



**FATTIBILITA' GEOLOGICA
P.U.C.
PER LA REALIZZAZIONE DI EDIFICIO ARTIGIANALI
E COMMERCIALE
LOOC. QUERCE CANFERA**

RICHIEDENTE:

**NOGARD srl
P.a Repubblica
Rapolano Terme**

UBICAZIONE:

**Loc. Querce Canfera – fraz. Bettolle
SINALUNGA (SIENA)**

OGGETTO :

FATTIBILITA' GEOLOGICA

DATA :

OTTOBRE 2021

SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI PREPOSTI

IL TECNICO
GEOL. PIETRO MANINI
N. 187



PREMESSA

Ad evasione dell'incarico ricevuto dalla proprietà è stato eseguito uno studio di fattibilità geologica finalizzato all'individuazione delle problematiche geologiche, idrauliche e sismiche di loc. Querce Canfera per la realizzazione di fabbricati artigianali e commerciale in un'area la quale era destinata ad attività produttiva e dismessa da tempo

1 – UBICAZIONE

L'area oggetto di studio è inserita topograficamente in prossimità del toponimo Querce Canfera nel comprensorio comunale di Sinalunga, fraz. Bettolle.

Cartograficamente l'area è individuabile secondo le seguenti coordinate:

N= 43°1257,44

E= 11°4814,90

Sotto l'aspetto catastale è inserita al F. 69 part. 1356 e 1470

2 – VINCOLI

2.1 – VINCOLO IDROGEOLOGICO

L'area di progetto NON è soggetta a normativa in tema di vincolo idrogeologico.

2.2 – RISCHIO IDRAULICO

In base al vigente Piano Strutturale l'area oggetto di studio non è soggetta a normativa in tema di rischio idraulico né storico né di modellazione.

INDAGINE GEOLOGICA

3- TIPOLOGIA DI INDAGINE

Per la definizione delle caratteristiche geologico stratigrafiche e la parametrizzazione fisico-meccanica dei terreni presenti nell'area di intervento si è proceduto, sia un rilievo geologico, sia a prove penetrometriche del tipo D.P.S.H. pregresse sia ad ulteriori 2 prove eseguita nel lotto in esame.

La prova è stata eseguita con penetrometro Sunda Menir 100 le cui caratteristiche sono riportate in appendice alla prova stessa.

A completamento dell'indagine è stata eseguita una tomografia elettrica al fine di ricostruire la stratigrafia in modo continuo e una misura del rumore sismico (HVSR) in modo continuo e determinare la Vs30 e la classe del suolo per redigere la carta MOPS



4-INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO

La zona in esame è situata nella parte centrale del bacino lacustre della Val di Chiana.

Ad ovest e ad Est affiora la formazione Macigno composta da un'alternanza di banchi di arenarie e marne. Detta formazione sprofondata durante la subsidenza Plio-Pleistocenica secondo un modello ad Horts e Graben è stata ricoperta da materiale fluvio lacustre e continentale del Pliocene e susseguentemente da materiale alluvionale dell'Olocene.

Sul fianco sinistro della valle la formazione Macigno è sprofondata mediamente di oltre 200 m. di spessore.

Segue un materiale argilloso e argilloso sabbioso del Pliocene medio superiore depositatosi in facies lacustre prima e continentale dopo.

Al tetto di questa formazione si è depositato nell'Oligocene un materiale alluvionale composto da ciottoli, sabbie e argille generalmente miste tra loro in proporzioni variabili da punto a punto.

GEOLOGIA

La zona è geologicamente costituita da materiale sabbioso e argilloso del Pliocene.

Risulta essere normalconsolidata e poco permeabile. Da alcune trivellazioni eseguite nella zona si può affermare che lo spessore di detto materiale è di circa 200 m. a cui segue la formazione arenacea del Macigno.

Più in particolare, nel lotto in esame, rispetto all'attuale piano campagna e' risultata la presenza di un terreno sabbioso e sabbioso limoso di colore giallo ocra normalconsolidato fino alla profondità di circa 20 m. Con l'aumentare della profondità il materiale passa progressivamente ad essere di tipo argilloso grigio compatto ed impermeabile.

La stratificazione, per le conoscenze dirette della zona, si può affermare che risulta essere suborizzontale al pendio.

5-MORFOLOGIA

Per quanto riguarda l'area in esame risulta essere rimaneggiata in quanto trattasi una vecchia area di cava dismessa, dove si trovano superficialmente terreni rimaneggiati e mal raccordati tra loro. Successivamente è stata utilizzata come pista di transito per raggiungere il vecchio impianto di c.l.s

Dal rilievo non e' emersa la presenza di segni morfologici particolari ma è risultata la presenza di piccoli fenomeni erosivi in atto e di ristagni di acqua per una scorretta regimazione.

La zona è ubicata al sommo di una collinetta di un debole versante dove è affiorante materiale sabbioso e argilloso del pliocene.

Detta collinetta è debolmente acclive (3-5%) e priva di problemi gravitativi in quanto l'angolo naturale del terreno è nettamente superiore a quello di inclinazione del versante.

Gli interventi in progetto non necessitano di opere edili particolari ma necessitano esclusivamente di modesti movimenti terra e di una corretta regimazione delle acque attraverso fossette di scolo che contribuiranno a migliorare l'attuale assetto idrografico.

I fabbricati esistenti risultano essere stabili e privi di lesioni dovute ad effetti morfologici.

6-RISCHIO IDRAULICO

La zona non rientra nelle aree a rischio idraulico.

La zona non ricade in area a rischio per quanto previsto dalla C.T.R. delle aree allagate.

La zona non rientra nelle aree previste dal D. C.R. 230.

La zona trovasi in area a rischio idraulico irrilevante sia per la quota sia per la pendenza del terreno che favoriscono lo scolo delle acque. Ciò è confermato sia dalla carta delle aree allagate sia dallo studio di modellazione effettuato per il P-S. comunale.

7-IDROGEOLOGIA

Il materiale affiorante è poco permeabile per porosità e dal rilievo eseguito, dalle penetrometrie e dall'indagine sismica si può affermare che non esiste presenza di acqua almeno fino alla profondità di 30 m. dal piano campagna.

Da conoscenze dirette del pozzo artediano presente nel lotto di terreno è possibile affermare che la falda trovasi intorno alla profondità di 50-60 m.. il livello statico risale mediamente tra 35 e 40 m. e risulta essere ben protetta dallo strato argilloso sovrastante.

L'intervento previsto pertanto non porta a variazioni idrogeologiche della zona e l'area è a vulnerabilità medio bassa

8- SENSIBILITA' DEGLI ACQUIFERI – PTCP2010

La presente fattibilità recepisce la disciplina del PTCP della Provincia di Siena in materia degli acquiferi sensibili.

Nell'area in esame valgono le prescrizioni indirizzate alla tutela e alla conservazione degli acquiferi sotterranei come previsto dal PTCP per quanto riguarda le **AREE SENSIBILI A CLASSE 2**

9 – ANALISI SISMICO

Al fine di redigere la cartografia MOPS e quindi effettuare lo studio di MS per l'area oggetto d'intervento è stato eseguito uno studio del rumore sismico spettrale HVSR.

REPORT INDAGINE SISMICA HVSR

La tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratios*) è basata sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticale del rumore sismico ambientale.

Le frequenze di risonanza corrispondono ai massimi della funzione che rappresenta rapporti spettrali medi in funzione della frequenza (funzione H/V). L'ampiezza di questi massimi è proporzionale (anche se non linearmente) all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura.

La misura della funzione H/V richiede l'acquisizione del rumore sismico ambientale in un punto per tempi dell'ordine di diverse decine di minuti. Questa durata ha lo scopo di garantire la misura del campo di rumore generato da una molteplicità di sorgenti dalle diverse

direzioni dello spazio. La misura va effettuata utilizzando un sistema di acquisizione tri-direzionale caratterizzato da sufficiente sensibilità. I dati raccolti vanno analizzati per determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore misurate sul piano orizzontale e verticale. A questo scopo, la serie di rumore ambientale viene suddivisa in segmenti di durata simile (tipicamente qualche decina di secondi) per ciascuna delle quali viene determinato lo spettro del moto. Dopo un opportuno liscio, le ordinate spettrali del moto sul piano orizzontale, ottenuto mediando opportunamente i valori ottenuti nelle due direzioni principali, vengono divise per quelle ottenute nella direzione verticale. L'andamento dei rapporti spettrali viene ottenuto mediando i valori ottenuti per le diverse finestre temporali considerate. Per definire la qualità delle misure vengono anche valutate le variazioni temporali e azimutali dei rapporti spettrali nel corso della sessione di misura.

Dati generali

Nome progetto: FATTIBILITA' p.m.a.a.

Committente: CUGUSI MARIO

Data: 17/09/2013 12:00:00

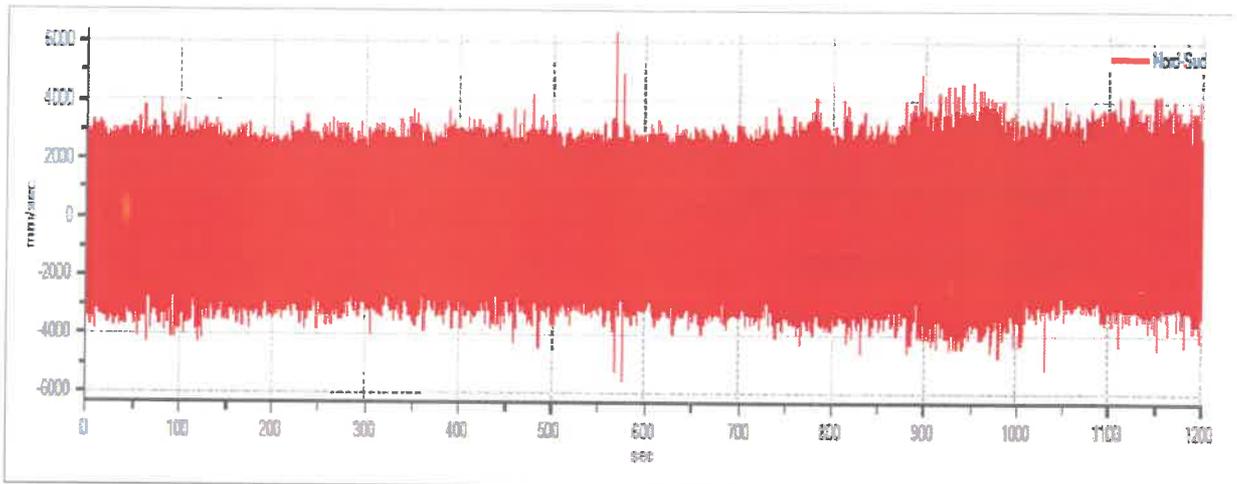
Zona: Interessata da vento, disturbo veicolare debole

Tracce in input

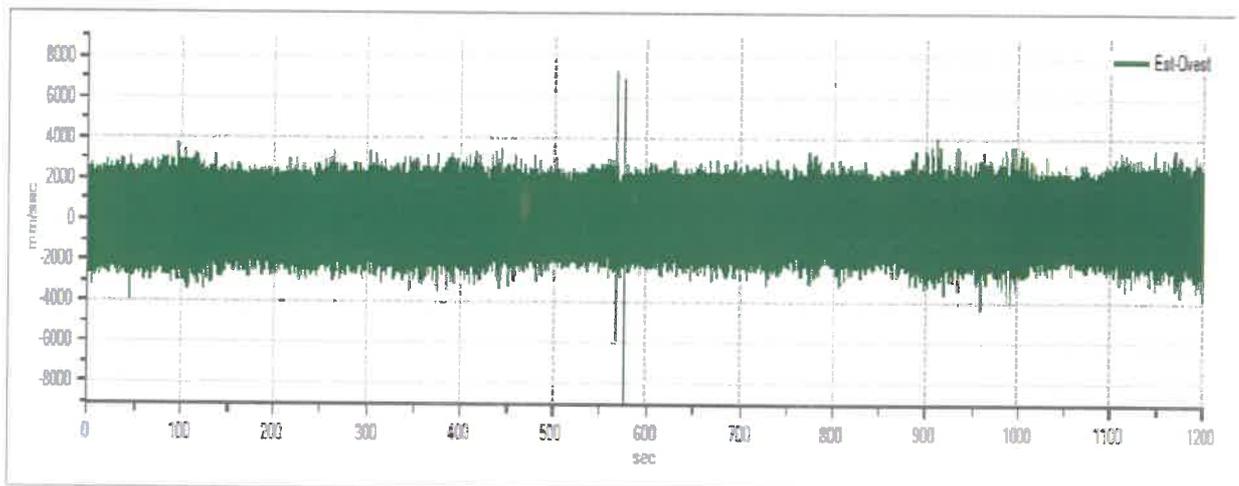
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1000 s
Frequenza di campionamento:	300.00 Hz
Numero campioni:	300000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale

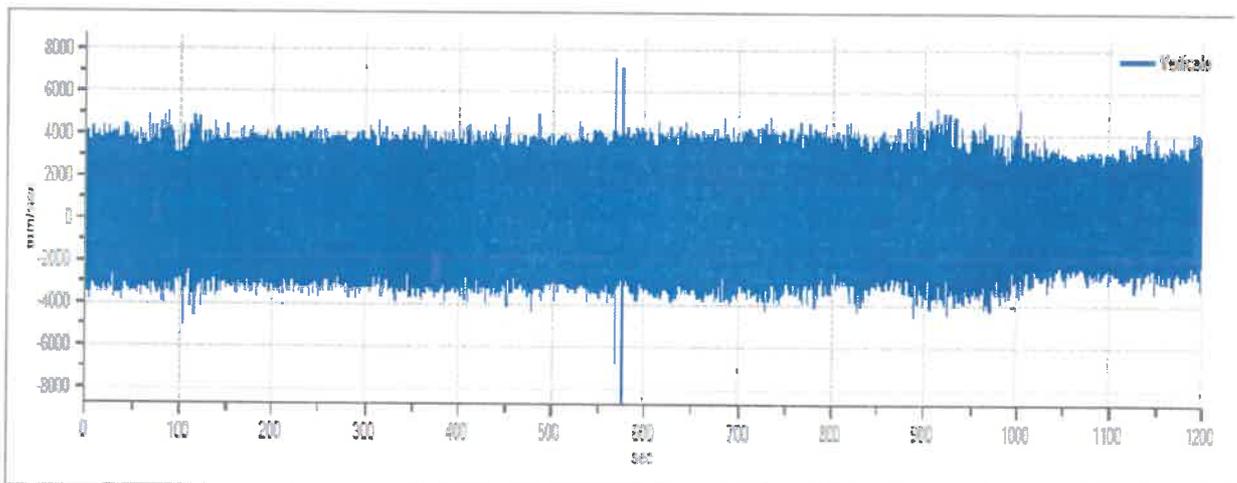
Grafico Tracce



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre

selezionate: 43

Numero finestre incluse nel

calcolo: 43 Dimensione

temporale finestre: 27,307 s

Tipo di lisciamiento: Triangolo proporzionale

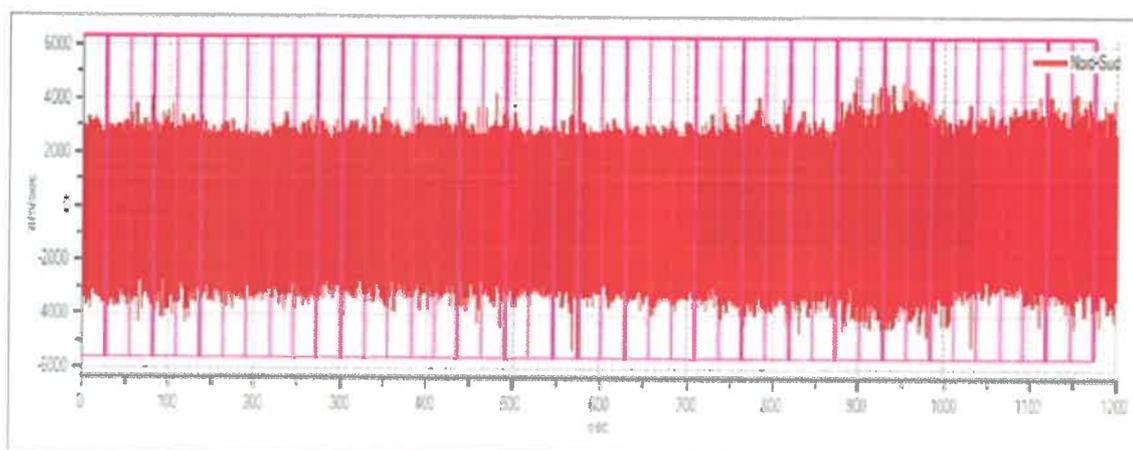
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

Tabella finestre:

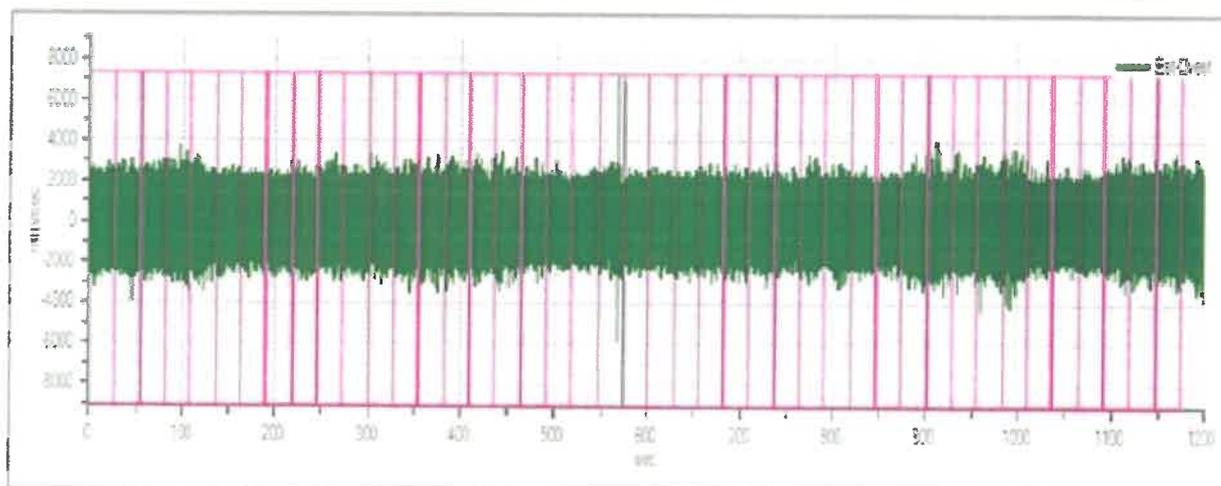
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	27.307	Inclusa
2	27.307	54.613	Inclusa
3	54.613	81.92	Inclusa
4	81.92	109.227	Inclusa
5	109.227	136.533	Inclusa
6	136.533	163.84	Inclusa
7	163.84	191.147	Inclusa
8	191.147	218.453	Inclusa
9	218.453	245.76	Inclusa
10	245.76	273.067	Inclusa
11	273.067	300.373	Inclusa
12	300.373	327.68	Inclusa
13	327.68	354.987	Inclusa
14	354.987	382.293	Inclusa
15	382.293	409.6	Inclusa
16	409.6	436.907	Inclusa
17	436.907	464.213	Inclusa
18	464.213	491.52	Inclusa
19	491.52	518.827	Inclusa
20	518.827	546.133	Inclusa
21	546.133	573.44	Inclusa
22	573.44	600.747	Inclusa
23	600.747	628.053	Inclusa
24	628.053	655.36	Inclusa
25	655.36	682.667	Inclusa
26	682.667	709.973	Inclusa
27	709.973	737.28	Inclusa
28	737.28	764.587	Inclusa

29	764.587	791.893	Inclusa
30	791.893	819.2	Inclusa
31	819.2	846.507	Inclusa
32	846.507	873.813	Inclusa
33	873.813	901.12	Inclusa
34	901.12	928.427	Inclusa
35	928.427	955.733	Inclusa
36	955.733	983.04	Inclusa
37	983.04	1010.347	Inclusa
38	1010.347	1037.653	Inclusa
39	1037.653	1064.96	Inclusa
40	1064.96	1092.267	Inclusa
41	1092.267	1119.573	Inclusa
42	1119.573	1146.88	Inclusa
43	1146.88	1174.187	Inclusa

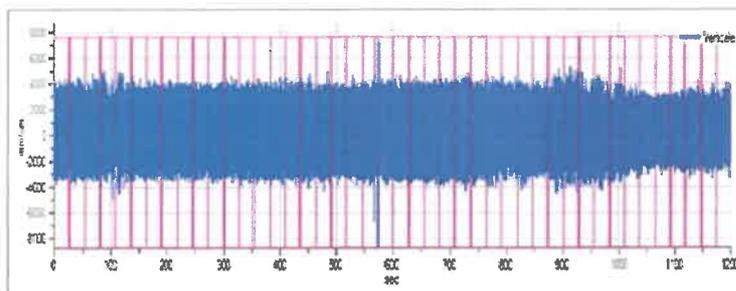
Grafici tracce con finestre selezionate:



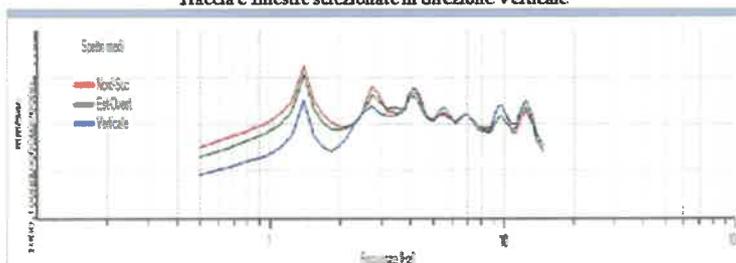
Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



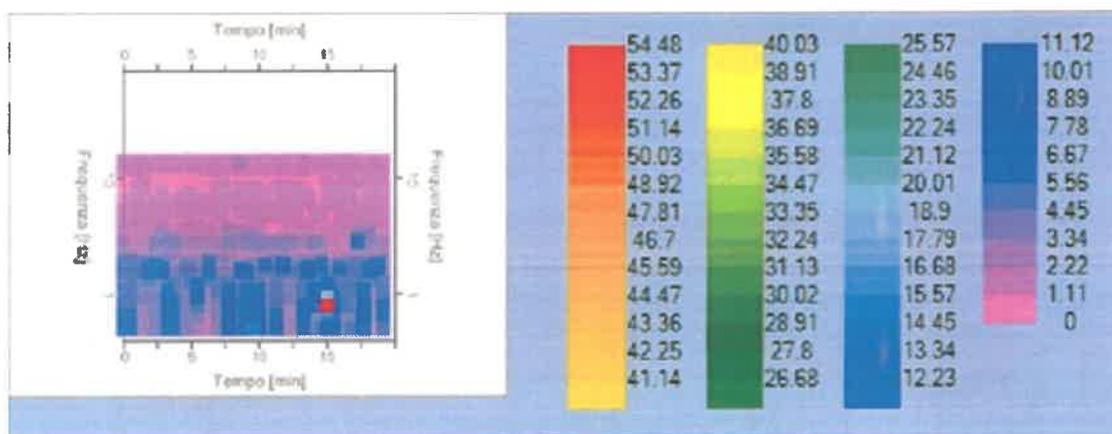
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



Grafici degli spettri Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri

Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.15 Hz

Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale

Percentuale di lisciamento: 10.00 %

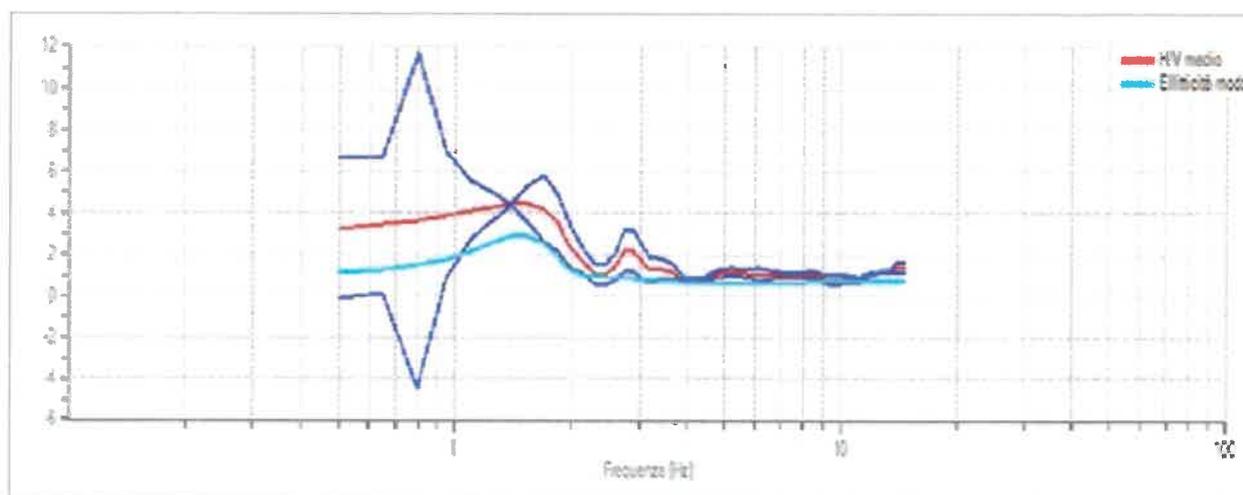
Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 1.55 Hz \pm 0.21 Hz

Entrambi le indagine sismiche non indicano zona di forte impedenza, il valore di H/V nei primi 30m è sempre basso e privo di picchi rilevanti. L'indagine posiziona un contrasto medio-forte alla profondità di circa 68m.

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Modello stratigrafico con indagine HVSR

Dati riepilogativi:

Numero strati: 3

Frequenza del picco

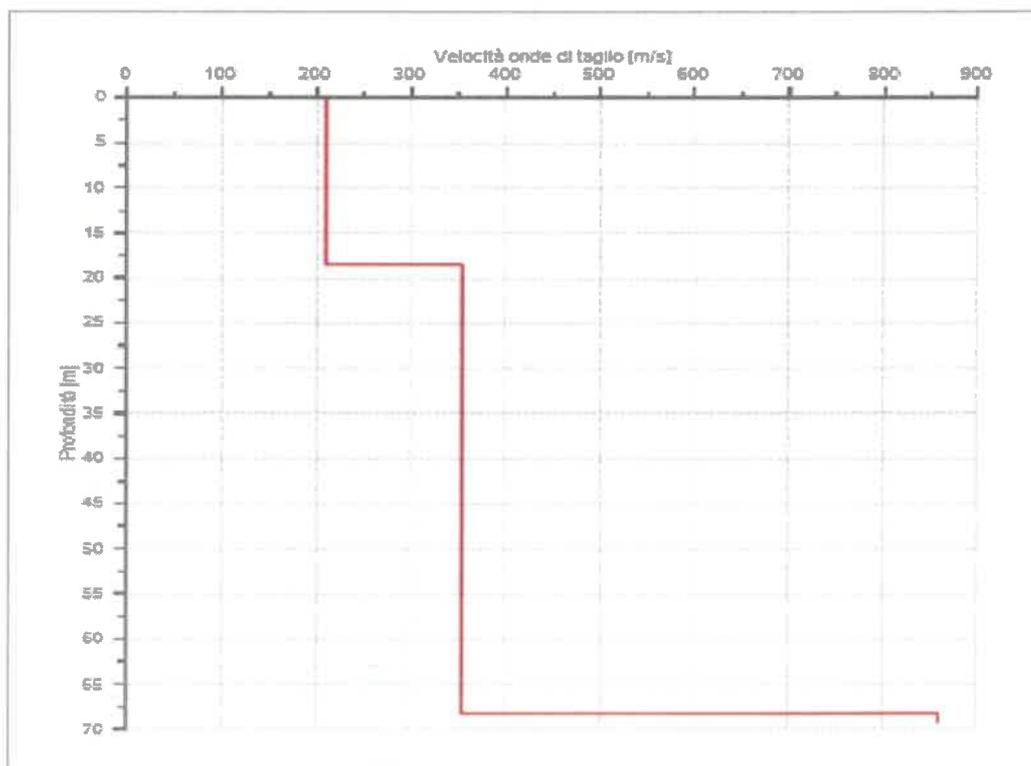
dell'ellitticità: 1.55 Hz

Valore di disadattamento: 0.20

Valore Vs30: 248.55 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol.	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio
1	0	18.51	18	0.3	210
2	18.51	49.78	18	0.3	354
3	68.29	1	18	0.3	859



7- RISULTATI PROVE GEOGNOSTICHE E DI INDAGINI SISMICHE

Per la stesura di quanto sopra si è fatto riferimento ad indagini di archivio dell'area e alla realizzazione di n. 2 prove penetrometriche

Le caratteristiche geotecniche del materiale sono risultate:

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Peso Unità di Volume (Um³)	Peso Unità di Volume Saturo	Angolo d'atito Fi (°)	Coesione non drenata Cu	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson
1	0,6	18,9	Incoerente	1,68	1,99	36,74	0	66,29	169,5	0,32
2	4,5	10,53	Incoerente/Coesiv	1,48	1,92	33,87	1,03	49,09	127,65	0,33
3	9,9	26,21	Incoerente/Coesiv	1,68	2,03	38,78	2,6	81,3	206,65	0,3

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Peso Unità di Volume (Um³)	Peso Unità di Volume Saturo	Angolo d'atito Fi (°)	Coesione non drenata Cu	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson
1	0,6	22,81	Incoerente	1,63	2,01	37,88	0	74,32	189,05	0,31
2	4,5	12,46	Incoerente/Coesiv	1,51	1,94	34,68	1,23	53,06	137,3	0,33
3	9,9	31,7	Incoerente/Coesiv	1,71	2,07	40,03	3,15	92,58	233,5	0,29

10 – ANALISI CARTOGRAFICA

10.1 – CARTA GEOLOGICA

L'area risulta coperta da cartografia geologica regionale alla scala 1:10.000, è stata utilizzata come base dello studio geologico tale elaborazione.

L'area in esame è posta in una zona caratterizzata dalla presenza di depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso argillosi del pliocene.

10.2 – CARTA GEOMORFOLOGICA

E' stato tenuto conto di eventuali e specifici indirizzi tecnici dettati dalla pianificazione di bacino, sono analizzati le forme ed i processi geomorfologici legati alla dinamica di versante ed alla dinamica fluviale valutandone il relativo stato di attività:

- attivo (qualora siano presenti evidenze morfologiche di movimento che, non avendo esaurito la loro evoluzione, possono considerarsi recenti, riattivabili nel breve periodo con frequenza e/o con carattere stagionale);

- quiescente (qualora siano presenti evidenze morfologiche che, non avendo esaurito la loro evoluzione, hanno la possibilità di riattivarsi);

- inattivo (qualora gli elementi morfologici siano riconducibili a condizioni morfoclimatiche diverse dalle attuali o non presentino condizioni di riattivazione o di evoluzione).

Nelle zone di versante sono stati in particolare approfonditi gli aspetti relativi ai fenomeni franosi.

Per ogni frana, nel seguente studio non sono presenti, è stata evidenziata la zona di distacco, la zona di scorrimento (visibile o ipotizzata) e la zona di accumulo (se presente).

Nelle zone di pianura sono in particolare approfonditi gli aspetti legati alle forme di erosione e di accumulo fluviale, lacustre, marino, eolico.

Per quanto riguarda l'ambiente fluviale, sono evidenziati anche gli elementi antropici quali le opere di difesa idraulica, in quanto elementi in interazione diretta con la dinamica d'alveo.

In particolare è stato considerato per i movimenti morfologici: per le frane a cinematica lenta come gli scorrimenti, gli scorrimenti-colata e le colate lente, le aree di possibile evoluzione possono essere generalmente limitate alle immediate vicinanze delle frane stesse.

Per le frane a cinematica veloce (crolli, cadute massi, ribaltamenti, scivolamenti in roccia) le aree di possibile evoluzione possono comprendere le pareti rocciose o i tratti di versanti molto acclivi e le sottostanti aree di accumulo di detrito (coni detritici).

Per le frane a cinematica rapida (colate di detrito o di terra) le aree di possibile evoluzione possono coincidere con gli impluvi di ordine inferiore.

Per tutti i comuni classificati sismici, ad esclusione di quelli in zona 4, i dati esistenti devono consentire una caratterizzazione geomorfologica finalizzata alla redazione di studi e cartografie di MS livello 1, così come definite nelle ICMS e dalle specifiche tecniche di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

L'area in esame non risulta essere caratterizzata da particolari problematiche geomorfologiche fatto salvo la presenza di alcune scarpate antropiche le quali sono in gran parte già state eliminate da un precedente intervento.

10.3 – LITOTECNICA

Per i terreni di copertura sono acquisite le informazioni relative allo spessore ed al grado di cementazione e/o di consistenza/addensamento, nonché le informazioni relative alle caratteristiche geotecniche per i casi più scadenti quali: le torbe, i terreni con consistenti disomogeneità verticali e laterali, i terreni granulari non addensati, i terreni argillosi soggetti a fenomeno di ritiro e rigonfiamento, i riporti e i riempimenti.

L'area in esame risulta essere caratterizzata da depositi formati sabbie limose e argillose, la natura litotecnica prevalente è granulare

10.4 – CARTA IDROGEOLOGICA

Con particolare riferimento alle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, la ricostruzione dell'assetto idrogeologico (assetto strutturale e stratigrafico) è finalizzata all'individuazione dei corpi idrici sotterranei, alla definizione della loro configurazione, degli schemi della circolazione idrica sotterranea, delle eventuali interconnessioni tra acquiferi limitrofi e acque superficiali. A tal fine, possono essere utilizzati gli elementi presenti nel PIT, negli altri atti di pianificazione regionale, nonché i dati e gli elementi elaborati dalle Autorità di bacino competenti per territorio o dalle amministrazioni provinciali nell'ambito delle specifiche competenze. La ricostruzione è effettuata in maniera commisurata al grado di approfondimento ritenuto necessario ed alle caratteristiche idrogeologiche della parte di territorio studiata. Sono inoltre indicati gli eventuali disequilibri in atto anche conseguenti ad azioni antropiche sulla risorsa (subsidenza, modifiche morfologiche quali scavi o sbancamenti), nonché le potenziali situazioni di criticità (acquiferi di subalveo, zone di ricarica degli acquiferi).

L'area in esame risulta essere caratterizzata da litotipi con media permeabilità primaria costituiti da sabbie limose.

10-5 CARTA DELLE AREE ALLAGATE

Come risulta dalla cartografia allegata l'area è posta in alto morfologico e si esclude che l'area possa essere interessata da fenomeni di alluvionabilità e ristagno come risulta sia dalla carta della pericolosità idraulica storica sia da quella di modellazione.

10.6 – CARTA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

La cartografia è stata definita secondo quanto previsto dalla normativa vigente, in particolare sono stati indicati 4 livelli di pericolosità, la seguente definizione è stata ricavata basandosi sulle carte della pericolosità idraulica del Piano Strutturale.

Pericolosità idraulica molto elevata (I.4): aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr < 30$ anni.

Pericolosità idraulica elevata (I.3): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni.

Pericolosità idraulica media (I.2): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr < 500$ anni.

Pericolosità idraulica bassa (I.1): aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

L'area in esame non risulta soggetta a rischio idraulico (P.I.1)

10.7- CARTA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

La cartografia è stata definita secondo quanto previsto dalla normativa vigente, in particolare sono stati indicati 4 livelli di pericolosità:

Pericolosità geologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi.

Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.

Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

L'area in esame, tenendo presente il rilevamento eseguito, non risulta essere direttamente affetta da problematiche di carattere geologico, la relativa pericolosità risulta essere G2.

10.8 – CARTA DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

Sono evidenziate le aree che presentano situazioni sulle quali porre attenzione al fine di non generare squilibri idrogeologici.

Particolare attenzione è posta anche alla individuazione delle aree in cui la risorsa idrica è esposta o presenta un basso grado di protezione (falda libera in materiali permeabili e prossima al piano campagna; aree di affioramento di terreni litoidi molto fratturati; aree interessate da acquiferi in materiali carbonatici a carsismo sviluppato).

In considerazione dell'intervento previsto non si prevedono alterazioni della falda sotterranea.

10.9 – CARTA EFFETTI SISMICI

Gli elementi prioritari da evidenziare per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico, sono quelli utili alle successive fasi di caratterizzazione sismica dei terreni e di parametrizzazione dinamica riferite alla realizzazione o verifica dell'edificato. A tal fine, oltre all'acquisizione di ogni informazione esistente finalizzata alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico, risulta indispensabile acquisire tutti gli elementi per una ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti, sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno principalmente in relazione alla misura diretta delle V_{sh} (velocità di propagazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente), secondo le modalità e i criteri meglio specificati nelle Istruzioni tecniche regionali del Programma VEL. I comuni interessati dal Programma VEL (comuni a maggior rischio sismico tra quelli classificati in zona 2), fanno riferimento alle conoscenze acquisite nell'ambito di tale progetto.

L'area in esame è formata da depositi argilloso limosii. Tali depositi in considerazione della granulometria eterogenea e dalle caratteristiche geotecniche non sono soggetti a fenomeni di liquefazione. In riferimento alle direttive del Programma VEL, i terreni in studio, sono da classificare come appartenenti alla zona 9. L'area risulta soggetta a fenomeni di cedimento differenziale.

10.10 – CARTA GEOLOGICA-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Si precisa che tale cartografia deriva essenzialmente da una revisione a scala di dettaglio delle cartografie geologiche e geomorfologiche esistenti unitamente a tutti i dati litologici, stratigrafici e litotecnici acquisiti. Nell'ambito di tale revisione particolare attenzione è stata posta nella mappatura dei depositi di copertura (con particolare riferimento a quelli con spessore maggiore di 3m), nella ricostruzione dettagliata di tutte le forme geomorfologiche, dei fenomeni gravitativi di versante e/o delle aree instabili e nell'individuazione del substrato roccioso mediante l'identificazione degli affioramenti significativi.

L'area in esame è formata da depositi sabbiosi argillosi. Tali depositi formati da sabbie limose alternate ad argilla sabbiosa sono prive di dissesti geomorfologici.

Tale elaborato, in scala 1:10.000, è stato realizzato a partire dalle misure speditive di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSr sulle vibrazioni ambientali o se disponibili da registrazioni di terremoti). Per ogni prova è stato riportato nei capitoli precedenti lo spettro, il valore f_0 del picco fondamentale e di eventuali picchi secondari. Per le modalità di realizzazione delle prove e la definizione delle classi di affidabilità dello studio per il controllo sulla qualità dei dati acquisiti si fa riferimento allo studio redatto da: "Albarello et alii – Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola". Sulla scorta delle misure di frequenza effettuate, è stata realizzata la cartografia della distribuzione delle frequenze naturali dei terreni. Nella cartografia, è stata riportata l'ubicazione di tutti i punti con i valori della frequenza fondamentale (f_0), è stato suddiviso il territorio in base a classi di frequenza allo scopo di distinguere qualitativamente aree caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi (per esempio con nessun massimo relativo significativo di f_0 nell'intervallo 0,1-10Hz) da aree caratterizzate dalla presenza di fenomeni di risonanza, distinguendo almeno tra spessori attesi compresi tra 30 e 10m (indicativamente $2\text{Hz} < f_0 < 8\text{Hz}$) e spessori minori di 10m (indicativamente con $f_0 > 8$). Inoltre, sulla base della stima dell'ampiezza del picco fondamentale, è stato distinto, in via del tutto qualitativa, le zone caratterizzate da alti contrasti di impedenza ad aree caratterizzate da un minore contrasto.

Il picco massimo è stato rilevato alla frequenza di 1,55Hz; nei primi 30m sono presenti picchi minori con H/V sempre inferiore a 2.

MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

La carta indicherà le aree suscettibili di eventuali problematiche a seguito di un evento sismico in modo tale da poter evidenziare le situazioni di criticità sulle quali porre attenzione al fine di effettuare una corretta pianificazione da disciplinare in maniera specifica nel regolamento urbanistico in funzione della destinazione d'uso prevista seguendo i medesimi criteri di cui al regolamento regionale 26R.

L'area è posta in una zona caratterizzata dalla presenza di depositi sciolti formati da sabbie e livelli di argille sabbiose, privi di picchi rilevanti nei primi 30m.

10.11 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

In generale, la sintesi di tutte le informazioni derivanti dallo studio di MS di livello 1, deve consentire di valutare le condizioni di pericolosità sismica dei centri urbani studiati secondo le seguenti graduazioni di pericolosità:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree

interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;

Pericolosità sismica locale media (S.2): zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);

Pericolosità sismica locale bassa (S.1): zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

In considerazione della carta delle MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA e alle indagini sismiche e geotecniche eseguite è possibile affermare che la pericolosità sismica locale è pari a 2 (P.S.2), tale classe deriva dal fatto di non aver rilevato con le indagini sismiche alti contrasti di impedenza (H/V superiore a 3) nei primi 30 m dal p.c.

10.12 – CARTA DELLA FATTIBILITÀ

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali sono differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

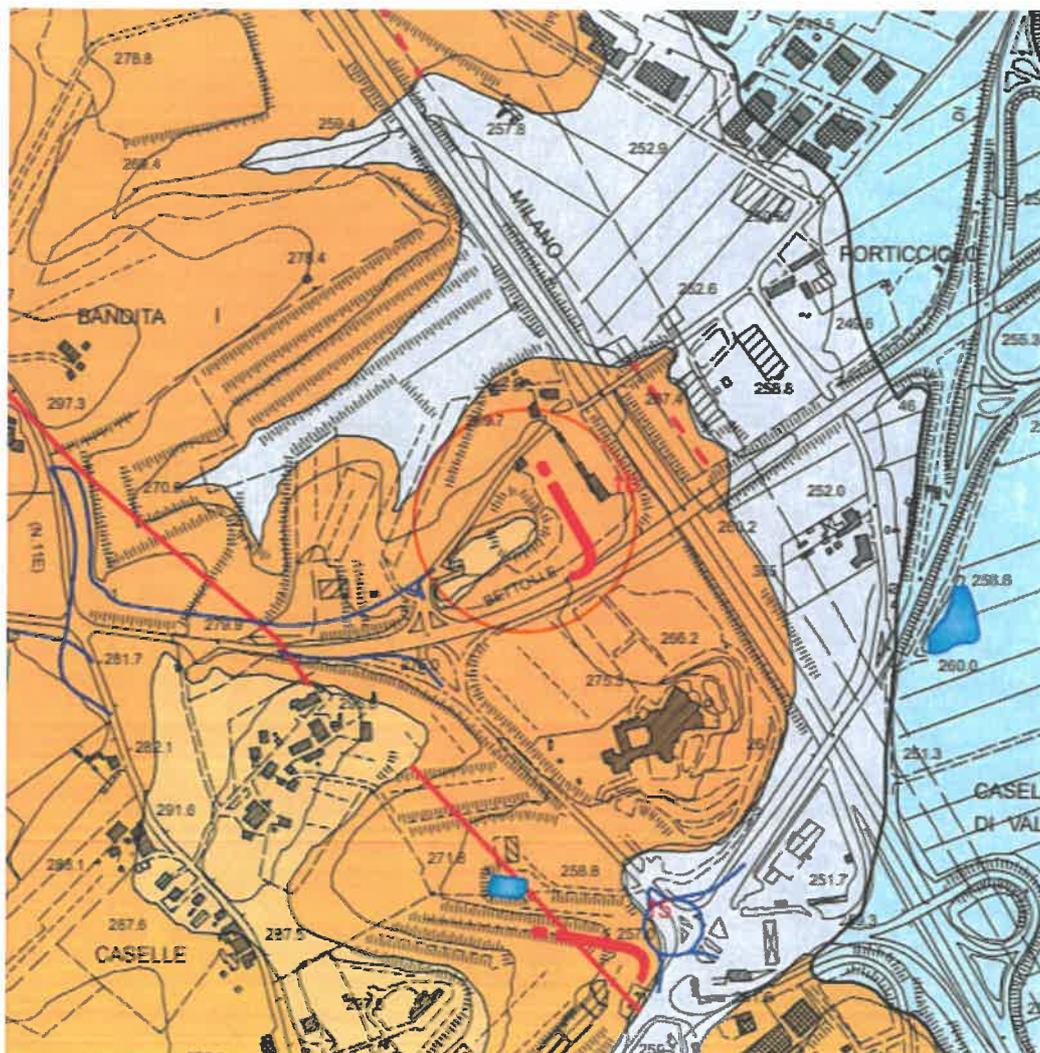
Fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

In considerazione dei livelli di pericolosità accertati si definiscono le seguenti fattibilità suddivise per problematiche:

	INTERVENTO		
	GEOLOGICA	SISMICA	IDRAULICA
REALIZZAZIONE FABBRICATI	II	II	I
VIABILITA', POSTEGGI	I	I	I

ALLEGATI

STRALCIO CARTA GEOLOGICA



Ciottolami e sabbie di Podere Mulinello

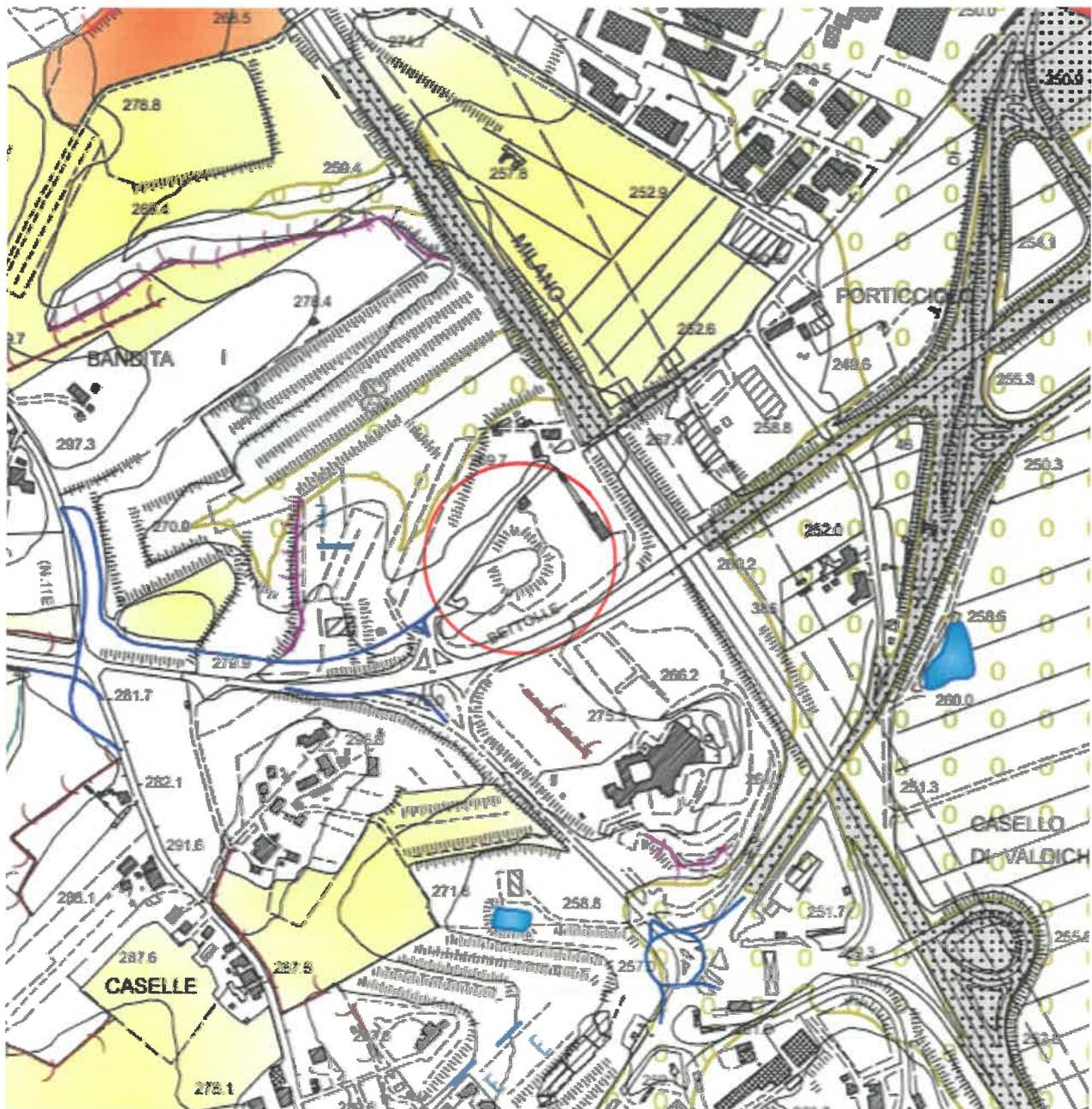


Sabbie di Podere Colombaiolo

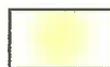


Strati diritti

STRALCIO CARTA GEOMORFOLOGICA



Area soggetta ad erosione laterale di sponda



Area interessata da erosione superficiale

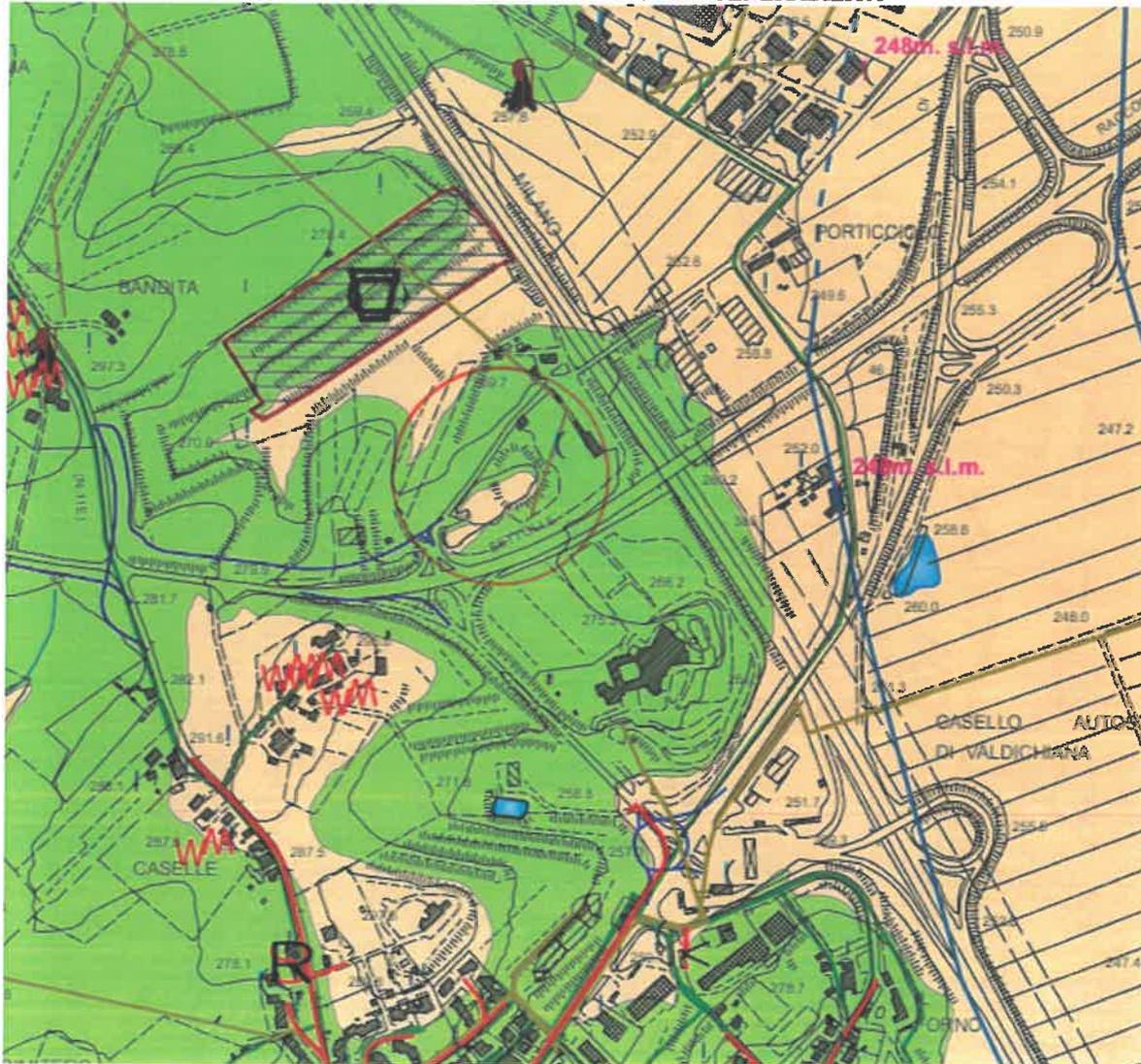


Deposito colluviale



Superficie alluvionale

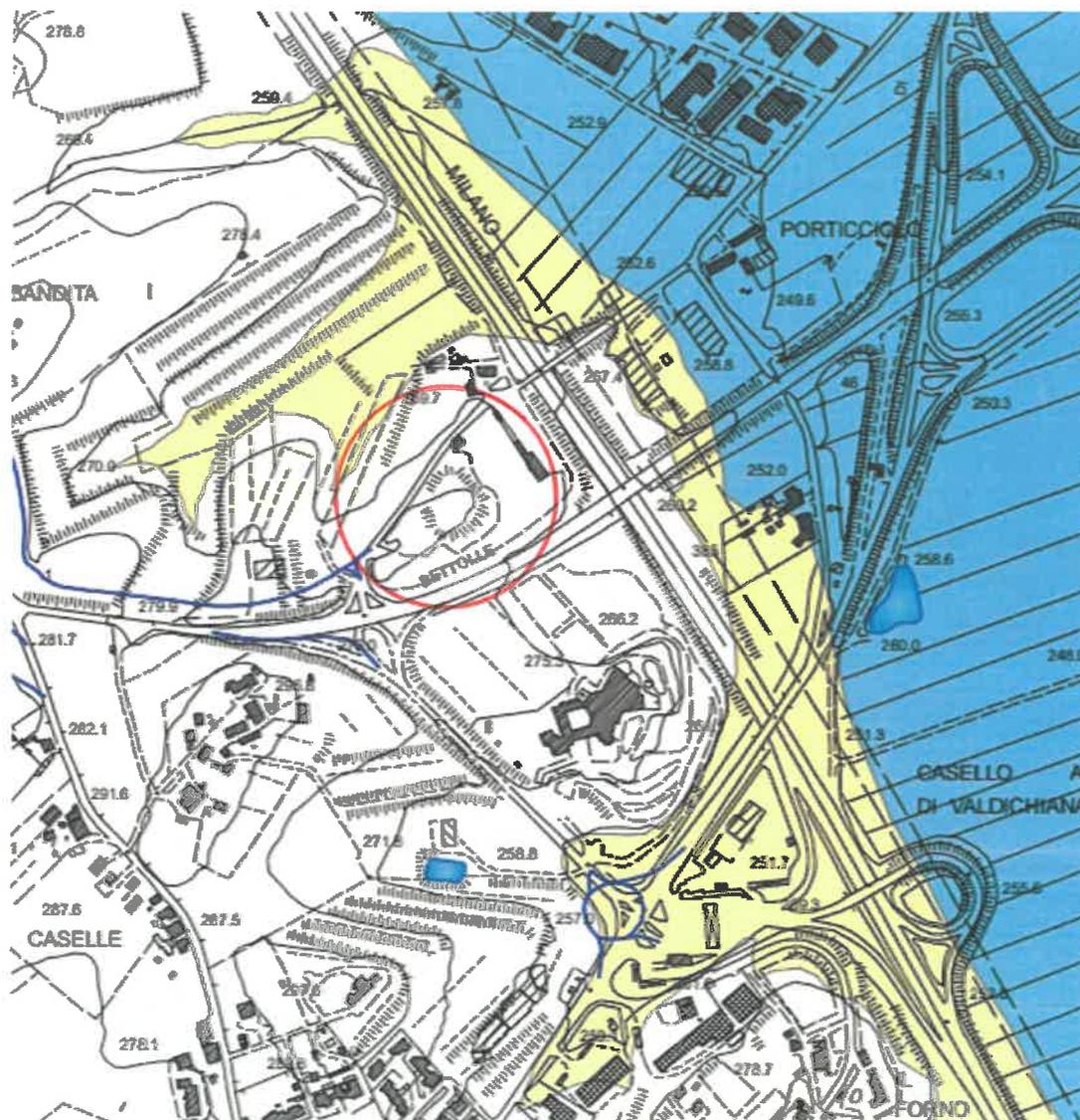
STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA E VULNERABILITA'



MEDIO - BASSA

Aree caratterizzate da litologie parzialmente impermeabili con limitata circolazione verticale di acqua. Reti acquifere e/o corpi idrici multifalda con propagazione variabile di inquinanti da membro a membro.

STRALCIO DELLA CARTA DELLE AREE ALLAGATE



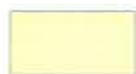
Aree soggette ad inondazione RICORRENTE (fonte informativa AdB Arno e PTCP Siena)



Aree soggette ad inondazione ECCEZIONALE (fonte informativa AdB Arno e PTCP Siena)

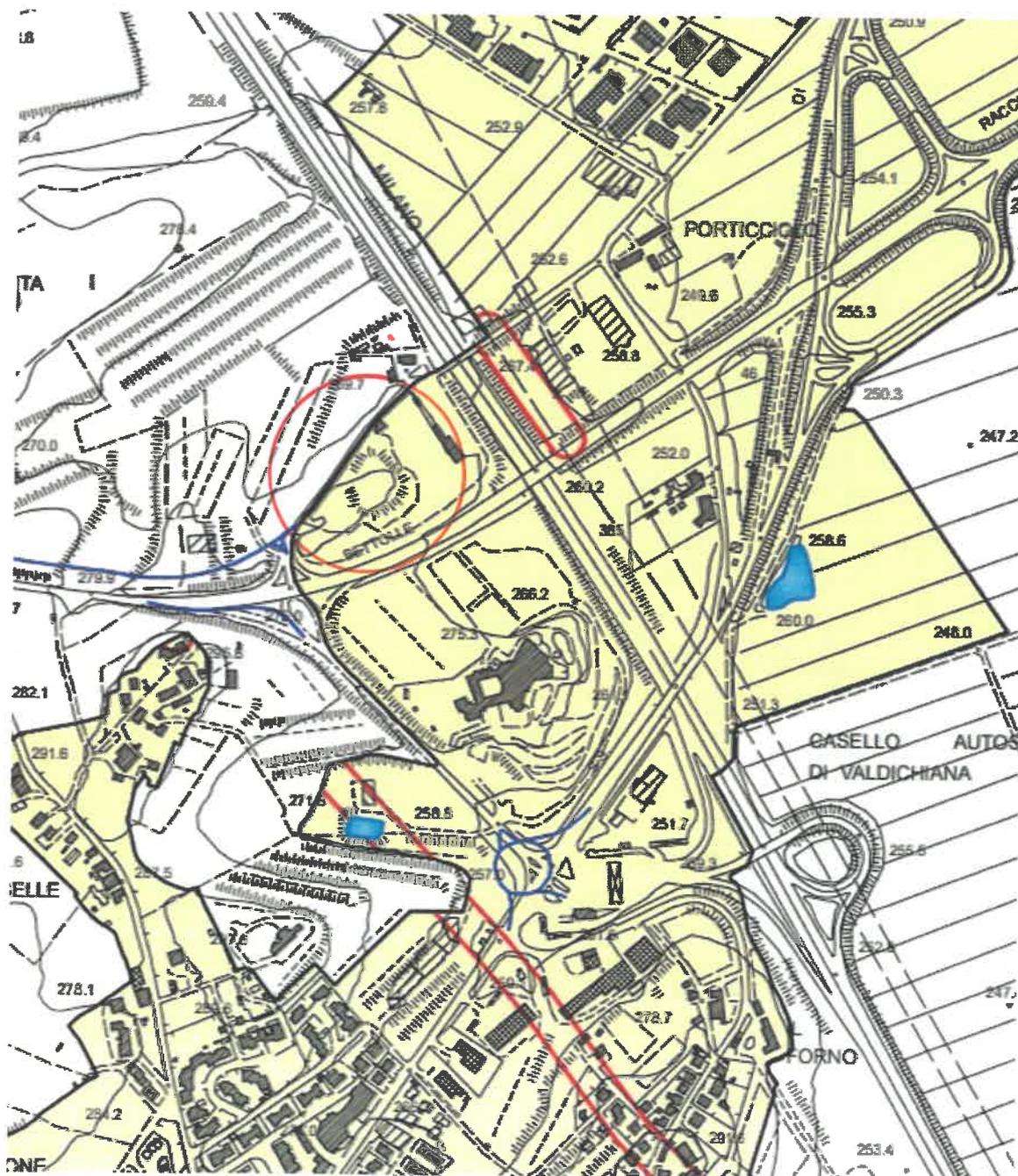


Aree allagate rottura argine Torrente Foenna - anno 2006

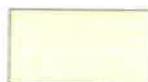


Pianura alluvionale

CARTA ZMPSL

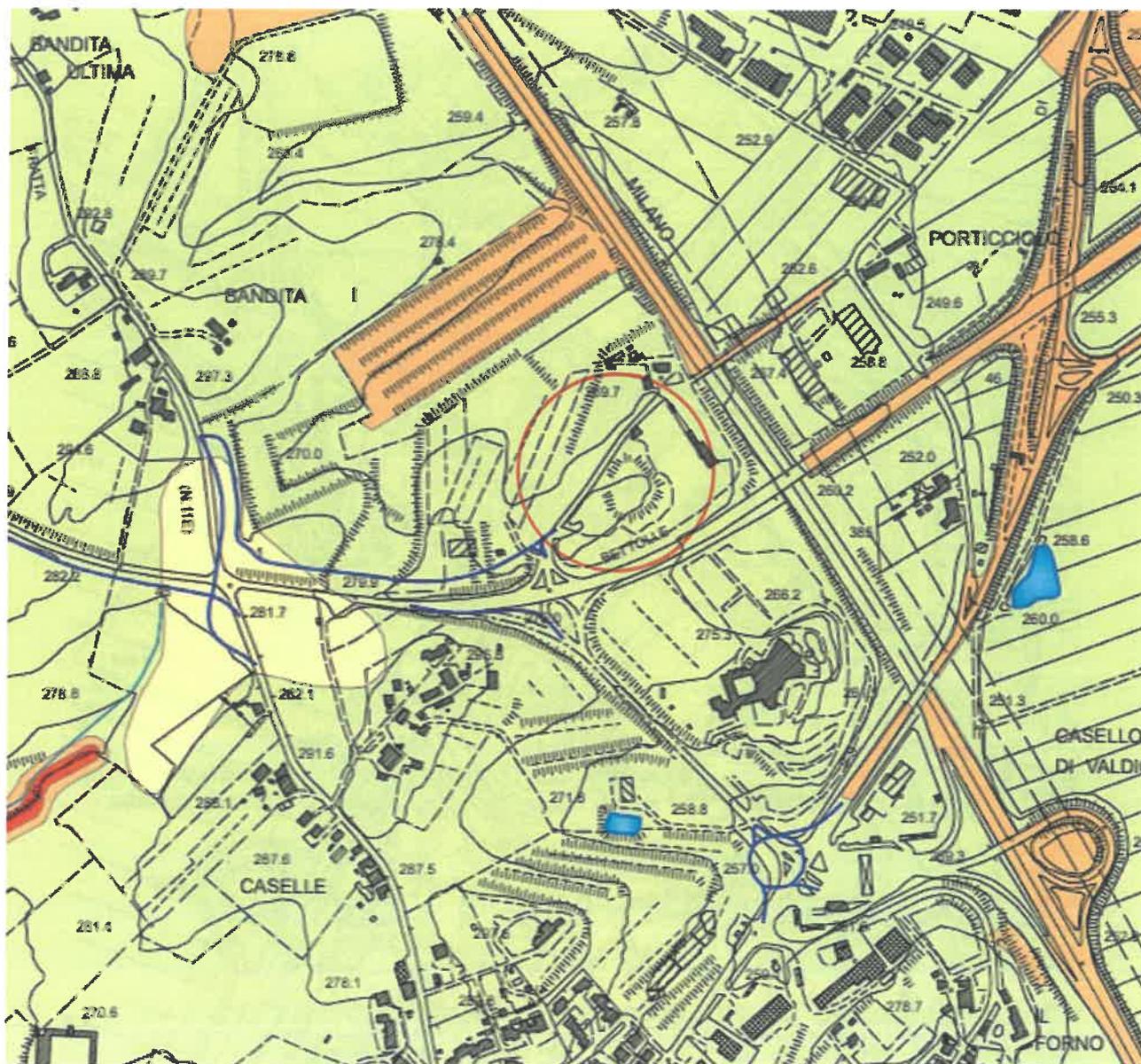


Amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta a fenomeni di amplificazione stratigrafica



9. Zona con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti

STRALCIO CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

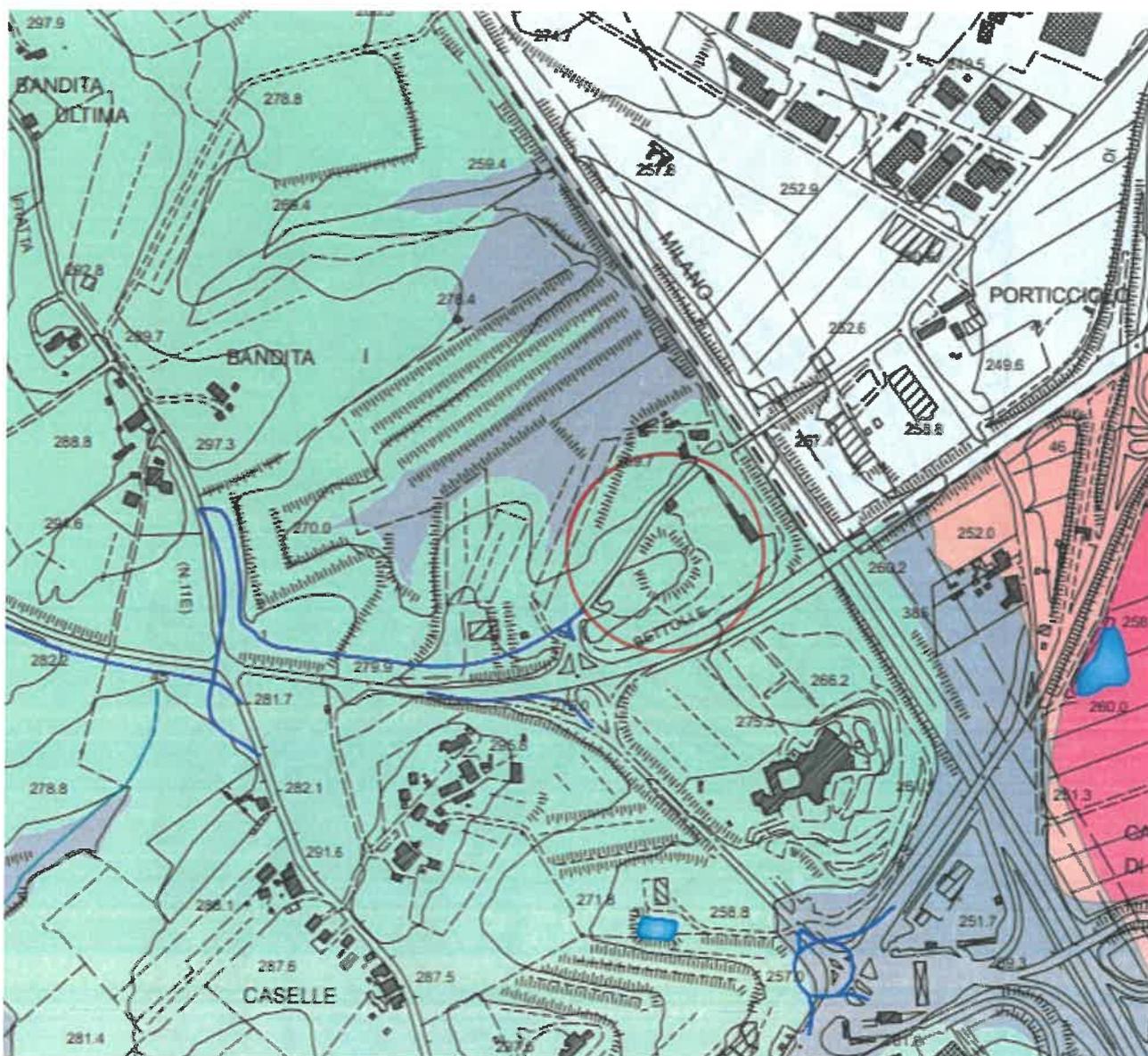


CLASSE G.2 : Pericolosità geomorfologica media



Are in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto

STRALCIO CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA

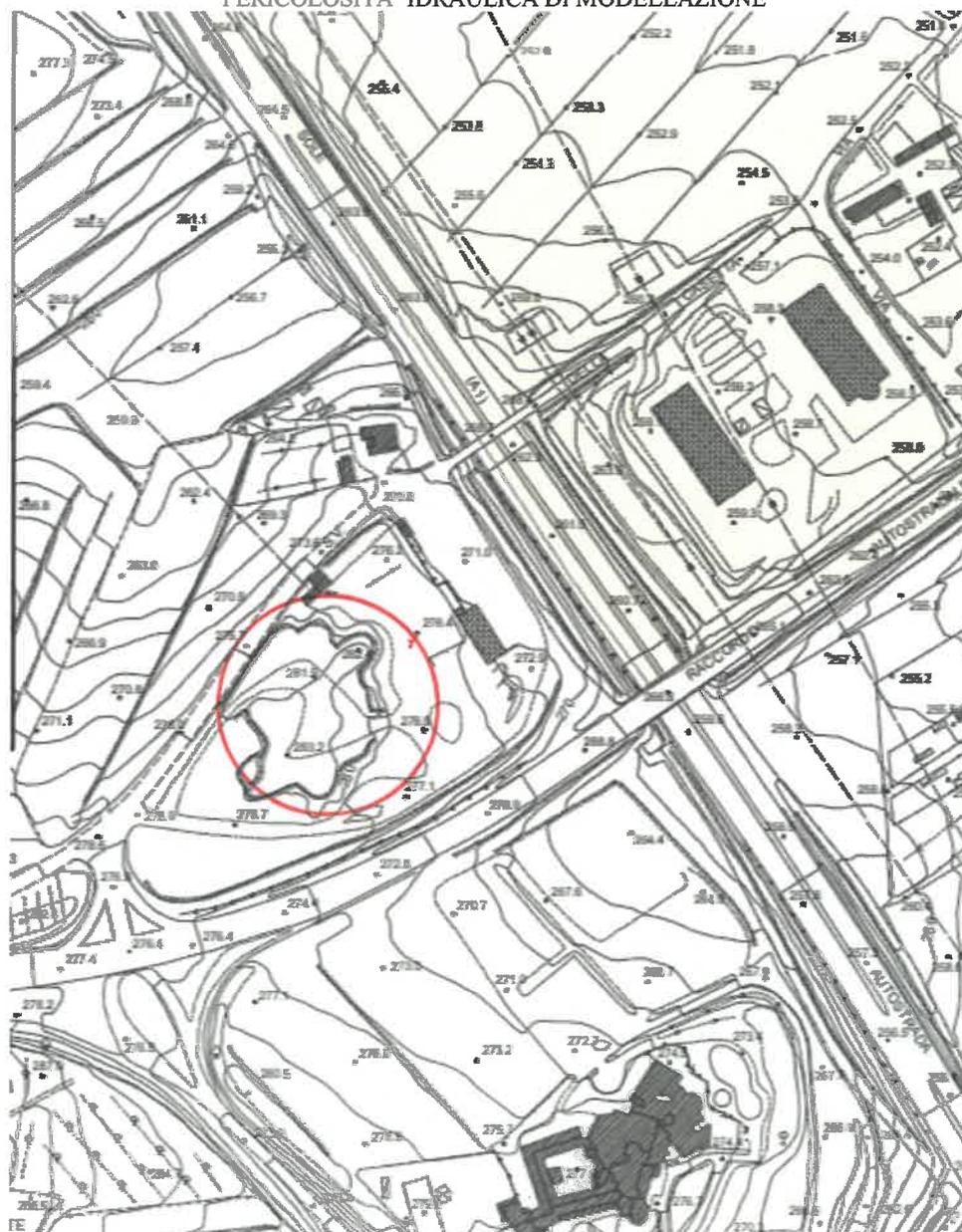


I.1 - PERICOLOSITA' IDRAULICA BASSA



Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
 a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
 b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda

PERICOLOSITA' IDRAULICA DI MODELLAZIONE

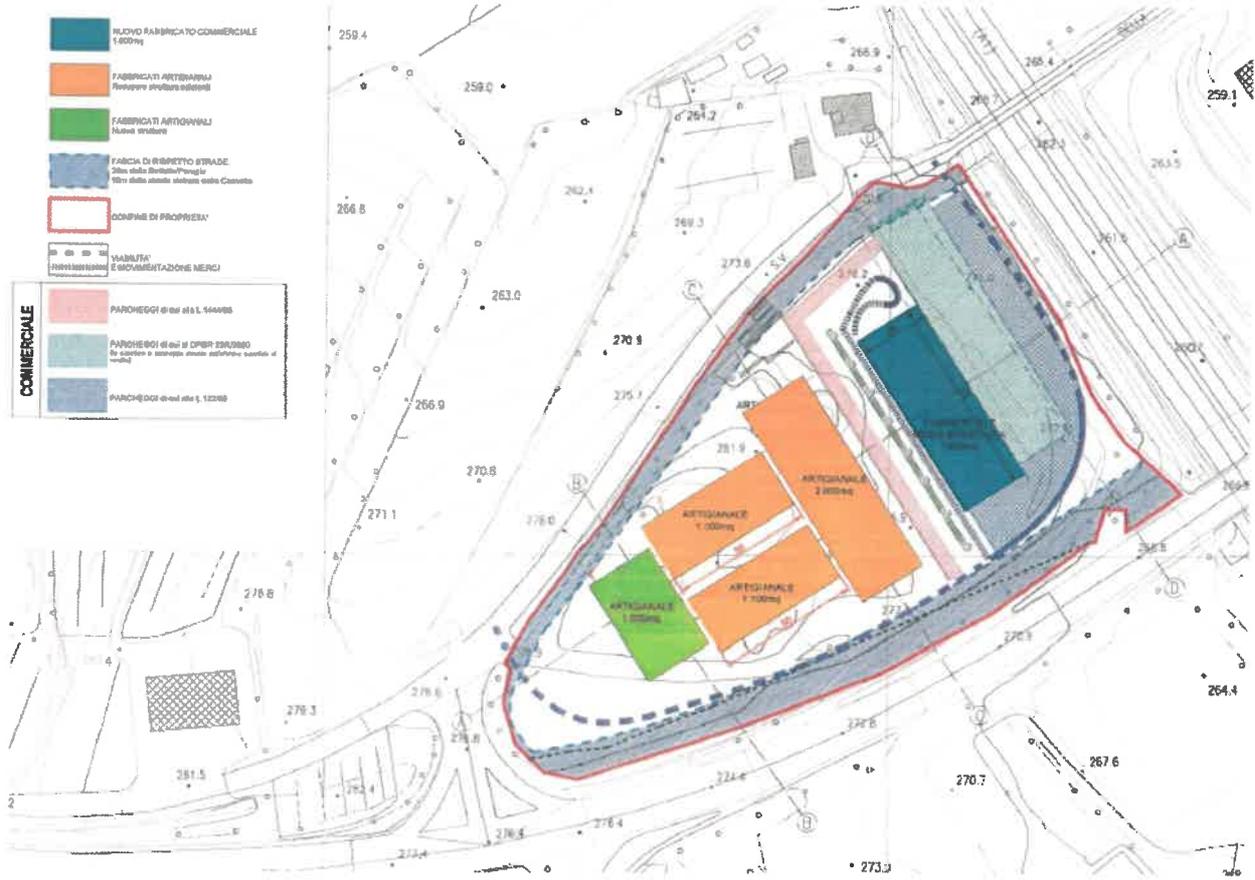


I.1 - PERICOLOSITA' IDRAULICA BASSA



Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
 a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
 b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda

CARTA DELLA FATTIBILITA'



INTERVENTO			
	GEOLOGICA	SISMICA	IDRAULICA
REALIZZAZIONE FABBRICATI	II	II	I
VIABILITA', POSTEGGI	I	I	I

- ANALISI SISMICA

Al fine di redigere la cartografia MOPS e quindi effettuare lo studio di MS per l'area oggetto d'intervento è stato eseguito uno studio del rumore sismico spettrale HVSR.

REPORT INDAGINE SISMICA HVSR

La tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratios*) è basata sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticale del rumore sismico ambientale.

Le frequenze di risonanza corrispondono ai massimi della funzione che rappresenta rapporti spettrali medi in funzione della frequenza (funzione H/V). L'ampiezza di questi massimi è proporzionale (anche se non linearmente) all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura.

La misura della funzione H/V richiede l'acquisizione del rumore sismico ambientale in un punto per tempi dell'ordine di diverse decine di minuti. Questa durata ha lo scopo di garantire la misura del campo di rumore generato da una molteplicità di sorgenti dalle diverse direzioni dello spazio. La misura va effettuata utilizzando un sistema di acquisizione tri-direzionale caratterizzato da sufficiente sensibilità. I dati raccolti vanno analizzati per determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore misurate sul piano orizzontale e verticale. A questo scopo, la serie di rumore ambientale viene suddivisa in segmenti di durata simile (tipicamente qualche decina di secondi) per ciascuna delle quali viene determinato lo spettro del moto. Dopo un opportuno lisciamento, le ordinate spettrali del moto sul piano orizzontale, ottenuto mediando opportunamente i valori ottenuti nelle due direzioni principali, vengono divise per quelle ottenute nella direzione verticale. L'andamento dei rapporti spettrali viene ottenuto mediando i valori ottenuti per le diverse finestre temporali considerate. Per definire la qualità delle misure vengono anche valutate le variazioni temporali e azimutali dei rapporti spettrali nel corso della sessione di misura.

Dati generali

Nome progetto: FATTIBILITA'

Committente: NOGARD

Data: 01/10/2021 12:00:00

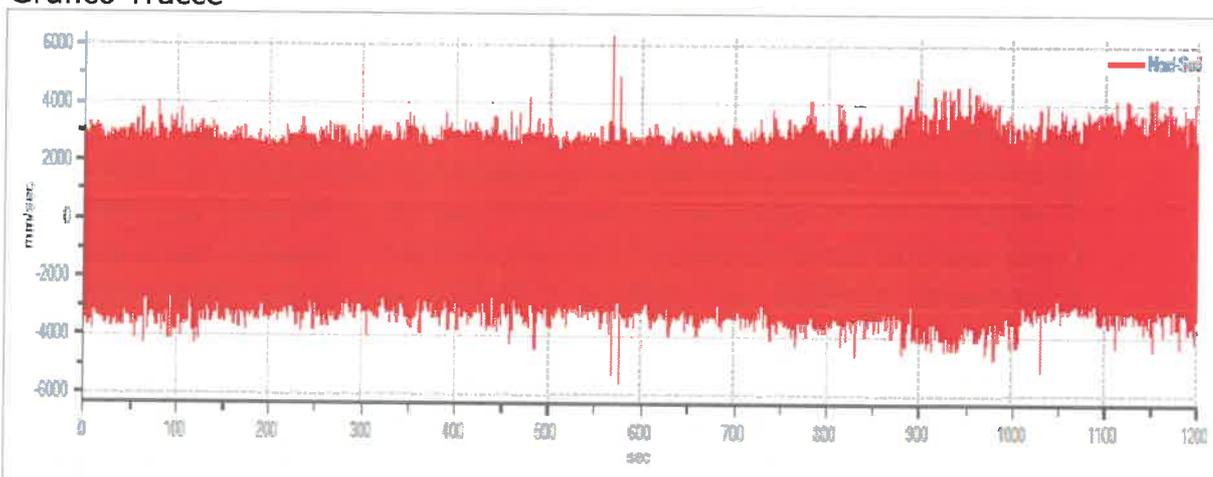
Zona: Interessata da vento, disturbo veicolare debole

Tracce in input

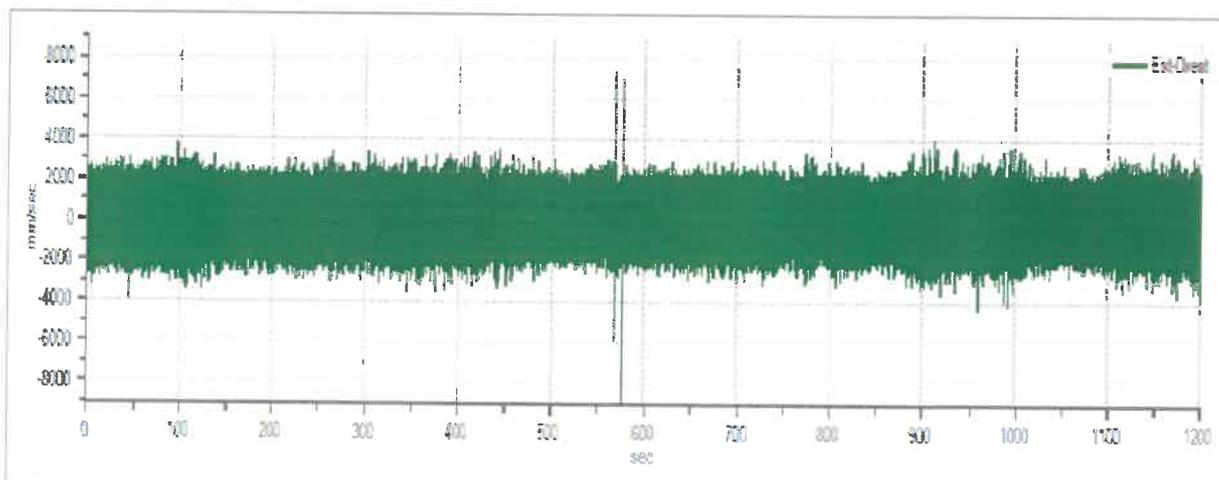
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1000 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 300000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale

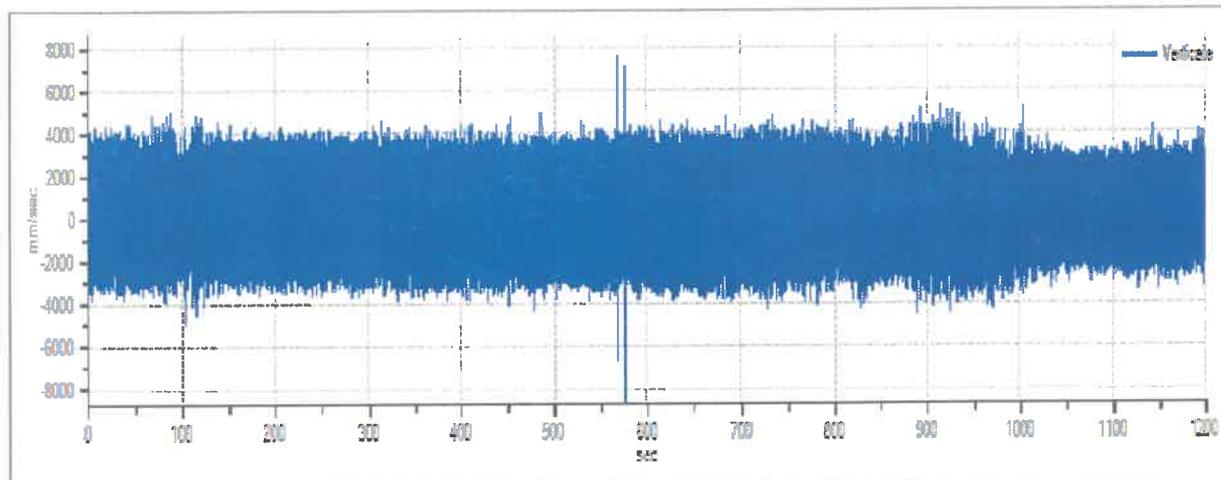
Grafico Tracce



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre

selezionate: 43

Numero finestre incluse nel

calcolo: 43 Dimensione

temporale finestre: 27,307 s

Tipo di lisciamento: Triangolo proporzionale

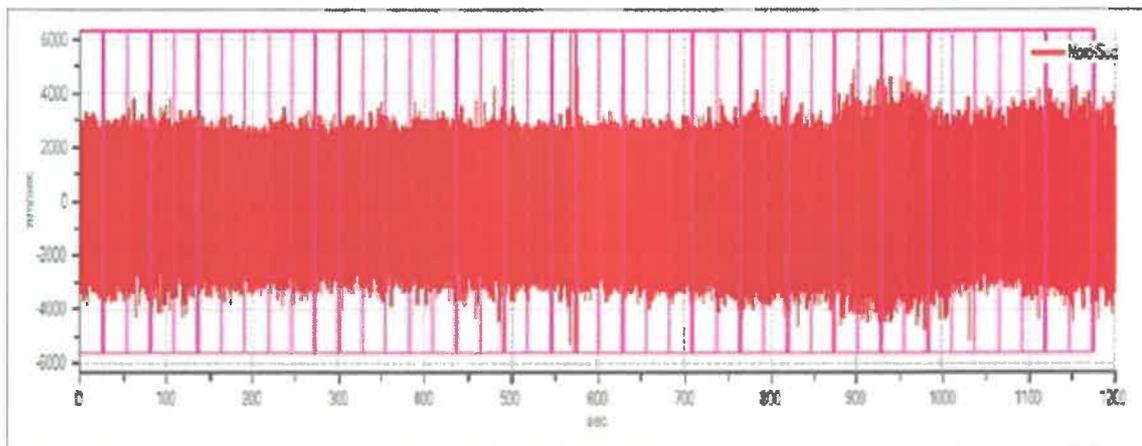
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tabella finestre:

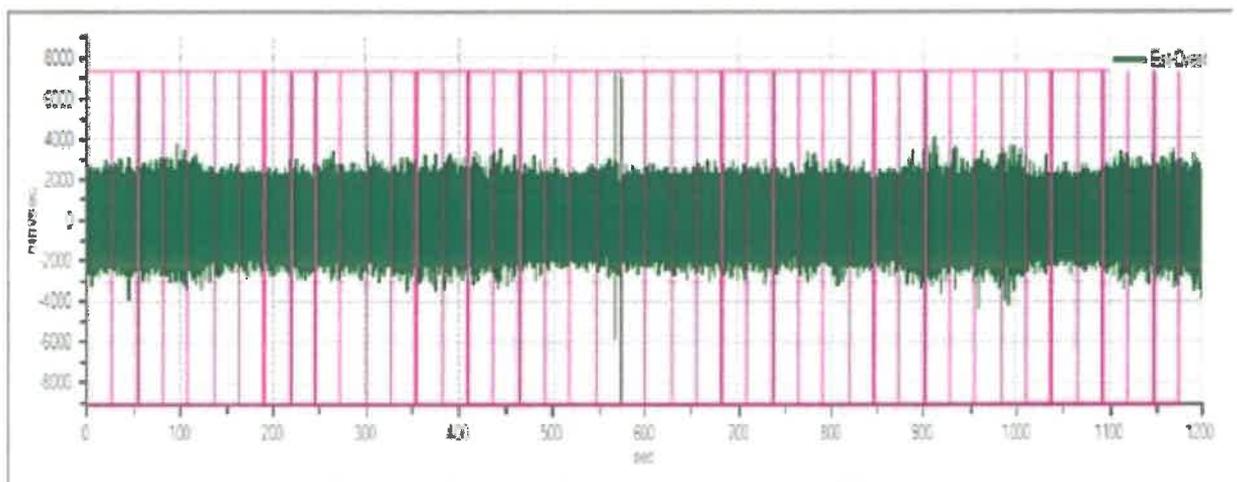
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	27.307	Inclusa
2	27.307	54.613	Inclusa
3	54.613	81.92	Inclusa
4	81.92	109.227	Inclusa
5	109.227	136.533	Inclusa
6	136.533	163.84	Inclusa
7	163.84	191.147	Inclusa

8	191.147	218.453	Inclusa
9	218.453	245.76	Inclusa
10	245.76	273.067	Inclusa
11	273.067	300.373	Inclusa
12	300.373	327.68	Inclusa
13	327.68	354.987	Inclusa
14	354.987	382.293	Inclusa
15	382.293	409.6	Inclusa
16	409.6	436.907	Inclusa
17	436.907	464.213	Inclusa
18	464.213	491.52	Inclusa
19	491.52	518.827	Inclusa
20	518.827	546.133	Inclusa
21	546.133	573.44	Inclusa
22	573.44	600.747	Inclusa
23	600.747	628.053	Inclusa
24	628.053	655.36	Inclusa
25	655.36	682.667	Inclusa
26	682.667	709.973	Inclusa
27	709.973	737.28	Inclusa
28	737.28	764.587	Inclusa
29	764.587	791.893	Inclusa
30	791.893	819.2	Inclusa
31	819.2	846.507	Inclusa
32	846.507	873.813	Inclusa
33	873.813	901.12	Inclusa
34	901.12	928.427	Inclusa
35	928.427	955.733	Inclusa
36	955.733	983.04	Inclusa
37	983.04	1010.347	Inclusa
38	1010.347	1037.653	Inclusa
39	1037.653	1064.96	Inclusa
40	1064.96	1092.267	Inclusa
41	1092.267	1119.573	Inclusa
42	1119.573	1146.88	Inclusa
43	1146.88	1174.187	Inclusa

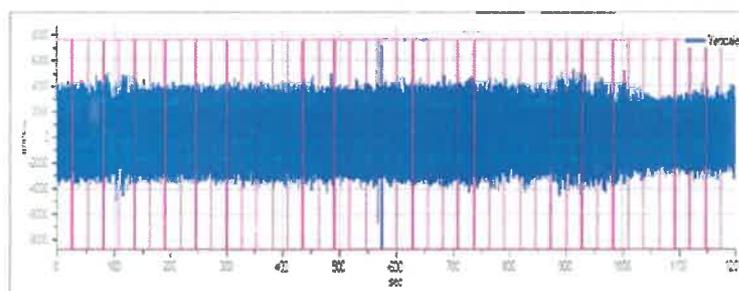
Grafici tracce con finestre selezionate:



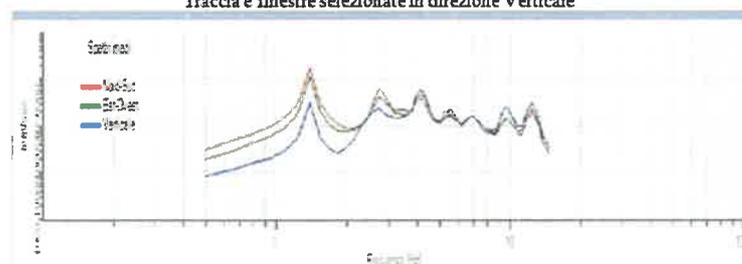
Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

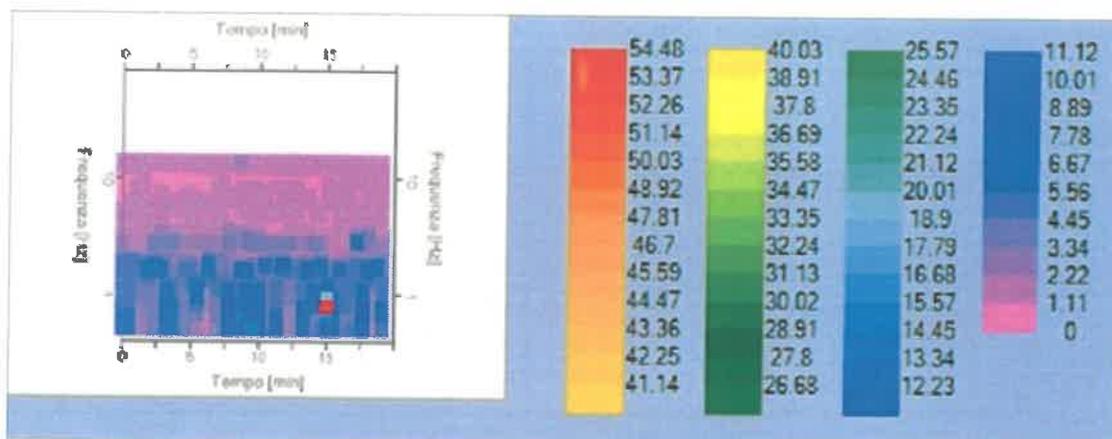


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



Grafici degli spettri Spettri medi nelle tre direzioni

Mappa della stazionarietà degli spettri

Rapporto spettrale H/VDati riepilogativi:

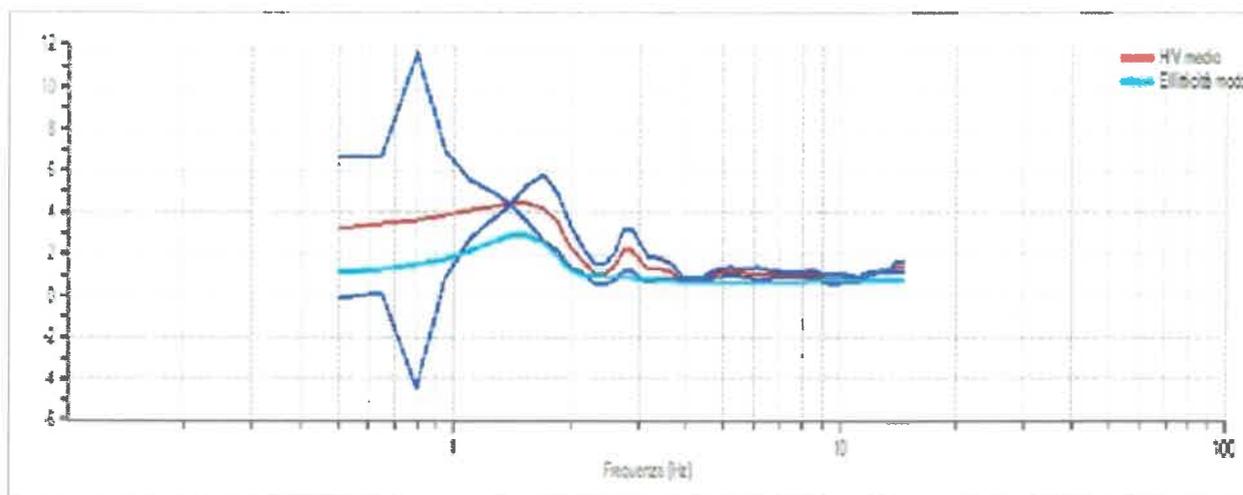
Frequenza massima: 15.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 1.55 Hz \pm 0.21 Hz

Entrambi le indagine sismiche non indicano zona di forte impedenza, il valore di H/V nei primi 30m è sempre basso e privo di picchi rilevanti. L'indagine posiziona un contrasto medio-forte alla profondità di circa 68m.

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

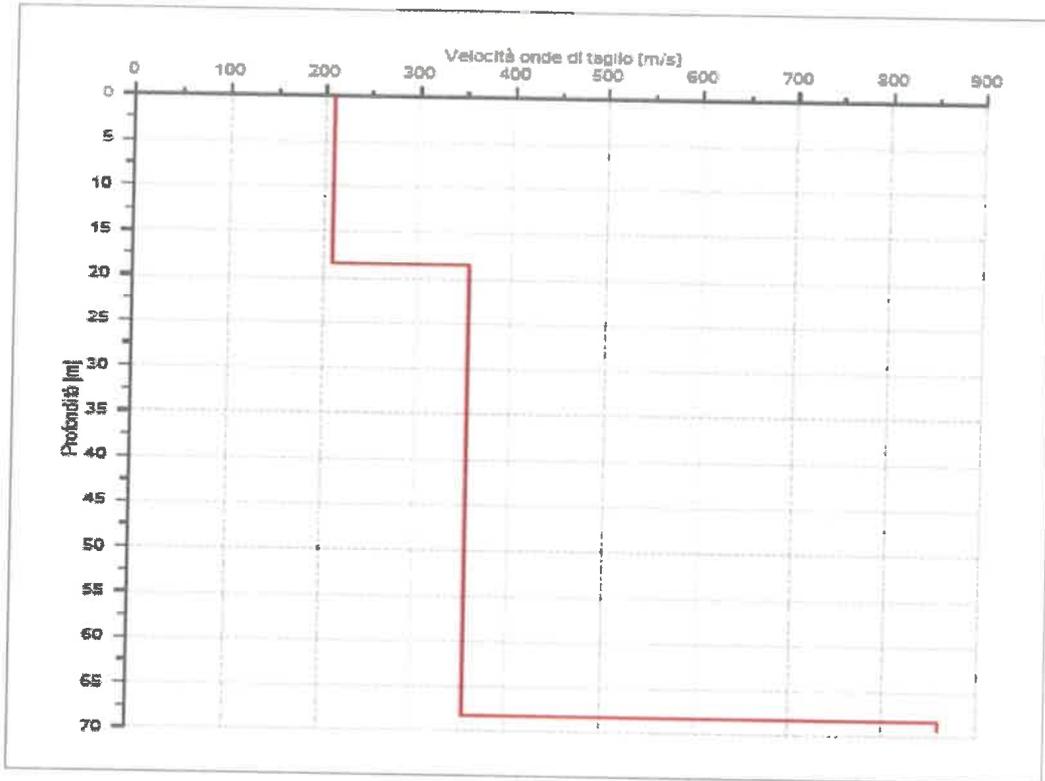
Modello stratigrafico con indagine HVSR

Dati riepilogativi:

Numero strati: 3
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 1.55 Hz
 Valore di disadattamento: 0.20
 Valore Vs30: 248.55 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol.	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio
1	0	18.51	18	0.3	210
2	18.51	49.78	18	0.3	354
3	68.29	1	18	0.3	859



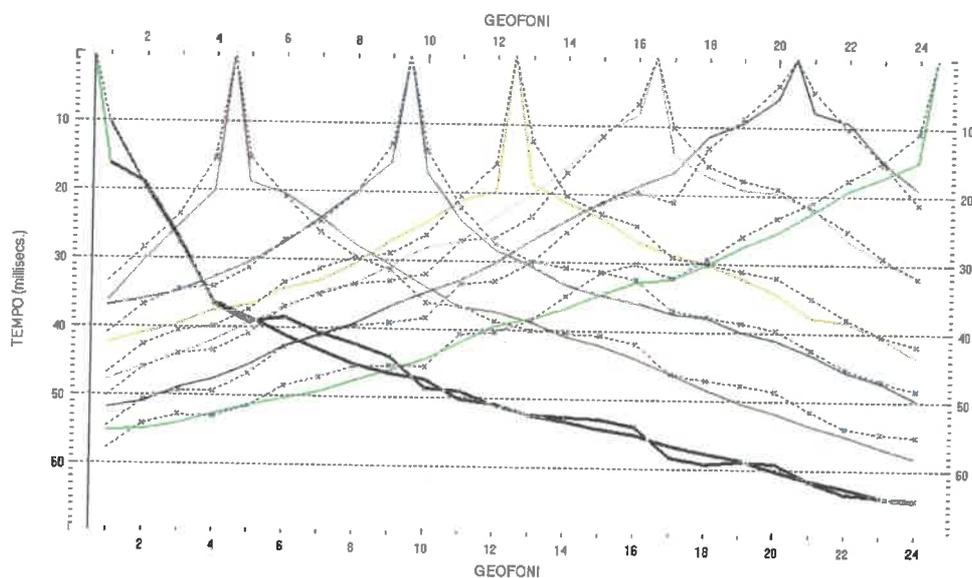


MANINI

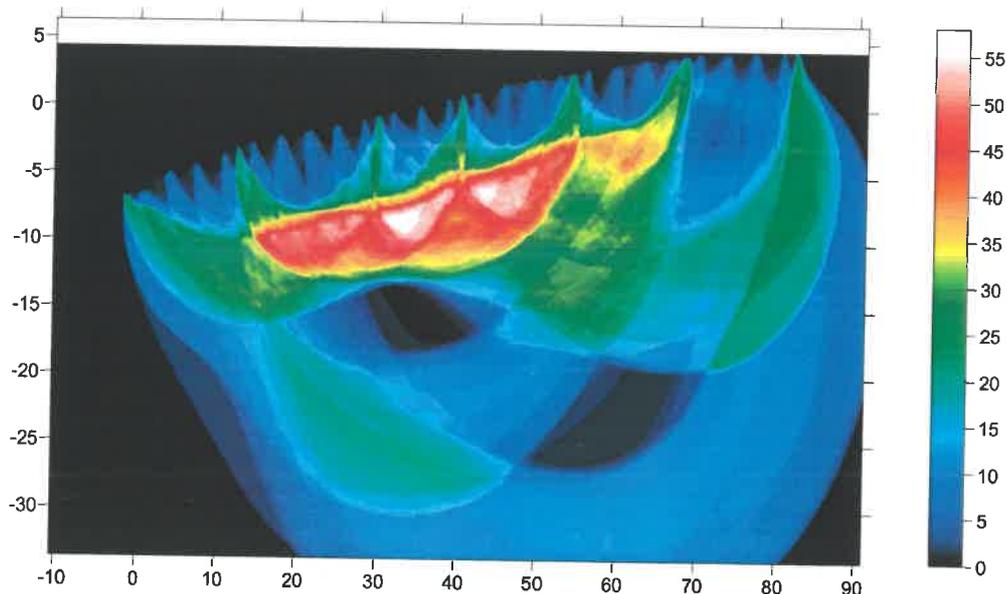
TOMOGRAFIA SISMICA IN ONDE P

E' stato eseguito u profilo sismico a rifrazione con inversione tomografica lungo l'allineamento delle villette a schiera, utilizzando una stesa di 24 geofoni verticali da 14. Hz con interasse di 3.5 m per un totale di 84 m.l. sono state effettuate 7 energizzazioni con mazza da 8 kg, con stacking delle tracce per aumentare il rapporto segnale/rumore. Il sismografo utilizzato è a 24 bit, 24 canali della Ambrogeo.

DROMOCRONE



RAYTRACING CURVILINEO





MANINI

Elaborazione indagine sismiche a rifrazione in onde P, con elaborazione tomografica, effettuata in Sinalunga, Loc. Bettolle- ditta Nogard

Dettaglio e scopo delle indagini:

La finalità dell'intervento è quella di ricostruire la stratigrafia sismica locale, in particolare definendo eventuali anomalie-eteropie laterali e/o evidenziando livelli scadenti superficiali.

Note sulla metodologia d'intervento

Il rilievo sismico a rifrazione consente di valutare la compattezza dei materiali sulla base della velocità di propagazione delle onde elastiche compressionali. In sostanza il metodo si basa sulla misura dei tempi di percorrenza, e sullo studio delle modalità di propagazione, di impulsi sismici generati artificialmente nel terreno (shots).

Operativamente si dispongono sul terreno dei sensori (geofoni) lungo i profili da indagare e si sollecita il terreno in posizioni predeterminate lungo i profili stessi. La consistenza dei materiali e gli spessori dei diversi orizzonti costituenti il sottosuolo è quindi determinata dalla misura dei tempi di arrivo degli impulsi sismici, rifratti, ai geofoni. Nel caso specifico la registrazione degli impulsi sismici è stata effettuata con un sismografo digitale ECHO 2010, ad incremento di segnale e con stacking delle singole tracce per aumentare il rapporto segnale/rumore. L'energizzazione verticale è stata garantita da mazza da 8 kg su piattello metallico.

L'elaborazione tomografica di dati è stata effettuata mediante il software Rayfract.

In questo caso è stata effettuata una stesa di 24 geofoni verticali da 14 Hz, con interasse costante di 3.5 m per un totale di 84 m.l., in modo da raggiungere i 30 m di profondità.

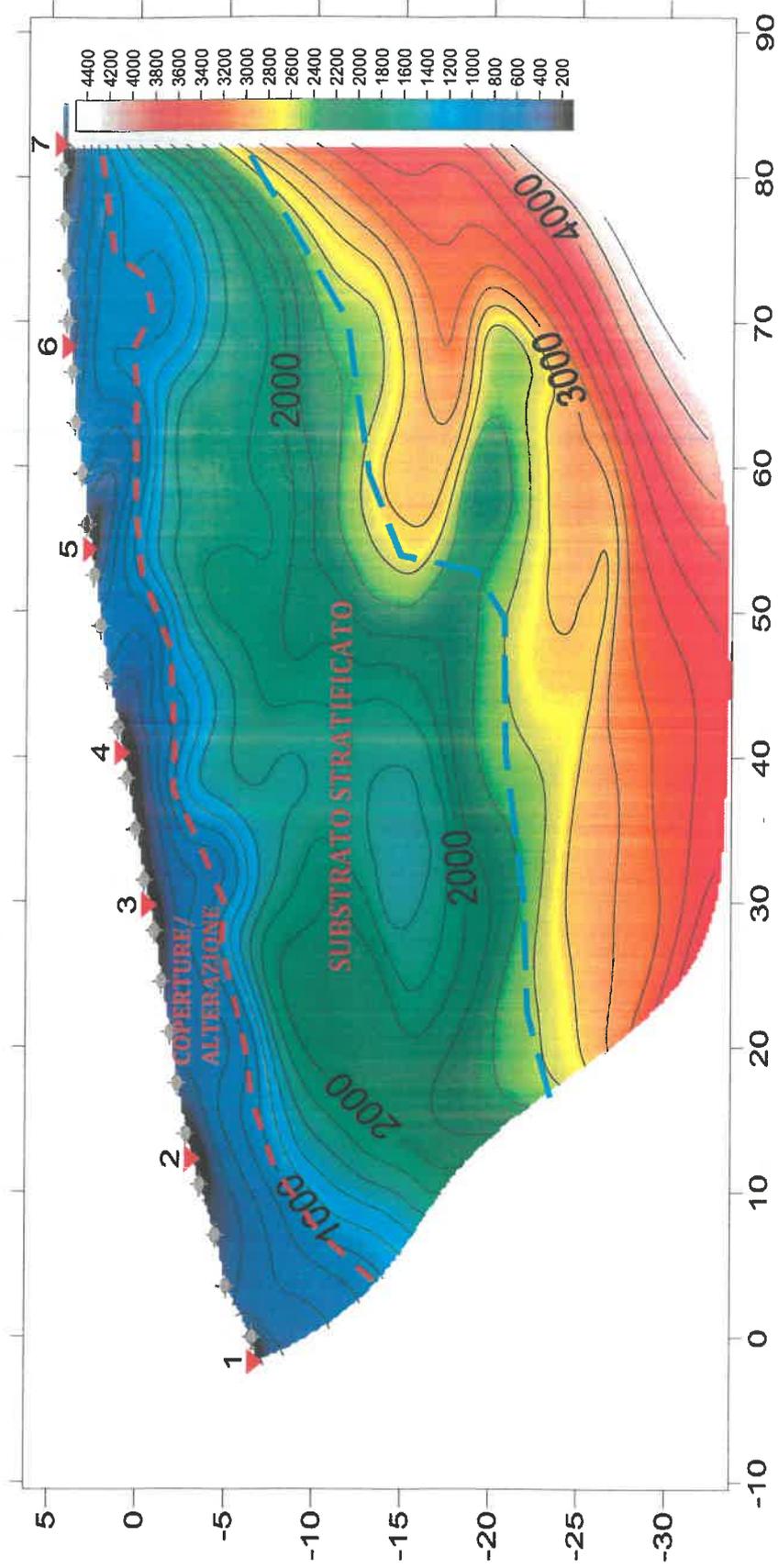
La geometria delle energizzazioni è la seguente:

- P1 = 1.5 m prima del geofono 1
- P2 = tra i geofoni 4 e 5
- P3 = tra i geofoni 8 e 9
- P4 = tra i geofoni 12 e 13
- P5 = tra i geofoni 16 e 17
- P6 = tra i geofoni 20 e 21
- P7 = 1.5 m oltre il geofono 24



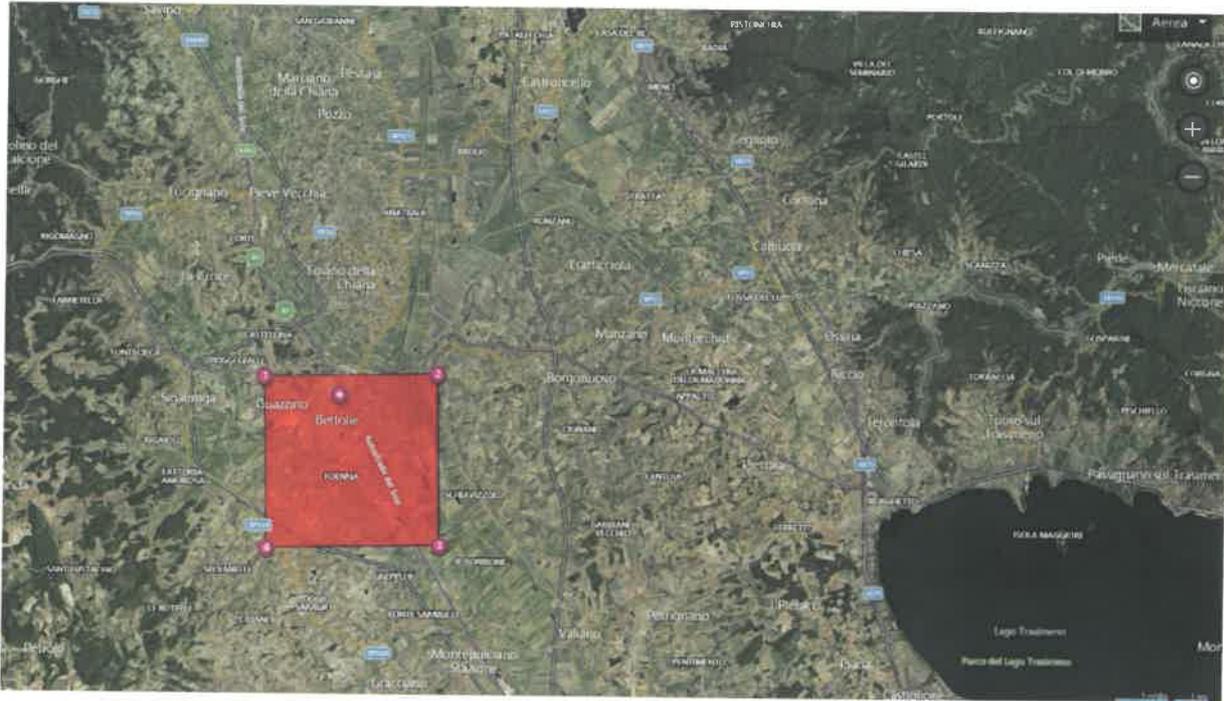
MANINI

SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA



PERICOLOSITÀ SISMICA

Data: 05/10/2021



Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (Cu): 1
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

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

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,2160873 [°]
 Longitudine (WGS84): 11,8037863 [°]
 Latitudine (ED50): 43,2170525 [°]
 Longitudine (ED50): 11,8047476 [°]

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	22508	43,222220	11,774740	2498,55
2	22509	43,223210	11,843330	3200,45
3	22731	43,173220	11,844660	5850,06
4	22730	43,172230	11,776130	5497,47

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	0,050	2,538	0,254
SLD	50	0,061	2,572	0,266
	72	0,070	2,546	0,272
	101	0,081	2,514	0,276
	140	0,093	2,488	0,279
	201	0,109	2,455	0,278
SLV	475	0,148	2,458	0,280
SLC	975	0,187	2,454	0,282
	2475	0,245	2,478	0,287

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,051	2,539	0,255
SLD	50	0,062	2,566	0,267
	72	0,072	2,547	0,273
	101	0,083	2,512	0,277
	140	0,096	2,462	0,279
	201	0,111	2,459	0,280
SLV	475	0,150	2,457	0,282
SLC	975	0,189	2,463	0,284
	2475	0,247	2,487	0,289

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,051	2,537	0,255
SLD	50	0,061	2,567	0,267
	72	0,071	2,546	0,273
	101	0,082	2,521	0,277
	140	0,094	2,485	0,280
	201	0,109	2,459	0,280
SLV	475	0,149	2,462	0,281
SLC	975	0,188	2,456	0,284
	2475	0,246	2,481	0,288

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,050	2,528	0,254
SLD	50	0,061	2,560	0,266
	72	0,071	2,537	0,272
	101	0,080	2,554	0,276
	140	0,092	2,495	0,279
	201	0,107	2,460	0,280
SLV	475	0,146	2,458	0,280
SLC	975	0,185	2,450	0,284
	2475	0,242	2,464	0,288

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,050	2,537	0,255
SLD	50	0,061	2,568	0,266
SLV	475	0,148	2,458	0,280
SLC	975	0,188	2,456	0,283

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

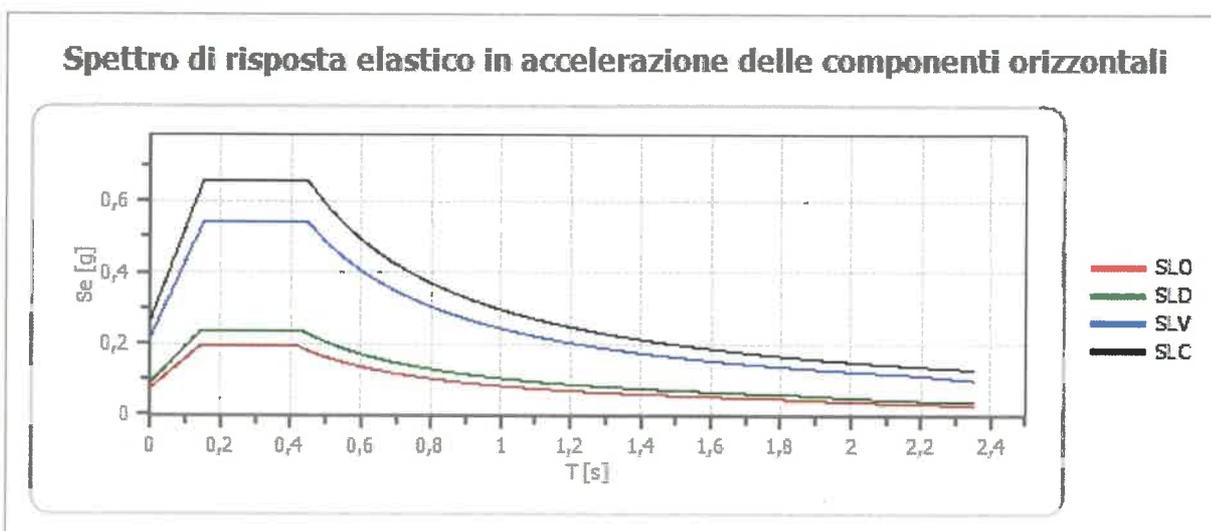
Categoria topografica:

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	0,053	0,064
kv	0,008	0,009	0,026	0,032
amax [m/s ²]	0,741	0,899	2,152	2,611
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



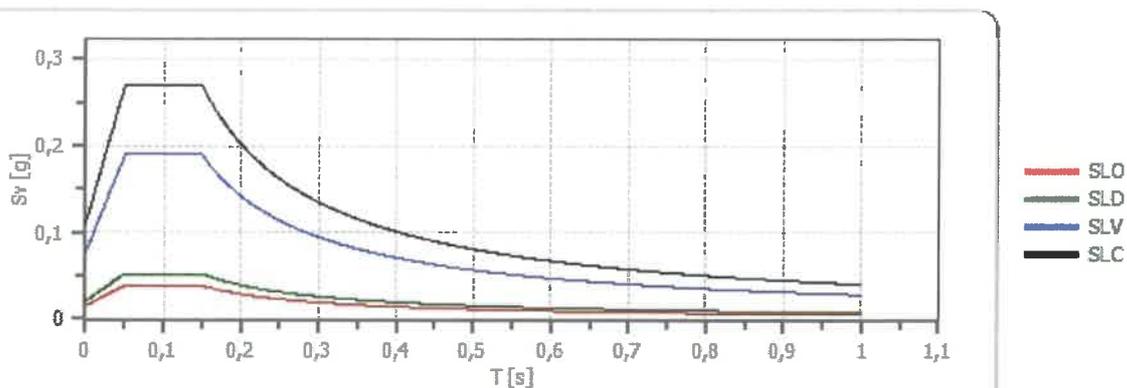
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,050	2,537	0,255	1,500	1,650	1,000	1,500	1,000	0,140	0,420	1,801	0,076	0,192
SLD	1,0	0,061	2,568	0,266	1,500	1,620	1,000	1,500	1,000	0,144	0,432	1,844	0,092	0,235
SLV	1,0	0,148	2,458	0,280	1,480	1,600	1,000	1,480	1,000	0,150	0,449	2,193	0,219	0,539
SLC	1,0	0,188	2,456	0,283	1,420	1,590	1,000	1,420	1,000	0,150	0,450	2,350	0,266	0,654

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

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



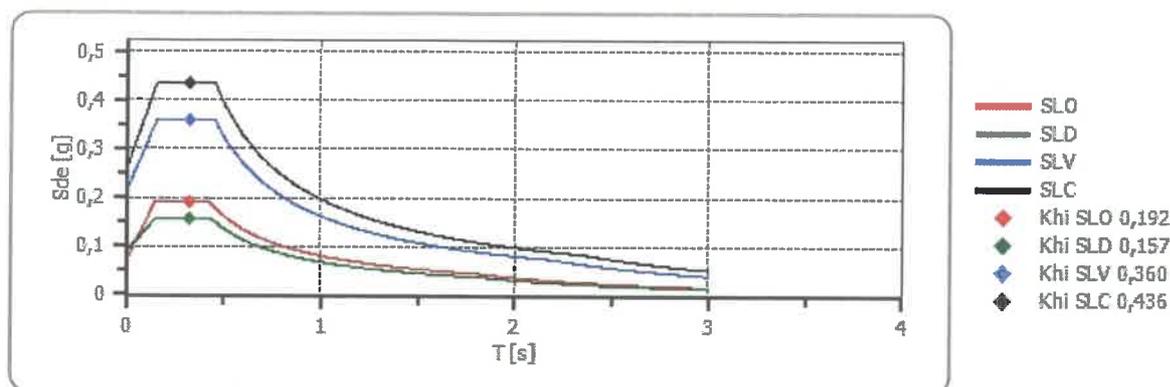
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,050	2,537	0,255	1	1,650	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,039
SLD	1,0	0,061	2,568	0,266	1	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,020	0,052
SLV	1,0	0,148	2,458	0,280	1	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,077	0,189
SLC	1,0	0,188	2,456	0,283	1	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,110	0,269

Spettro di progetto

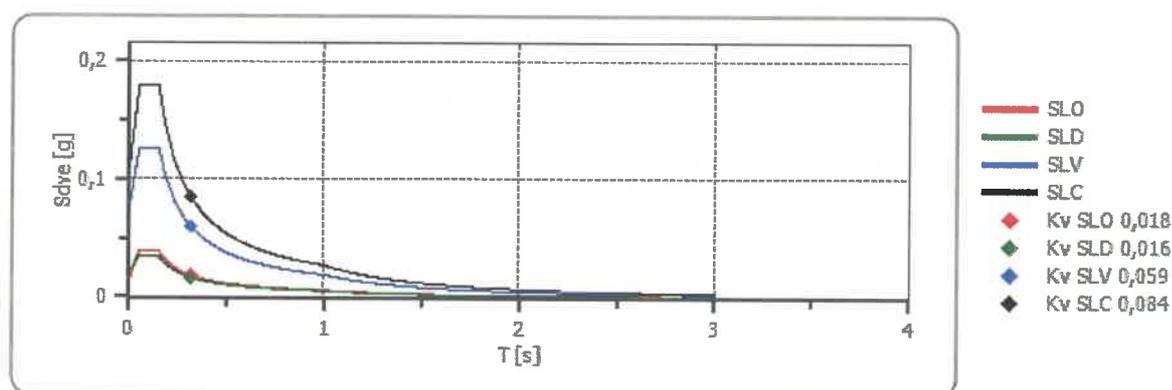
Fattore di struttura spettro orizzontale q : 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q : 1,50
 Periodo fondamentale T : 0,32 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0,192	0,157	0,360	0,436
$k_{v} = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0,018	0,016	0,059	0,084

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizz ontal e	1,0	0,050	2,537	0,255	1,500	1,650	1,000	1,500	1,000	0,140	0,420	1,801	0,076	0,192
SLO vertic ale	1,0	0,050	2,537	0,255	1,500	1,650	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,039
SLD orizz ontal e	1,0	0,061	2,568	0,266	1,500	1,620	1,000	1,500	1,500	0,144	0,432	1,844	0,092	0,157
SLD vertic ale	1,0	0,061	2,568	0,266	1,500	1,620	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,020	0,035
SLV orizz ontal	1,0	0,148	2,458	0,280	1,480	1,600	1,000	1,480	1,500	0,150	0,449	2,193	0,219	0,360

Geol. Pietro Manini - via Gramsci 3, 53049, Torrita di Siena, (SI.) - Tel.0577 685015,
 Tel.3357359880, Fax:0964911624, e-mail:pietro.manini@gmail.com, -
 C.F.MNNPTR47R27F628Z, P.Iva.00663680528

e														
SLV vertic ale	1,0	0,148	2,458	0,280	1,480	1,600	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,077	0,126
SLC orizz ontal e	1,0	0,188	2,456	0,283	1,420	1,590	1,000	1,420	1,500	0,150	0,450	2,350	0,266	0,436
SLC vertic ale	1,0	0,188	2,456	0,283	1,420	1,590	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,110	0,180

Geol. Pietro Manini - via Gramsci 3, 53049, Torrita di Siena, (SI.) - Tel.0577 685015,
 Tel.3357359880, Fax:0964911624, e-mail:pietro.manini@gmail.com, -
 C.F.MNNPTR47R27F628Z, P.Iva.00663680528

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La parametrizzazione fisico-meccanica dei terreni investigati è stata definita attraverso alcune prove penetrometriche del tipo dinamico già eseguite nella zona in esame.

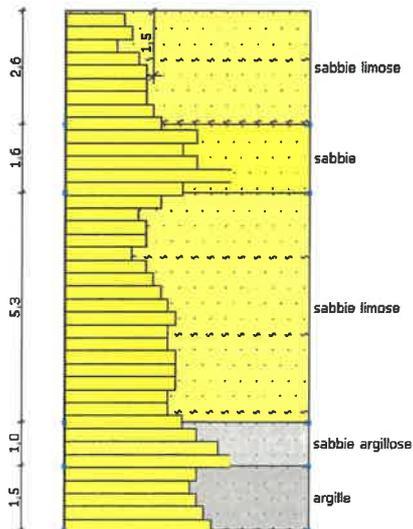
Gli istogrammi hanno presentato un andamento regolare ed hanno sostanzialmente evidenziato la presenza di un terreno a granulometria sabbiosa e sabbioso limosa normalconsolidata per circa 10 m. di profondità.

Segue materiale argilloso.

Le caratteristiche geotecniche di questo stato sono mediamente risultate:

Sintesi parametri geotecnici PROVA ... Nr. 1												
Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Gamma Saturo (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	
1	2,6	9,85	Incoerente	1,73	1,92	30,76	0	69,94	0,0	0,33	558,14	
2	4,2	17,45	Incoerente	1,94	1,96	32,89	0	123,9	162,25	0,32	955,43	
3	9,5	12,9	Incoerente	1,82	1,94	31,61	0	91,59	139,5	0,33	719,23	
4	10,5	19,44	Incoerente	1,98	2,38	33,44	0	138,02	172,2	0,32	1057,52	
5	12,0	18,34	Coesivo	1,54	1,96	0	0,92	84,14	183,4	0	0	

STRATIGRAFIA



PROVA ESEGUITA NELLA PARTE A VALLE DELL'INTERVENTO PER LA MESSA IN OPERA DI TETTOIA

PROVE ESEGUITE NELLA PARTE ALTA DELL'INTERVENTO PER LA MOVIMENTAZIONE DEL TERRENO E LA VERIFICA DI STABILITA' PER LE SCARPATE PRESENTI PERIMETRALMENTE L'AREA

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Peso Unità di Volume (t/m³)	Peso Unità di Volume Saturo	Angolo d'attrito (°)	Coesione non drenata Cu	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson
1	0.6	18.9	Incoerente	1.52	1.96	35.74	0	66.29	169.5	0.32
2	4.5	10.53	Incoerente/Coesiv	1.48	1.92	33.87	1.03	49.09	127.65	0.33
3	9.9	28.21	Incoerente/Coesiv	1.66	2.03	38.78	2.6	81.3	206.05	0.3

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Peso Unità di Volume (t/m³)	Peso Unità di Volume Saturo	Angolo d'attrito (°)	Coesione non drenata Cu	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson
1	0.9	22.81	Incoerente	1.63	2.01	37.88	0	74.32	189.05	0.31
2	4.5	12.46	Incoerente/Coesiv	1.51	1.94	34.58	1.23	53.06	137.3	0.33
3	9.9	31.7	Incoerente/Coesiv	1.71	2.07	40.03	3.15	92.56	233.5	0.29



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: NOGARD
Descrizione: SINALUNGA
Località: BETTOLLE

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	73 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1.8
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... spt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25

Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25
--------------------------------	------	-------------	----

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

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

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{\frac{Pa}{\sigma_{vo}}} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_s	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

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

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi) .
Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_0)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi**Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata C_u (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cm²)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...SCPT TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 03-10-2021
 Profondità prova 9.90 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (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)
0.30	12	0.853	83.47	97.89	4.17	4.89
0.60	9	0.847	57.64	68.05	2.88	3.40
0.90	7	0.842	44.54	52.92	2.23	2.65
1.20	6	0.836	37.94	45.36	1.90	2.27
1.50	5	0.831	29.28	35.23	1.46	1.76
1.80	6	0.826	34.93	42.27	1.75	2.11
2.10	6	0.822	34.73	42.27	1.74	2.11
2.40	5	0.817	28.78	35.23	1.44	1.76
2.70	4	0.813	21.44	26.38	1.07	1.32
3.00	5	0.809	26.67	32.98	1.33	1.65
3.30	6	0.805	31.84	39.57	1.59	1.98
3.60	5	0.801	24.83	31.00	1.24	1.55
3.90	6	0.797	29.66	37.20	1.48	1.86
4.20	7	0.794	34.45	43.40	1.72	2.17
4.50	8	0.790	36.98	46.79	1.85	2.34
4.80	10	0.787	46.04	58.49	2.30	2.92
5.10	12	0.784	55.03	70.19	2.75	3.51
5.40	11	0.781	50.25	64.34	2.51	3.22
5.70	12	0.778	51.69	66.43	2.58	3.32
6.00	13	0.725	52.21	71.96	2.61	3.60
6.30	13	0.723	52.02	71.96	2.60	3.60
6.60	14	0.720	52.99	73.56	2.65	3.68
6.90	15	0.718	56.58	78.81	2.83	3.94
7.20	14	0.716	52.64	73.56	2.63	3.68
7.50	15	0.713	53.51	75.00	2.68	3.75
7.80	16	0.711	56.90	80.00	2.85	4.00
8.10	13	0.709	46.10	65.00	2.31	3.25
8.40	14	0.707	49.51	70.00	2.48	3.50
8.70	16	0.705	53.82	76.31	2.69	3.82
9.00	17	0.703	57.04	81.08	2.85	4.05
9.30	19	0.702	63.59	90.62	3.18	4.53
9.60	18	0.700	57.44	82.06	2.87	4.10
9.90	20	0.698	63.67	91.18	3.18	4.56

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tension e efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	10.5	82.97		0	0.0	0.0	0.0	1.8	18.9	riporto
4.5	5.85	39.28	Incoeren	0	1.98	2.18	0.39	1.8	10.53	argille

			te - coesivo								sabbiose
9.9	14.56	74.47	Incoeren te - coesivo	0	2.12	2.26	1.34	1.8	26.21	argille	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi-Peck	Sanglerat	Terza ghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Benas si e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	0.71	1.32	0.00	0.42	1.03	1.18	0.93	1.24	0.53	1.24	1.32
[3] - argille	26.21	9.90	1.77	3.28	0.00	1.00	2.60	2.23	2.16	2.69	1.31	3.18	3.28

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	Robertson (1983)	21.06
[3] - argille	26.21	9.90	Robertson (1983)	52.42

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	48.31	--	109.19	105.30
[3] - argille	26.21	9.90	120.25	--	269.12	262.10

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	100.70	105.30

		Strato (m)	corret to per prese nza falda	Hans on-Th ornbu rn-M eyerh of 1956	rhof (1956)	rs (1961)	ev (1964)	rhof (1965)	ertma nn (1977) Sabbie	ell & Katti (1981)	Fuku ni 1982 (ROA D BRID GE SPEC IFIC ATIO N)	ese Natio nal Railw ay	Mello	aki & Iwasa ki
[2] - argill e sabbio se	10.53	4.50	10.53	30.01	23.01	30.95	30.88	33.87	37.15	<30	27.57	30.16	38.09	29.51
[3] - argill e	26.21	9.90	26.21	34.49	27.49	35.34	29.65	38.78	38.53	32-35	34.83	34.86	42.4	37.9

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertm ann (1978) (Sabbie)	Schultze- Menzenba ch (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollo nia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	10.53	231.62	84.24	124.95	258.98	127.65
[3] - argille	26.21	9.90	26.21	365.43	209.68	309.98	376.57	206.05

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sa nglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbac h e Malcev (Sabbia media)
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	10.53	63.18	49.09	74.76	84.96
[3] - argille	26.21	9.90	26.21	157.26	81.30	186.09	154.90

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	10.53	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE

[3] - argille	26.21	9.90	26.21	Classificazione A.G.I	ADDENSATO MODERATAM ENTE ADDENSATO
---------------	-------	------	-------	--------------------------	---

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	10.53	Terzaghi-Peck 1948	1.48
[3] - argille	26.21	9.90	26.21	Terzaghi-Peck 1948	1.66

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	10.53	Terzaghi-Peck 1948	1.92
[3] - argille	26.21	9.90	26.21	Terzaghi-Peck 1948	2.03

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	10.53	(A.G.I.)	0.33
[3] - argille	26.21	9.90	26.21	(A.G.I.)	0.3

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	10.53	594.29	526.76
[3] - argille	26.21	9.90	26.21	1400.47	919.59

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	10.53	Ohta & Goto (1978) Limi	123.16

[3] - argille	26.21	9.90	26.21	Ohta & Goto (1978) Limi	176.19
---------------	-------	------	-------	----------------------------	--------

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	10.53	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - argille	26.21	9.90	26.21	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	10.53	Navfac 1971-1982	2.22
[3] - argille	26.21	9.90	26.21	Navfac 1971-1982	5.06

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - argille sabbiose	10.53	4.50	10.53	Robertson 1983	21.06
[3] - argille	26.21	9.90	26.21	Robertson 1983	52.42

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...SCPT TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 03-10-2021

Profondità prova 9.90 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (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)
0.30	12	0.853	83.47	97.89	4.17	4.89
0.60	14	0.797	84.36	105.85	4.22	5.29
0.90	12	0.842	76.35	90.73	3.82	4.54

1.20	7	0.836	44.26	52.92	2.21	2.65
1.50	6	0.831	35.14	42.27	1.76	2.11
1.80	5	0.826	29.11	35.23	1.46	1.76
2.10	5	0.822	28.94	35.23	1.45	1.76
2.40	6	0.817	34.54	42.27	1.73	2.11
2.70	7	0.813	37.53	46.17	1.88	2.31
3.00	6	0.809	32.00	39.57	1.60	1.98
3.30	7	0.805	37.15	46.17	1.86	2.31
3.60	8	0.801	39.72	49.60	1.99	2.48
3.90	9	0.797	44.48	55.80	2.22	2.79
4.20	8	0.794	39.37	49.60	1.97	2.48
4.50	9	0.790	41.60	52.64	2.08	2.63
4.80	12	0.787	55.25	70.19	2.76	3.51
5.10	15	0.734	64.40	87.73	3.22	4.39
5.40	14	0.731	59.86	81.89	2.99	4.09
5.70	16	0.728	64.50	88.57	3.22	4.43
6.00	18	0.725	72.29	99.64	3.61	4.98
6.30	16	0.723	64.02	88.57	3.20	4.43
6.60	15	0.720	56.77	78.81	2.84	3.94
6.90	18	0.718	67.90	94.58	3.40	4.73
7.20	15	0.716	56.40	78.81	2.82	3.94
7.50	18	0.713	64.21	90.00	3.21	4.50
7.80	19	0.711	67.57	95.00	3.38	4.75
8.10	21	0.659	69.22	105.00	3.46	5.25
8.40	21	0.657	69.01	105.00	3.45	5.25
8.70	22	0.655	68.76	104.92	3.44	5.25
9.00	18	0.703	60.39	85.85	3.02	4.29
9.30	19	0.702	63.59	90.62	3.18	4.53
9.60	20	0.700	63.82	91.18	3.19	4.56
9.90	20	0.698	63.67	91.18	3.18	4.56

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.9	12.67	98.16		0	0.0	0.0	0.0	1.8	22.81	RIPORTO
4.5	6.92	45.62	Incoerente - coesivo	0	2.03	2.23	0.37	1.8	12.46	SABBI E ARGILLOSE
9.9	17.61	90.42	Incoerente - coesivo	0	2.19	2.43	1.32	1.8	31.7	ARGILLE

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzagli-Peck	Sanglerat	Terzagli-Peck (1948)	U.S. D.M. S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Bensi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	0.84	1.56	0.00	0.50	1.23	1.37	1.09	1.41	0.62	1.57	1.56
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	2.14	3.96	0.00	1.18	3.15	2.71	2.55	3.27	1.59	4.11	3.96

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	Robertson (1983)	24.92
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	Robertson (1983)	63.40

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	57.17	--	128.88	124.60
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	145.44	--	325.11	317.00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	122.89	124.60
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	344.15	317.00

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	Meyerhof	2.03
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	Meyerhof	2.19

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	Meyerhof	2.23
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	Meyerhof	2.43

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	Ohta & Goto (1978) Limi	128.2
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	Ohta & Goto (1978) Limi	182.08

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	38.26	71.82	74.41	38.17
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	45.51	83.15	83.01	65.18

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerh of 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertman (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	12.46	30.56	23.56	31.49	31.27	34.58	38.05	30-32	28.67	30.74	39.63	30.79
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	31.7	36.06	29.06	36.88	29.99	40.03	39.64	32-35	36.81	36.51	44.15	40.18

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	12.46	251.96	99.68	147.73	273.45	137.30
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	31.7	401.88	253.60	374.76	417.75	233.50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	12.46	74.76	53.06	88.47	93.57
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	31.7	190.20	92.58	225.07	179.38

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione e AGI
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	12.46	Classificazione e A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	31.7	Classificazione e A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	12.46	Terzaghi-Peck 1948	1.51
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	31.7	Terzaghi-Peck 1948	1.71

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	12.46	Terzaghi-Peck 1948	1.94
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	31.7	Terzaghi-Peck 1948	2.07

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	12.46	(A.G.I.)	0.33
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	31.7	(A.G.I.)	0.29

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	12.46	696.15	583.81
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	31.7	1674.59	1032.90

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	12.46	Ohta & Goto (1978) Limi	128.2
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	31.7	Ohta & Goto (1978) Limi	182.08

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	12.46	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	31.7	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo

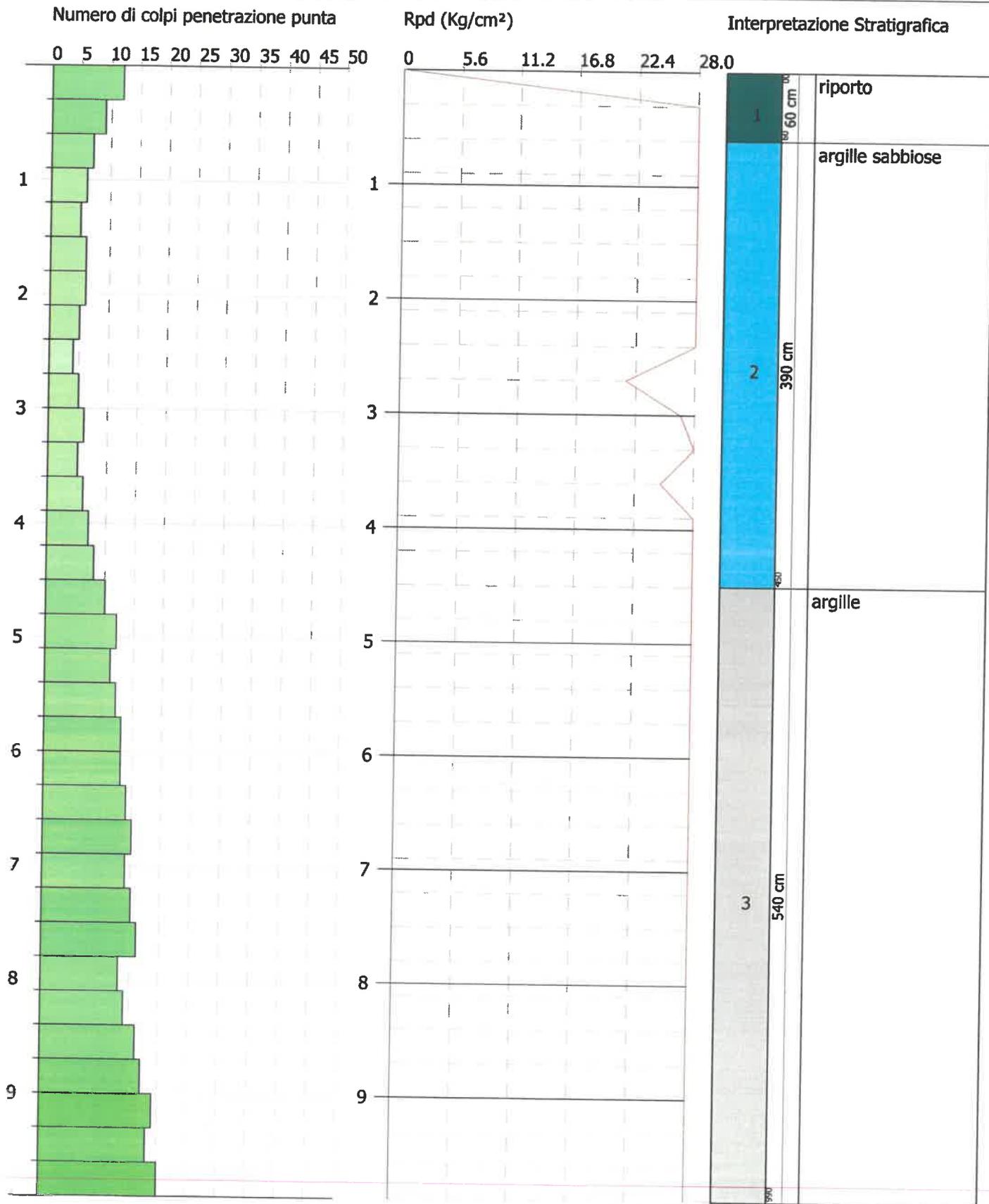
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[2] - SABBIE ARGILLOSE	12.46	4.50	12.46	Navfac 1971-1982	2.62
[3] - ARGILLE	31.7	9.90	31.7	Navfac 1971-1982	5.84

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI

Committente: NOGARD
Descrizione: SINALUNGA
Località: BETTOLLE

03-10-2021

Scala 1:48



SIGNATURE 1

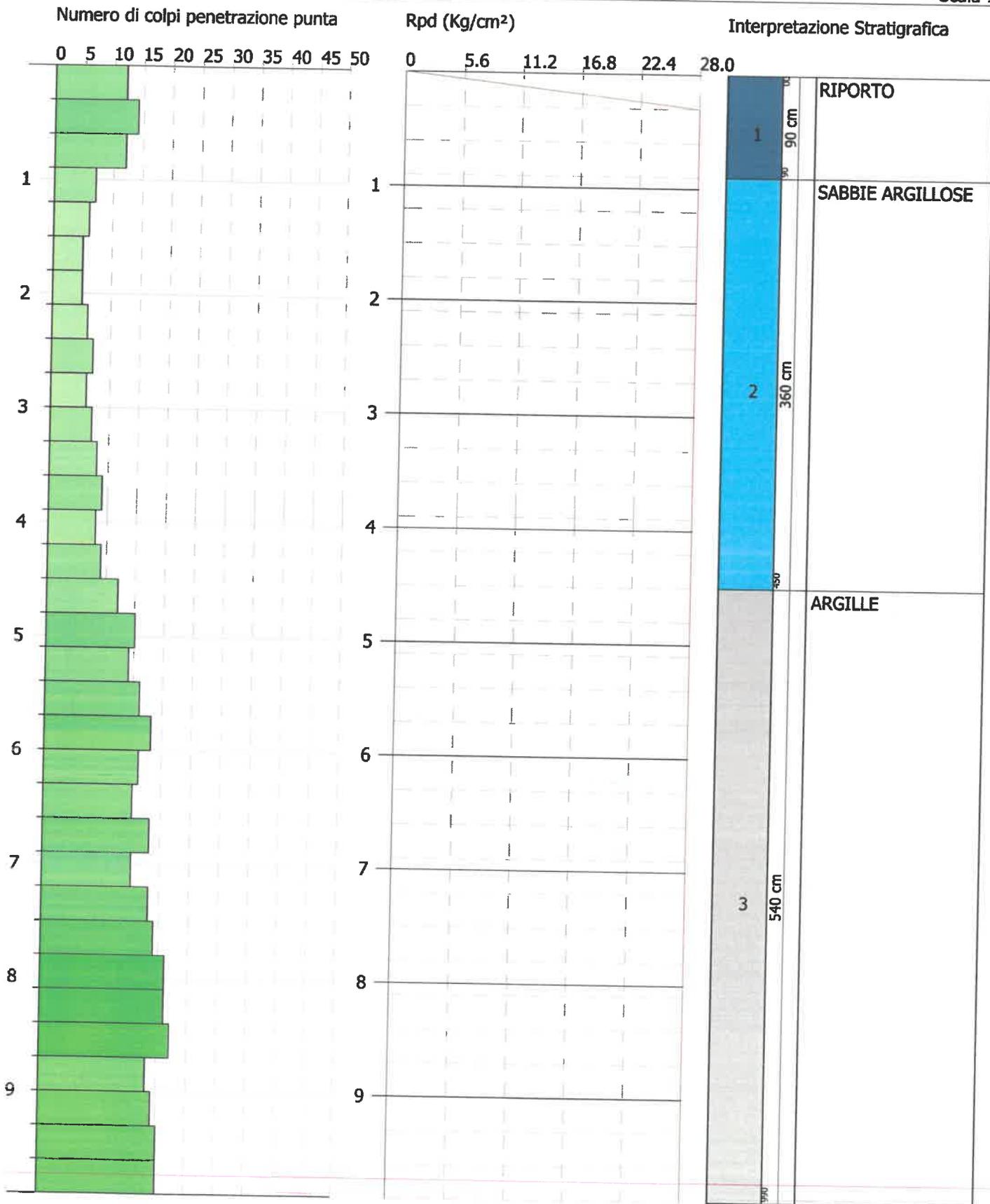
SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI

Committente: NOGARD
Descrizione: SINALUNGA
Località: BETTOLLE

03-10-2021

Scala 1:48



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

