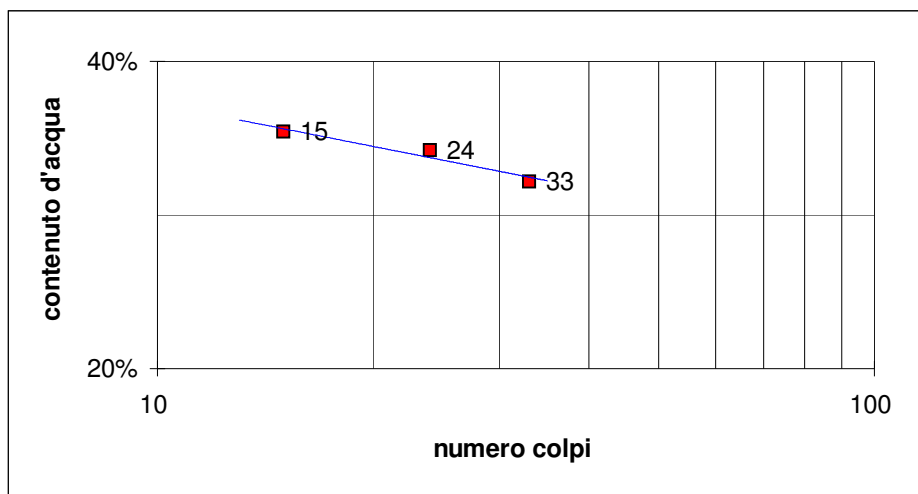
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio marrone

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	33	24	15			
massa umida+ tara (g)	25.90	23.74	23.60	12.68	12.72	469.96
massa secca+ tara (g)	20.14	18.26	18.00	10.95	10.99	422.11
acqua contenuta (g)	5.76	5.48	5.60	1.73	1.73	47.85
tara (g)	2.24	2.24	2.19	2.22	2.24	230.32
peso secco (g)	17.90	16.02	15.81	8.73	8.75	191.79
contenuto d'acqua	32.2%	34.2%	35.4%	19.8%	19.8%	24.9%

Umidità Naturale	Wn =	25%
Limite Liquido	LL =	34%
Limite Plastico	LP =	20%
Indice Plastico	IP =	14%



Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po**

CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**

CAMPIONE: **D2S1 SH1 m 8.10 - 8.80**

COMMESSA: 17812/18 DURATA PROVE: 08 - 28/02/19

VERBALE ACC.: 043/19 DATA CONSEGNA: 28/01/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio marrone

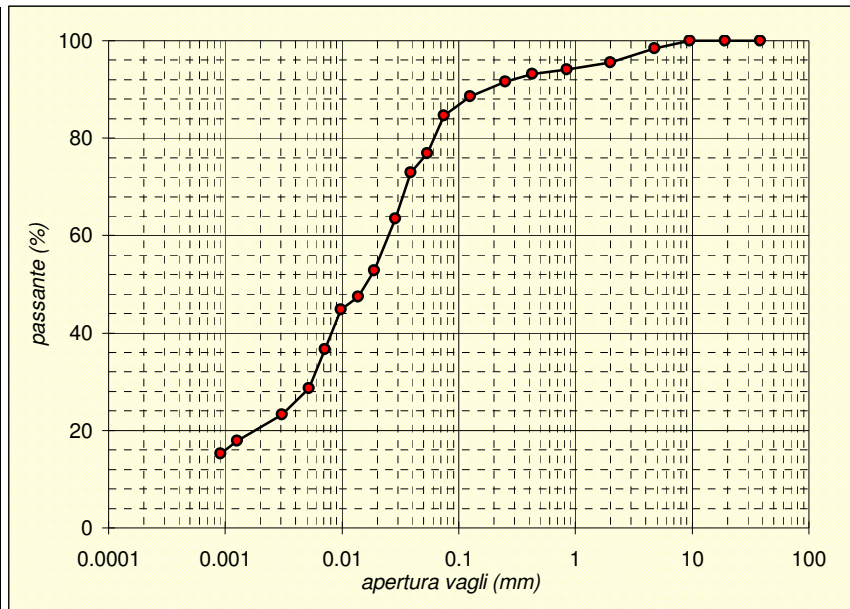
codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	38.1	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.1	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	9.51	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	4.75	3.04	1.59	98.41
291	setaccio	2.0	5.62	2.93	95.48
292	setaccio	0.850	2.58	1.35	94.14
293	setaccio	0.425	1.74	0.91	93.23
282	setaccio	0.250	3.27	1.70	91.53
283	setaccio	0.125	5.72	2.98	88.54
286	setaccio	0.075	7.46	3.89	84.66
-	calcolato	0.0536	14.80	7.72	76.94
-	calcolato	0.0387	7.72	4.02	72.91
-	calcolato	0.0286	18.01	9.39	63.52
-	calcolato	0.0190	20.58	10.73	52.79
-	calcolato	0.0137	10.29	5.37	47.43
-	calcolato	0.0098	5.15	2.68	44.75
-	calcolato	0.0071	15.44	8.05	36.70
-	calcolato	0.0052	15.44	8.05	28.65
-	calcolato	0.0031	10.29	5.37	23.28
-	calcolato	0.0013	10.29	5.37	17.92
-	calcolato	0.0009	5.15	2.68	15.23
-	fondo	29.22	15.23	100.00	0.00
TOTALE		191.79		ϕ max (mm) = 5.7	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		50.02
t° C	Tempo (s)	Lettura
21	30	32.0
21	60	30.5
21	120	27.0
21	300	23.0
21	600	21.0
21	1200	20.0
21	2400	17.0
21	4800	14.0
21	14400	12.0
21	86400	10.0
21	172800	9.0
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	1.6%	4.5%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	13.8%	14.8%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	64.0%	60.0%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	20.7%	20.7%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio:
dott. geol. Massimo Romagnoli



PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA ASTM 2850 - 95

COMMITTENTE:	AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po		
CANTIERE:	Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)		
CAMPIONE:	D2S1 SH1 m 8.10 - 8.80		
COMMESSA:	17812/18	DURATA PROVE:	08 - 28/02/19
VERBALE ACC.:	043/19	DATA CONSEGNA:	28/01/19
GEO - CERT. n°:		rev.0 del:	

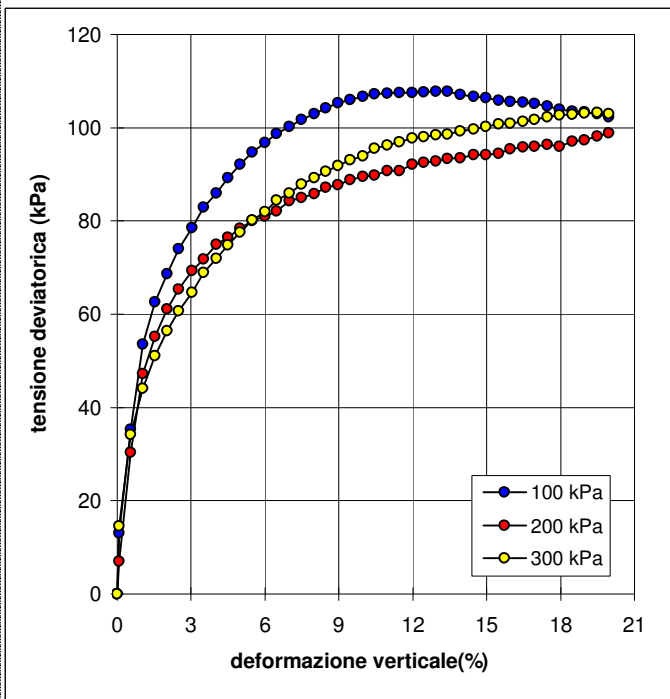
cod. int. Strumentazione: 480 - 537-469-708-476

Modello pressa: **TECNOTEST TR 115/300**

Velocità della pressa: **0,75 mm/min**

NATURA DEL CAMPIONE: **Limo con argilla debolmente sabbioso grigio**

PROVINO 1		PROVINO 2		PROVINO 3		CARATTERISTICHE DEI PROVINO			
DEF. VERTICALE	TENSIONE A ROTTURA	DEF. VERTICALE	TENSIONE A ROTTURA	DEF. VERTICALE	TENSIONE A ROTTURA	Provino numero:	1	2	3
(ε) %	(σ1 - σ3) kPa	(ε) %	(σ1 - σ3) kPa	(ε) %	(σ1 - σ3) kPa	Dimensioni h x φ (cm):	7.62 x 3.83	7.61 x 3.83	7.63 x 3.83
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Peso (g):	177.2	175.4	176.0
0.08	13.01	0.08	7.03	0.08	14.57	Umidità naturale (%):	24.3	24.3	24.3
0.55	35.30	0.55	30.30	0.55	34.18	Massa volumica umida (Mg/m3):	2.02	2.00	2.00
1.04	53.60	1.04	47.24	1.04	44.07	Massa volumica secca (Mg/m3):	1.62	1.61	1.61
1.52	62.57	1.52	55.22	1.52	51.12	sigma 3:	100 kPa	200 kPa	300 kPa
2.03	68.62	2.03	61.05	2.03	56.46				
2.51	73.96	2.51	65.41	2.51	60.67				
3.03	78.53	3.03	69.35	3.03	64.72				
3.52	82.91	3.52	71.77	3.52	68.92				
4.03	85.97	4.03	74.97	4.03	71.89				
4.49	89.29	4.49	76.52	4.49	74.86				
4.99	92.12	4.99	78.35	4.99	77.60				
5.47	94.77	5.47	80.00	5.47	80.16				
6.00	96.77	6.00	81.02	6.00	82.00				
6.48	98.70	6.48	82.06	6.48	84.42				
6.99	100.26	6.99	84.36	6.99	85.89				
7.48	101.75	7.48	84.96	7.48	87.85				
7.99	102.94	7.99	85.85	7.99	89.21				
8.46	104.16	8.46	87.16	8.46	90.57				
8.96	105.25	8.96	87.71	8.96	91.90				
9.45	106.03	9.45	88.81	9.45	93.14				
9.97	106.74	9.97	89.47	9.97	93.93				
10.46	107.18	10.46	89.84	10.46	95.52				
10.97	107.34	10.97	90.72	10.97	96.29				
11.46	107.52	11.46	90.76	11.46	96.99				
11.97	107.51	11.97	92.07	11.97	97.80				
12.44	107.62	12.44	92.49	12.44	98.04				
12.94	107.76	12.94	92.80	12.94	98.46				
13.41	107.78	13.41	93.42	13.41	98.53				
13.94	107.12	13.94	93.45	13.94	99.28				
14.48	106.67	14.48	94.20	14.48	99.62				
14.97	106.42	14.97	94.17	14.97	100.22				
15.49	105.85	15.49	94.48	15.49	100.72				
15.96	105.63	15.96	95.41	15.96	100.96				
16.47	105.49	16.47	95.78	16.47	101.36				
16.96	105.24	16.96	96.01	16.96	101.78				
17.47	104.59	17.47	96.35	17.47	102.23				
17.97	103.96	17.97	95.98	17.97	102.75				
18.49	103.58	18.49	97.07	18.49	102.87				
18.98	103.38	18.98	97.40	18.98	103.17				
19.49	103.01	19.49	98.19	19.49	103.29				
19.96	102.33	19.96	98.86	19.96	102.96				


Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA
ASTM 2850 - 95

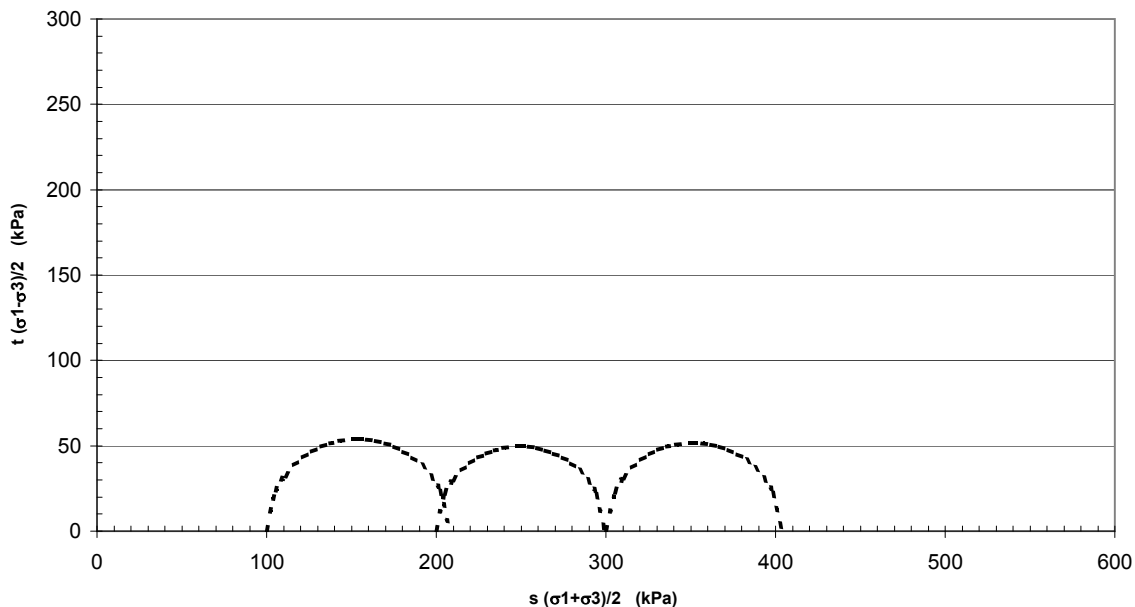
COMMITTENTE:	AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po		
CANTIERE:	Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)		
CAMPIONE:	D2S1 SH1		
COMMESSA:	17812/18	DURATA PROVE:	08 - 28/02/19
VERBALE ACC.:	043/19	DATA CONSEGNA:	28/01/19

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

CONDIZIONI A ROTTURA

Sigma 3:	100	200	300
Tensione deviatorica a rottura (kPa):	107.78	98.19	103.29
Deformazione a rottura (%):	13.41	19.49	19.49
Cu (kPa):	53.89	49.09	51.64
Cu Media (kPa):	51.54		
Dev. Standard Cu (kPa):	2.40		

Stress Path





elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44122 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: **AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po**
CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**
CAMPIONE: **D2S1 SH1 m 8.10 - 8.80**
COMMESSA: 17812/18 DURATA PROVE: 08 - 28/02/19
VERBALE ACC.: 043/19 DATA CONSEGNA: 28/01/19
GEO - CERT. n°: rev.00 del:

edometro n: Ed 1

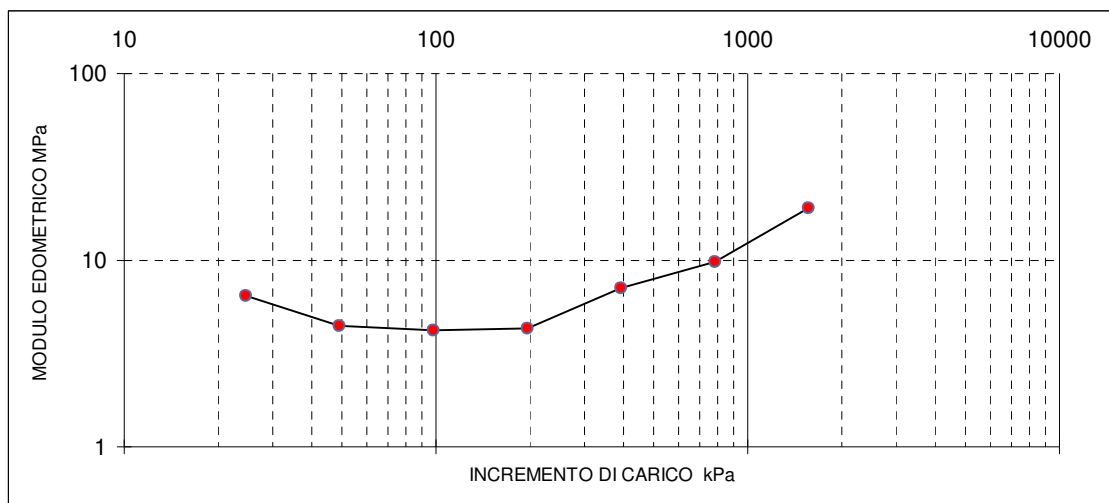
bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo con argilla grigio

Dp	DH	epsilon	e	e (t100)	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)			(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(MPa)
12.3	0.028	0.14	0.698	0.698			
24.5	0.066	0.33	0.695	0.695	0.026	0.015	6.47
49.1	0.177	0.88	0.685	0.685	0.038	0.023	4.43
98.1	0.409	2.05	0.665	0.668	0.040	0.024	4.22
196.2	0.865	4.32	0.627	0.633	0.039	0.023	4.31
392.4	1.417	7.08	0.580	0.587	0.024	0.014	7.11
784.8	2.217	11.09	0.512	0.521	0.017	0.010	9.80
1569.6	3.043	15.21	0.442	0.454	0.009	0.005	19.02
392.4	2.907	14.54	0.453	0.453			
98.1	2.717	13.58	0.469	0.467			

Dati provino	Iniziale	Finale
Altezza provino (mm)	20.000	17.283
Umidità (%)	24.6	17.4
Massa volumica apparente (Mg/m ³):	1.98	2.16
Massa volumica apparente secca (Mg/m ³):	1.59	1.84
Indice dei vuoti:	0.70	0.47
Grado di Saturazione (%):	95	100
Massa volumica reale (Mg/m ³)	2.70	



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44122 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

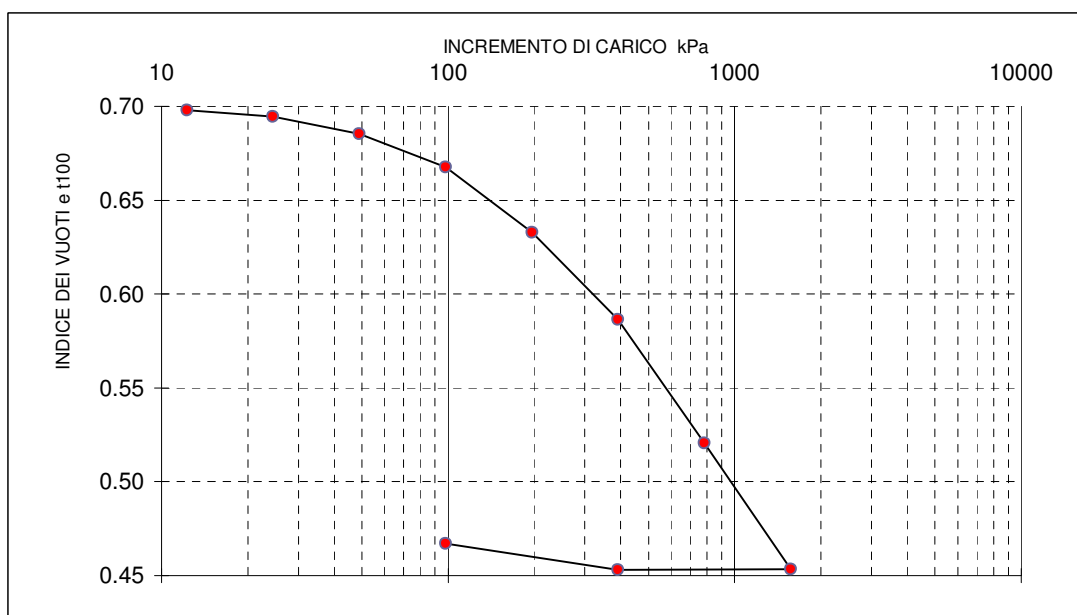
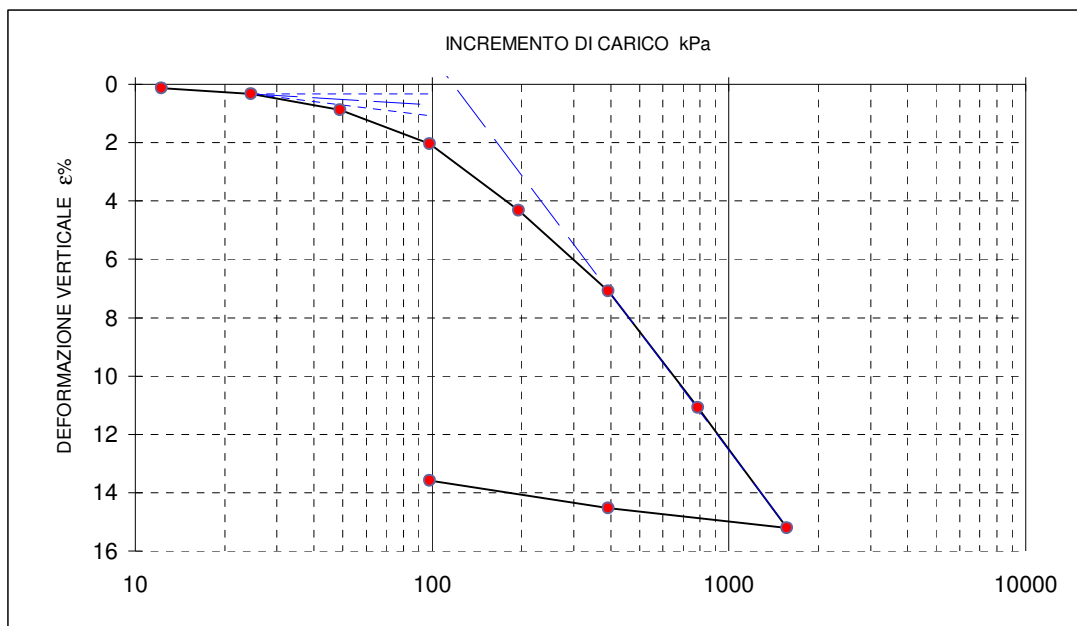
Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po		
CANTIERE:	Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)		
CAMPIONE:	D2S1 SH1 m 8.10 - 8.80		
COMMESSA:	17812/18	DURATA PROVE:	08 - 28/02/19
VERBALE ACC.:	043/19	DATA CONSEGNA:	28/01/19
GEO - CERT. n°:		rev.00 del:	



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44122 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: **AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po**
CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**
CAMPIONE: **D2S1 SH1 m 8.10 - 8.80**
COMMESSA: 17812/18 DURATA PROVE: 08 - 28/02/19
VERBALE ACC.: 043/19 DATA CONSEGNA: 28/01/19
GEO - CERT. n°: rev.00 del:

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	12.3	24.5	49.1	98.1	196.2	392.4
0.08	0.027	0.054	0.106	0.272	0.577	1.084
0.14	0.028	0.055	0.109	0.284	0.604	1.115
0.23	0.028	0.057	0.112	0.293	0.632	1.152
0.39	0.028	0.058	0.116	0.304	0.656	1.176
1.08	0.028	0.060	0.123	0.322	0.697	1.211
1.81	0.000	0.061	0.127	0.332	0.713	1.242
5.05	0.000	0.062	0.135	0.345	0.750	1.285
8.44	0.000	0.063	0.138	0.350	0.764	1.307
14.09	0.000	0.064	0.140	0.355	0.781	1.322
39.29	0.000	0.065	0.150	0.367	0.802	1.347
65.61	0.000	0.065	0.153	0.373	0.812	1.358
109.58	0.000	0.066	0.159	0.380	0.823	1.369
182.98	0.000	0.066	0.165	0.389	0.831	1.378
305.58	0.000	0.066	0.169	0.394	0.837	1.390
510.33	0.000	0.066	0.174	0.400	0.849	1.399
852.27	0.000	0.066	0.176	0.403	0.857	1.409
1423.30	0.000	0.066	0.177	0.409	0.865	1.417

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	784.8	1569.6	392.4	98.1		
0.08	1.758	2.448	2.973	2.827		
0.14	1.773	2.482	2.945	2.826		
0.23	1.798	2.522	2.938	2.823		
0.39	1.833	2.567	2.935	2.819		
1.08	1.906	2.664	2.927	2.807		
1.81	1.942	2.721	2.924	2.797		
5.05	2.015	2.820	2.919	2.771		
8.44	2.045	2.852	2.916	2.760		
14.09	2.072	2.881	2.915	2.751		
39.29	2.115	2.927	2.913	2.738		
65.61	2.132	2.954	2.913	2.734		
109.58	2.148	2.968	2.911	2.730		
182.98	2.166	2.980	2.911	2.727		
305.58	2.177	2.996	2.910	2.725		
510.33	2.193	3.014	2.908	2.723		
852.27	2.206	3.031	2.907	2.720		
1423.30	2.217	3.043	2.907	2.717		

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44122 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

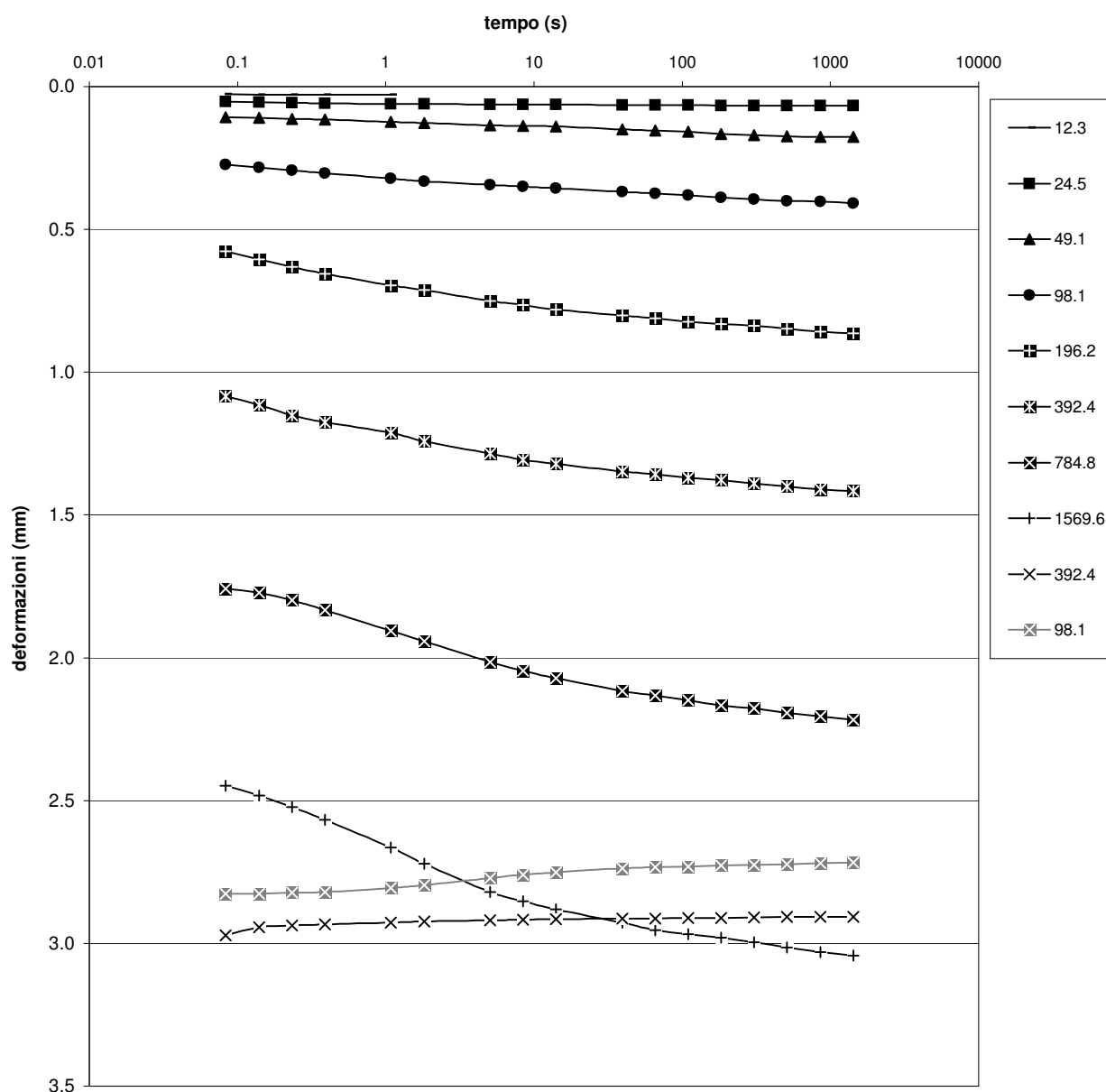
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po		
CANTIERE:	Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)		
CAMPIONE:	D2S1 SH1	m 8.10 - 8.80	
COMMESSA:	17812/18	DURATA PROVE:	08 - 28/02/19
VERBALE ACC.:	043/19	DATA CONSEGNA:	28/01/19
GEO - CERT. n°:		rev.00 del:	



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

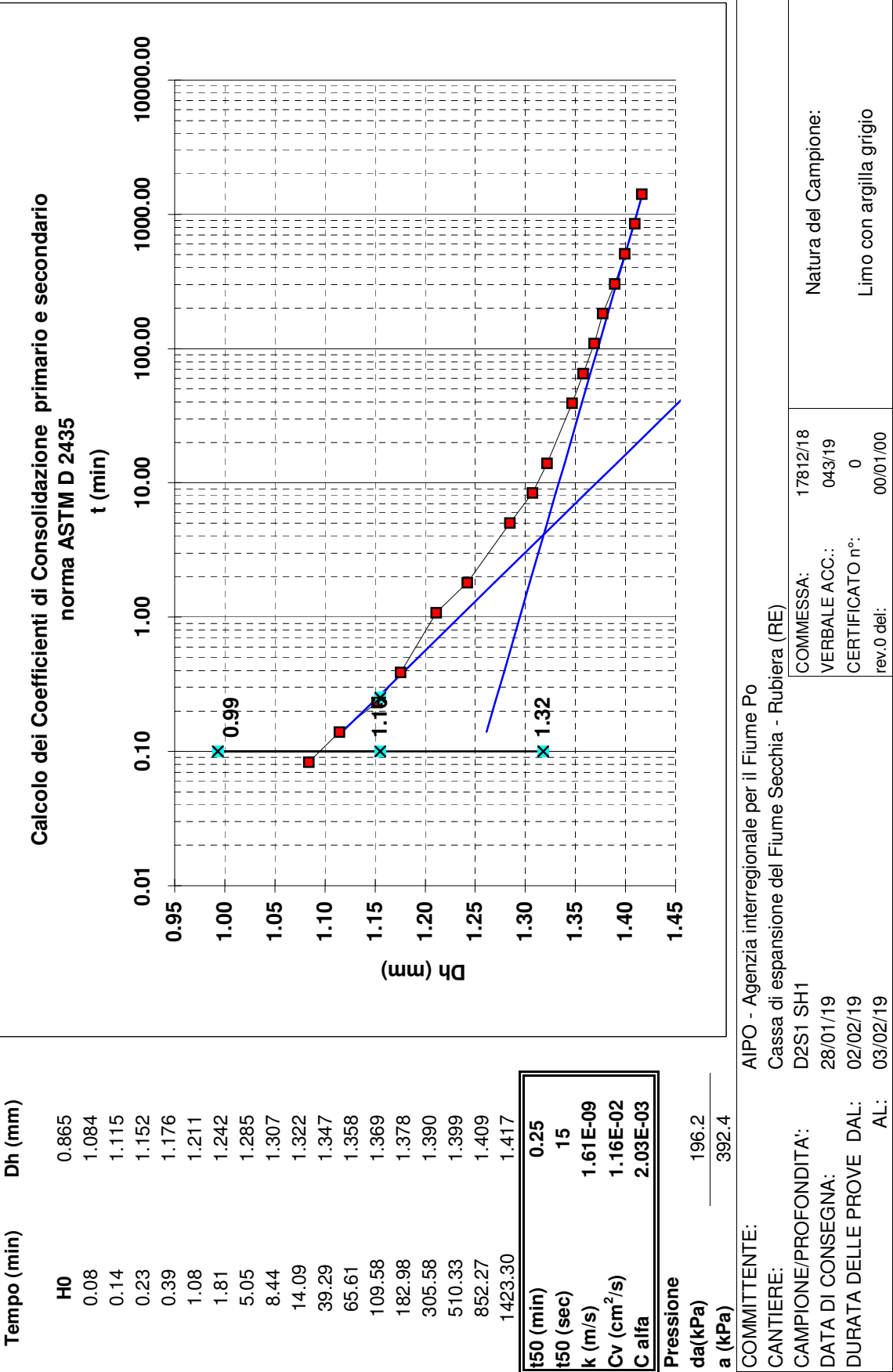
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



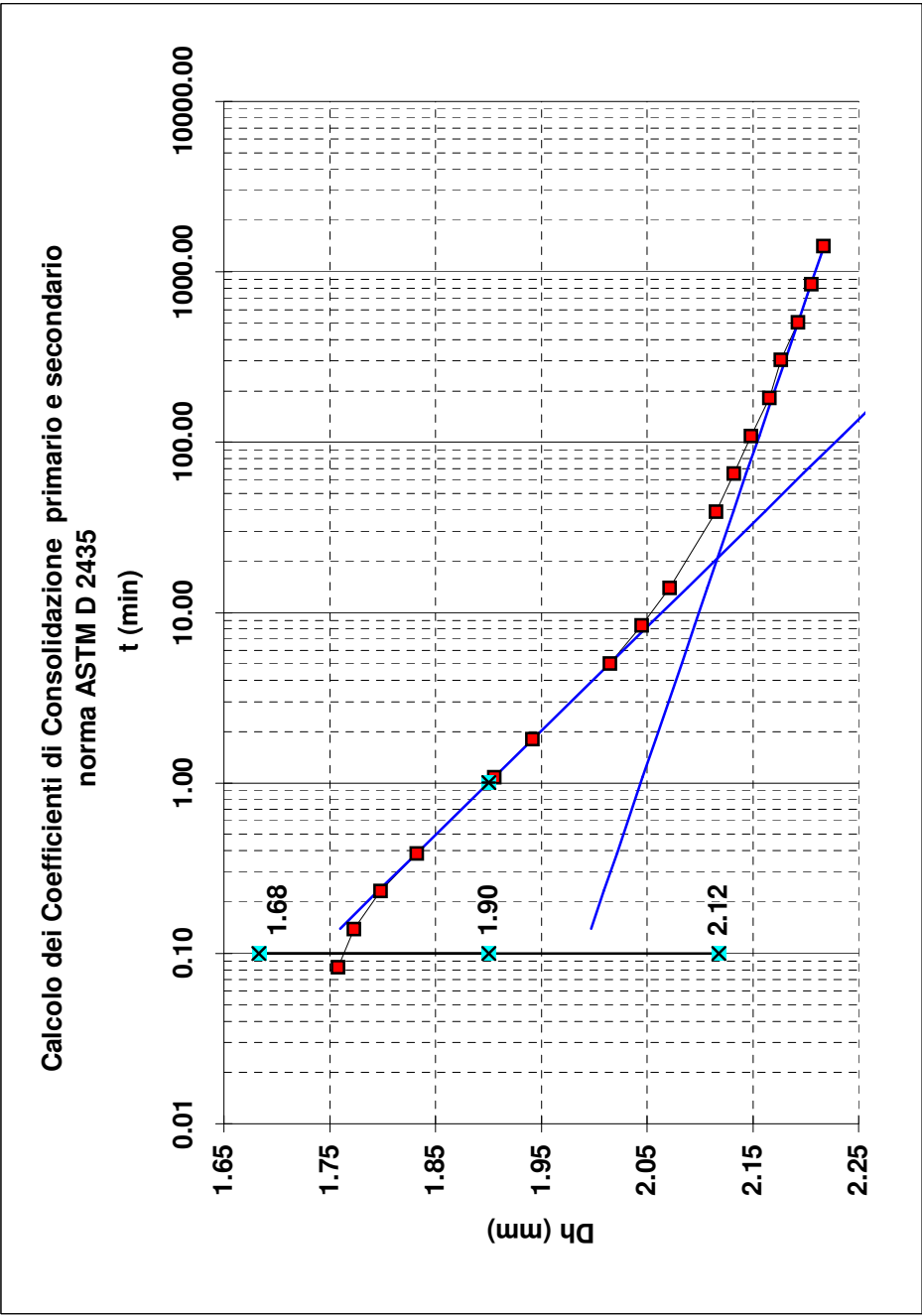
Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387
sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1.417
0.08	1.758
0.14	1.773
0.23	1.798
0.39	1.833
1.08	1.906
1.81	1.942
5.05	2.015
8.44	2.045
14.09	2.072
39.29	2.115
65.61	2.132
109.58	2.148
182.98	2.166
305.58	2.177
510.33	2.193
852.27	2.206
1423.30	2.217

tf50 (min)	1.00
tf50 (sec)	60
lk (m/s)	2.71E-10
Cv (cm ² /s)	2.70E-03
C alfa	2.96E-03

Pressione	
da(kPa)	392.4
a (kPa)	784.8

COMMITTENTE:	AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po
CANTIERE:	Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)
CAMPIONE/PROFONDITA':	D2S1 SH1
DATA DI CONSEGNA:	28/01/19
DURATA DELLE PROVE DAL:	03/02/19
AL:	04/02/19
COMMESSA:	17812/18
VERBALE ACC.:	043/19
CERTIFICATO n°:	0
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo con argilla grigio

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

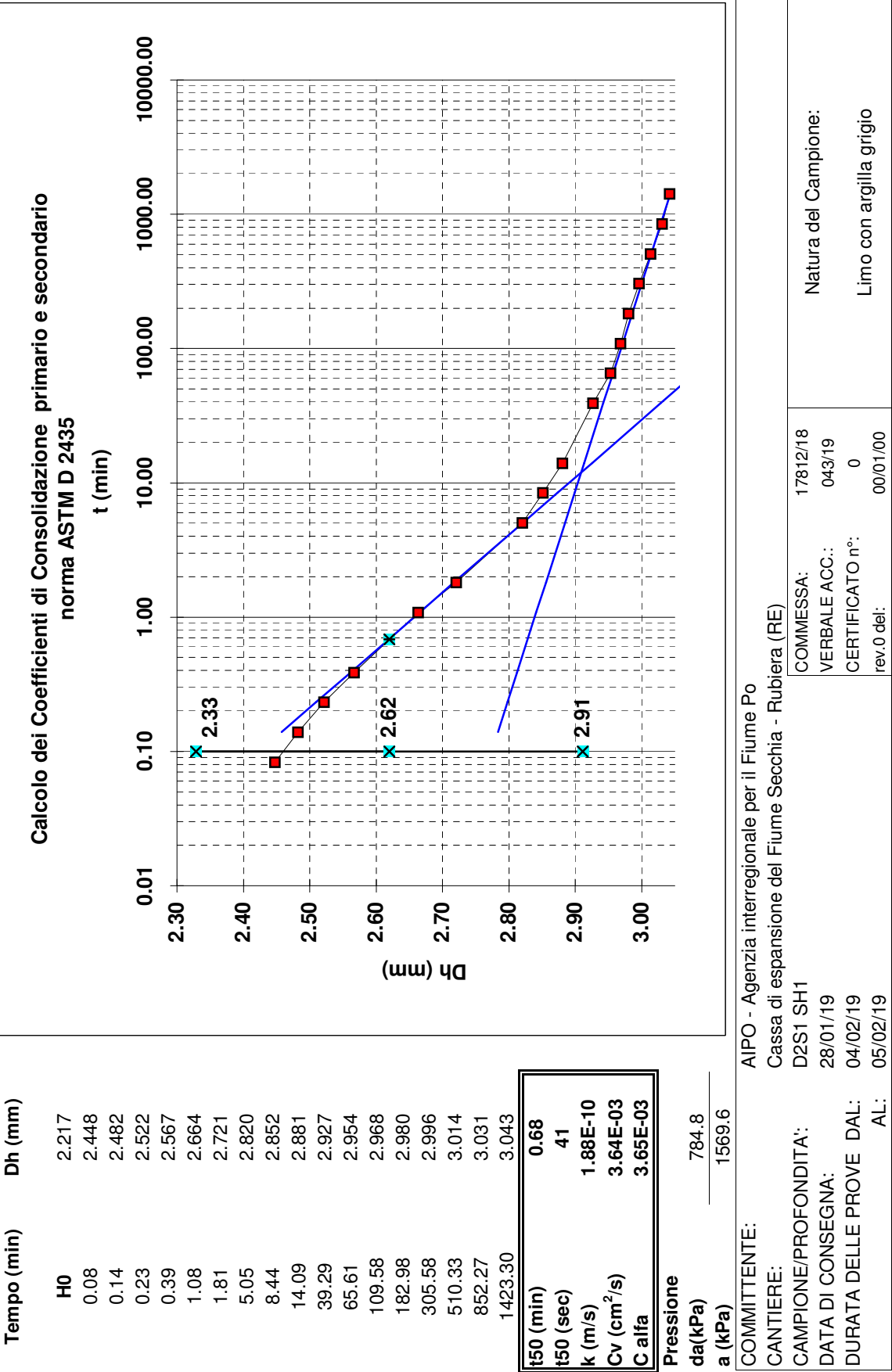
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

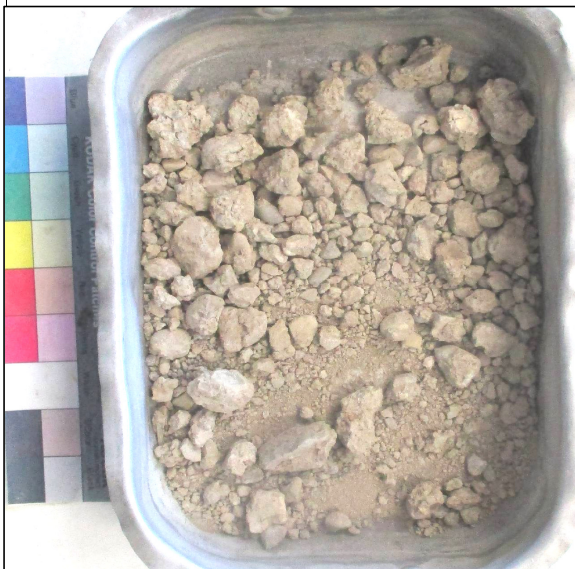
® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po**
CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**
CAMPIONE: **D2S1 SPT1 m 3.00 - 3.45**
COMMESSA: 17812/18
VERBALE ACC.: 043/19
DATA CONSEGNA: 28/01/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 3.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Ghiaia medio-fina sabbiosa limosa marrone
	W naturale (%) 0.8
	γ ricostituito (Mg/m ³) -
	γ secco (Mg/m ³) -
	γ immerso (Mg/m ³) -
	porosità (%) -
	indice dei vuoti -
	grado di saturazione (%) -
	massa specifica (Mg/m ³) -
	PROVE ESEGUITE
	Umidità Naturale - Trassiale UU -
	Limiti Atterberg - Trassiale CIU -
	Gran. Setacciatura SI Edometria -
	Gran. Sedimentazione - Taglio Diretto -
	Peso di Volume - Espansione L.L. -
	Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. -
	Analisi Chimica - Colonna Risonante -
	Taglio Torsionale Cicl. -
	NOTE:
3.45 basso	

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po**

CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**

CAMPIONE: **D2S1 SPT1 m 3.00 - 3.45**

COMMESSA: 17812/18 DURATA PROVE: 11-18/03/19

VERBALE ACC.: 043/19 DATA CONSEGNA: 28/01/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Ghiaia medio-fina sabbiosa limosa marrone

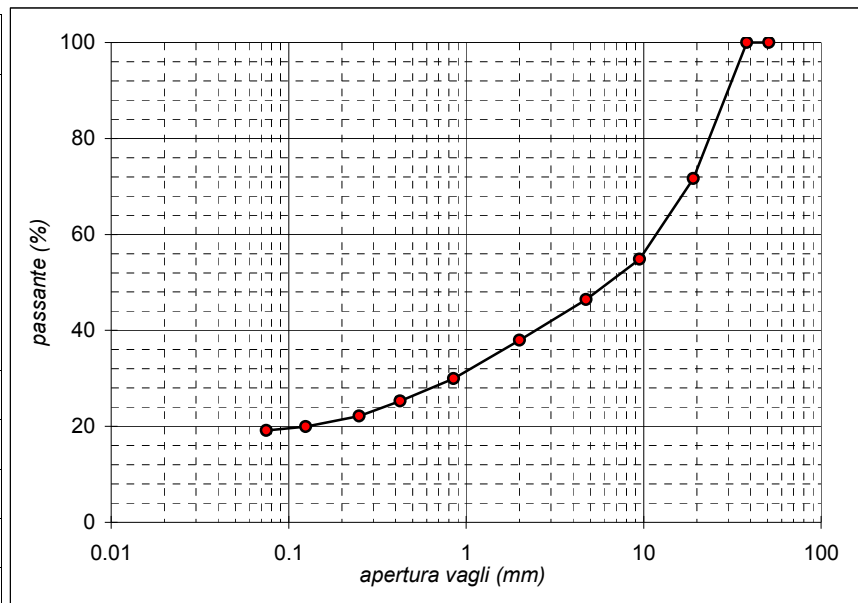
codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
570	setaccio	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
571	setaccio	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.1	120.92	28.34	28.34	71.66
573	setaccio	9.5	71.83	16.83	45.17	54.83
290	setaccio	4.75	35.71	8.37	53.54	46.46
291	setaccio	2.0	36.18	8.48	62.02	37.98
292	setaccio	0.850	34.15	8.00	70.02	29.98
293	setaccio	0.425	19.98	4.68	74.71	25.29
282	setaccio	0.250	13.34	3.13	77.83	22.17
283	setaccio	0.125	9.39	2.20	80.03	19.97
286	setaccio	0.075	3.46	0.81	80.84	19.16
	fondo		81.74	19.16	100.00	0.00
TOTALE			426.70		ϕ max (mm) = 25.1	

Passante effettivo setaccio
0.075 (g) in areometro

t° C	Tempo (s)	Lettura
	30	
	60	
	120	
	300	
	600	
	1200	
	2400	
	4800	
	14400	
	86400	
	172800	
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	53.5%	62.0%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,075 mm
	27.3%	18.8%
LIMO e ARGILLA	< 0,075 mm	< 0,075 mm
	19.2%	19.2%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



Il Direttore del Laboratorio:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po**
CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**
CAMPIONE: **D2S1 SPT2 m 6.00 - 6.45**
COMMESSA: 17812/18
VERBALE ACC.: 043/19
DATA CONSEGNA: 28/01/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 6.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Ghiaia medio-fina sabbiosa limosa marrone
	W naturale (%) 0.7
	γ ricostituito (Mg/m ³) -
	γ secco (Mg/m ³) -
	γ immerso (Mg/m ³) -
	porosità (%) -
	indice dei vuoti -
	grado di saturazione (%) -
	massa specifica (Mg/m ³) -
	PROVE ESEGUITE
	Umidità Naturale - Trassiale UU -
	Limiti Atterberg - Trassiale CIU -
	Gran. Setacciatura SI Edometria -
	Gran. Sedimentazione - Taglio Diretto -
	Peso di Volume - Espansione L.L. -
	Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. -
	Analisi Chimica - Colonna Risonante -
	Taglio Torsionale Cicl. -
	NOTE:
6.45 basso	

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **AIPO - Agenzia interregionale per il Fiume Po**

CANTIERE: **Cassa di espansione del Fiume Secchia - Rubiera (RE)**

CAMPIONE: **D2S1 SPT2 m 6.00 - 6.45**

COMMESSA: 17812/18 DURATA PROVE: 11-18/03/19

VERBALE ACC.: 043/19 DATA CONSEGNA: 28/01/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Ghiaia medio-fina sabbiosa limosa marrone

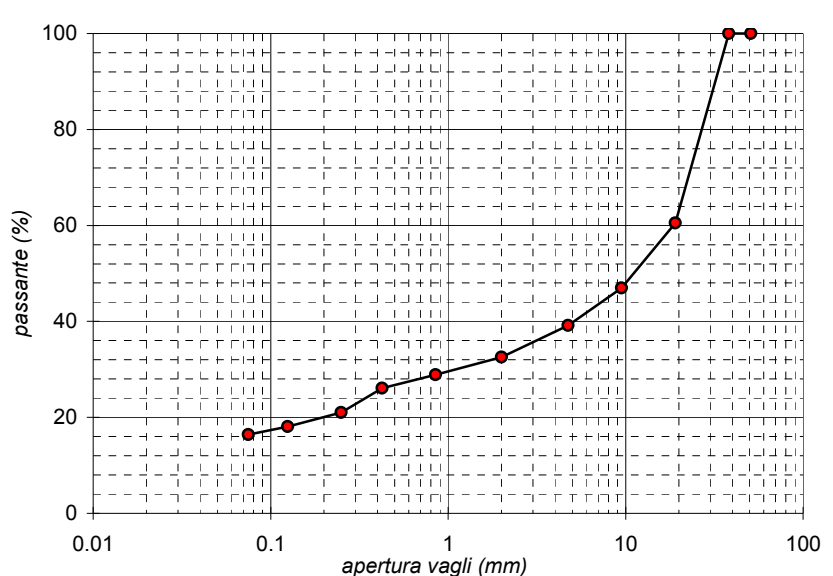
codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
570	setaccio	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
571	setaccio	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.1	153.07	39.53	39.53	60.47
573	setaccio	9.5	52.36	13.52	53.05	46.95
290	setaccio	4.75	30.13	7.78	60.83	39.17
291	setaccio	2.0	25.52	6.59	67.42	32.58
292	setaccio	0.850	14.23	3.67	71.09	28.91
293	setaccio	0.425	10.97	2.83	73.92	26.08
282	setaccio	0.250	19.67	5.08	79.00	21.00
283	setaccio	0.125	11.28	2.91	81.91	18.09
286	setaccio	0.075	6.44	1.66	83.58	16.42
	fondo		63.60	16.42	100.00	0.00
TOTALE			387.27		ϕ max (mm) = 26.3	

Passante effettivo setaccio
0.075 (g) in areometro

t° C	Tempo (s)	Lettura
	30	
	60	
	120	
	300	
	600	
	1200	
	2400	
	4800	
	14400	
	86400	
	172800	
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	60.8%	67.4%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,075 mm
	22.8%	16.2%
LIMO e ARGILLA	< 0,075 mm	< 0,075 mm
	16.4%	16.4%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



Il Direttore del Laboratorio:
dott. geol. Massimo Romagnoli