

Committente

Inventiva1 S.R.L.

Via Angelo Signorelli n. 105 – 00123 Roma (RM)

P.IVA 15804621009

Progettista



Via Giorgio Baglivi, 3 - 000161 Roma - info@floreweb.com

PROGETTO AGRIVOLTAICO "ACCIARELLA"

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza pari a 17,27 MWp integrato da un sistema di accumulo da 4,56 MW e relative opere di connessione alla RTN

Località

REGIONE LAZIO - COMUNE DI LATINA (LT)

Titolo

RELAZIONE GEOLOGICA

Data: apr-2023

Revisione

Codice elaborato

FL_ACC_R07

Timbro e firma Autore

Timbro e firma Inventiva1 S.R.L.

G.EDI.S. s.r.l.



sede legale: Via Urbana 150 - 00184 Roma

sede amministrativa:
Via Roma, 28 – 02034 MONTOPOLI DI SABINA (RI)
Tel 0765/441102 (St) 0765/206263 (Fax)
329/9171242 (Cell)
e-mail: info@gedis-srl.com

COMUNE DI LATINA (LT)



Relazione geologica inerente il progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza pari a 17,27 MWp integrato da un sistema di accumulo da 4,56 MW e relative opere di connessione alla RTN, presso i terreni siti in Loc. Acciarella e Loc. Borgo Sabotino, nel territorio del comune di Latina, su committenza della Società

INVENTIVA1 S.r.l.

Roma, Aprile 2023

Dott. Geol. David Simoncelli

E' riservata la proprietà di questo elaborato che potrà essere riprodotto, anche in parte, solo dopo autorizzazione scritta

Sommario

PREMESSE.....	3
DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA.....	3
DESCRIZIONE CAMPAGNA DI INDAGINI.....	5
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	7
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE.....	12
CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE.....	14
LIQUEFAZIONE	16
CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	19
ANALISI SISMICA TRAMITE MICROTREMORI	20
ANALISI SISMICA TRAMITE MASW	25
RISULTANZE INDAGINI SISMICHE.....	27
PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	29
CONCLUSIONI	31
ALLEGATI.....	32

PREMESSE

In ottemperanza ai criteri previsti dalla Legge vigente, è stata redatta una relazione geologica inerente il progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza pari a 17,27 MWp integrato da un sistema di accumulo da 4,56 MW e relative opere di connessione alla RTN, presso i terreni siti in Loc. Acciarella e Loc. Borgo Sabotino, nel territorio del comune di Latina, su committenza della Società INVENTIVA1 S.r.l..

DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA

Secondo i dati forniti dai progettisti, l'intervento prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato "Acciarella" della potenza di 17,27 MWp, integrato da un sistema di accumulo (B.E.S.S.) di 4,56 MW. Il progetto riguarda anche le opere di connessione alla RTN, inclusa la sottostazione utente di trasformazione MT/AT (di seguito SSE) e la linea di connessione di media tensione. La SSE è a sua volta collegata alla RTN AT Terna con cavidotto interrato su strade pubbliche. La connessione avverrà in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Latina Nucleare. La potenza totale richiesta ai fini della connessione è di 17 MW in immissione.

Il progetto integra l'aspetto produttivo agricolo con la produzione energetica da fonte rinnovabile al fine di fonderli in una iniziativa unitaria ecosostenibile. La definizione della soluzione impiantistica per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica è stata guidata

dalla volontà della Società Proponente di perseguire la tutela, la salvaguardia e la valorizzazione del contesto agricolo di inserimento dell'impianto. Nella progettazione dell'impianto è stato quindi incluso, come parte integrante e inderogabile, dell'iniziativa, la definizione di un piano di dettaglio di interventi agronomici.

Pertanto nel progetto coabitano due macro-componenti quali:

- la componente energetica costituita dal generatore fotovoltaico (integrato con un sistema di accumulo) e dalle opere di connessione alla rete di trasmissione
- la componente agricola con le relative attività sperimentali

La componente energetica consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra, su strutture ad inseguimento monoassiale (trackers), in tre diversi lotti di terreno ubicati nel Comune di Latina, Località Acciarella.

La sottostazione elettrica di utenza (SSE) di elevazione della tensione da 30kV a 150kV, per l'immissione dell'energia prodotta nella rete ad alta tensione di Terna, sarà ubicata sempre nel Comune di Latina, Località Borgo Sabotino, in un sito posto a circa 1 km dalla stazione elettrica di Terna denominata Latina Nucleare.

L'impianto agro-fotovoltaico sarà composto complessivamente da n. 3 campi, per un totale di 4 sottocampi di potenza variabile, per una potenza complessiva di 17,27 MWp, collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione. In uno dei campi è prevista anche la realizzazione di un sistema di accumulo (BESS) di potenza pari a 4,56 MW.

Presso l'impianto verranno altresì realizzate le cabine di trasformazione (Smart Transformer Station) dalle quali si dipartono le linee di collegamento di media tensione interrate verso la cabina di smistamento e poi verso la sottostazione utente (SSE). Sarà inoltre realizzata la Control Room per la gestione e monitoraggio dell'impianto, i servizi ausiliari e di videosorveglianza.

Di seguito vengono sintetizzate le principali lavorazioni previste.

- posa in opera di 596 tracker per un totale di 30.576 pannelli
- realizzazione di cabine di trasformazione (Smart Transformer Station), cabina di smistamento e locale di servizi ausiliari
- posa in opera di container prefabbricati che costituiscono il sistema di accumulo (BESS)
- posa in opera di cavidotti di bassa e media tensione

DESCRIZIONE CAMPAGNA DI INDAGINI

Allo scopo di ricostruire l'andamento stratigrafico del sito e di valutare le caratteristiche geotecniche e sismiche locali del terreno e, tenendo conto che, ai sensi del **Regolamento regionale n. 7 del 16.04.2021 – D.G.R. 189/2021 della Regione Lazio – Allegato C** ed della **D.G.R. n.493 del 23 Luglio 2019**, il progetto in esame ricade in **“Livello di Rischio Sismico Basso”** e in **Classe d'uso I**, sono state eseguite le seguenti indagini (vedere planimetria ubicativa in allegato):

- un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio;

- acquisizione dati tratti da studi effettuati dallo scrivente nella medesima area e in aree adiacenti;
- n°4 prove penetrometriche dinamiche continue eseguite tramite l'utilizzo dello strumento di tipo superpesante (DPSH) all'interno dei lotti n° 1, 2 e 3;
- acquisizione di n°1 prova penetrometrica dinamica continua eseguite tramite l'utilizzo dello strumento di tipo superpesante (DPSH) nell'anno 2020 all'interno del lotto n°4
- n°3 misure di microtremore sismico a stazione singola (HVSR), per la definizione della frequenza di risonanza del terreno eseguite all'interno dei lotti n° 1, 2 e 3;
- n°3 MASW mediante sismografo "Sysmatrack" multicanale (12 canali) fornito dalla Società "MAE advanced geophysics instruments" con elaborazione dati mediante il software "EasyMasw", fornito dalla Società "Geostru Software", eseguite all'interno dei lotti n° 1, 2 e 3;
- acquisizione di n°1 MASW mediante sismografo "Sysmatrack" multicanale (12 canali) fornito dalla Società "MAE advanced geophysics instruments" con elaborazione dati mediante il software "EasyMasw", fornito dalla Società "Geostru Software", eseguita nell'anno 2020 all'interno del lotto n° 4;
- misurazioni con strumenti portatili sugli affioramenti presenti.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

I lotti di terreno in esame sono ubicati a SW della città di Latina, e sono compresi nell'area della pianura pontina compresa tra il litorale laziale e i centri abitati di Latina e Cisterna di latina. Si fa, quindi, riferimento ad un'areale piuttosto vasto e caratterizzato da una morfologia sub-pianeggiante (vedi Corografia in allegato). L'impianto agrivoltaico, denominato "Acciarella", sarà realizzato a circa 12 km dal centro della città di Latina (LT) e sarà facilmente raggiungibile dalla Strada Provinciale SP039 (Lungomare Pontino – Via Acciarella). L'area di impianto, attualmente a carattere agricolo come anche le aree circostanti, sarà suddivisa in 3 campi distinti (nominati di seguito A, B, C) ed avrà un'estensione complessiva di circa 20,50 ha mentre l'area nella disponibilità del proponente è di 23,52 ha. Il campo A è a sua volta suddiviso in due sottocampi denominati A1 e A2 (Fig.1). L'impianto sarà collegato, tramite un cavidotto interrato di media tensione, ad una sottostazione elettrica (SSE). Il presente studio riguarda i 3 lotti occupati dall'impianto agrivoltaico ed il lotto della SSE condivisa.



Fig.1-Inquadramento dell'area di progetto su immagine satellitare

In relazione alle condizioni topografiche del sito in esame (Tab. 3.2.III delle N.T.C. 2018) si definisce la **Categoria T1** [superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$] corrispondente ad un **Coefficiente di Amplificazione Topografica ST = 1.00**.

I siti in esame sono descritti nel F°158 – “Latina” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:100000, nelle sezioni 400090 “Tre Cancelli”, 400130 “Le Grottaglie” e 400140 “Borgo Sabotino” in scala 1:10000 e nelle sezioni 400092, 400131 e 400141 in scala 1:5000 della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) edita dalla Regione Lazio. Per i dati catastali dei terreni interessati dal progetto si rimanda all’elaborato “Piano Particellare FL_ACC_R02” e alla planimetria catastale allegata.

Geologia dell'area

La Pianura Pontina sorge ai margini della dorsale Lepino-Ausona, presenta quote topografiche poco superiori al livello del mare, da qualche metro fino a 35-50 m nei pressi di Latina, occupa la fascia costiera fino al Mar Tirreno con una lunghezza di circa 50 km, una larghezza di circa 20 km e risulta allungata in direzione NW-SE. Dal punto di vista geologico nella pianura affiorano depositi plio-quadernari che, dal rilievo lepino-ausono, si estendono fino all'attuale linea di costa e vanno ad obliterare le complesse strutture che costituiscono il substrato, (ricostruite sulla base dei dati scaturiti dalle numerose perforazioni e dagli studi geofisici realizzati nel corso degli anni nell'area pontina). La successione sedimentaria si è sviluppata a partire da un ambiente deposizionale di tipo marino che è passato ad un ambiente transizionale costiero e successivamente in un sistema continentale di tipo fluvio-lacustre. Questa evoluzione si ripercuote in una grande variabilità verticale e laterale dei depositi. Si tratta prevalentemente di depositi fluvio-lacustri, eolici, piroclastici e costieri. In dettaglio tali sedimenti possono essere raggruppati in alcune grandi classi in relazione alla loro composizione e modalità di deposizione:

- terreni torbosi di origine fluvio-lacustre dell'Olocene;
- argille marine e transizionali, sabbie e ghiaie continentali e marine del Pleistocene superiore;
- depositi sabbiosi-limosi litorali e transizionali del Pleistocene medio;
- piroclastiti ed epivulcaniti riconducibili al vulcanismo albano;
- argille azzurre con intercalazioni sabbioseplio-pleistoceniche;
- depositi marini detritici del Pliocene.

I depositi fluvio-lacustri olocenici e pleistocenici, sono rappresentati da una grande varietà di terreni a differente composizione granulometrica e caratterizzati da marcate eteropie laterali: sabbie e argille, limi lagunari e lacustri, torbe e sedimenti alluvionali detritici in cui si intercalano livelli e/o orizzonti di travertini. I depositi piroclastici sono concentrati in affioramenti al margine del rilievo lepino e nelle depressioni interne, nonché riscontrati in numerosi sondaggi a differenti profondità, e sono riferibili alla intensa attività vulcanica manifestatasi nell'area albana. Fanno tuttavia eccezione alcuni affioramenti che, per le loro caratteristiche vanno ricollegati ad un vulcanismo periferico, ad attività prevalentemente esplosiva, dovuta a centri di emissione assai prossimi alle aree di affioramento (Abbadia di Valvisciolo, Acquapuzza ecc.). I depositi marini del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore, argilloso-sabbiosi, affiorano con continuità lungo il settore costiero della pianura. I sedimenti marini riferibili al Pliocene mediosuperiore, individuati in sondaggi profondi (Foce Verde, Fogliano I, La Guardia, e Pontinia), sono costituiti da facies detriticoorganogene, direttamente trasgressive sul Mesozoico. L'andamento del substrato, ribassato di alcune centinaia di metri al di sotto della piana, è stato ricostruito utilizzando dati geofisici e stratigrafie di numerose perforazioni, MOUTON, 1973; DI FILIPPO & TORO, 1980; BARBIERI, 1999; CAPELLI & SALVATI, 2002; CAPELLI *et alii*, 2004). Tali ricostruzioni ipotizzano una depressione lungo l'allineamento Cisterna di Latina-S. Donato nonché una struttura a graben, a spese della dorsale carbonatica, che prosegue sotto la copertura continentale. In particolare è stato individuato, lungo l'intera Pianura Pontina, un solco profondo

apertosi tra il margine della piattaforma lepina e le strutture sepolte più occidentali. È stato ipotizzato che il solco sia stato parzialmente colmato da un *flysch* oligo-miocenico e da depositi caotici di tipo sifilide interessato in seguito da ulteriori fasi tettoniche di tipo compressivo e distensivo. Sussistono inoltre, al di sotto della piana, alcune dorsali sepolte, presumibilmente anticlinali deformate, che costituiscono trappole di circolazione termale. La presenza, poi, di numerose faglie favorisce una circolazione di acque mineralizzate ricche in gas. La parte emersa della struttura lepino-Ausona, rappresentata da calcari di piattaforma con potenze di centinaia di metri, è interessata da vistosi fenomeni carsici ed ospita una falda imponente; ai bordi della dorsale, lungo il contatto con i depositi a minor permeabilità, vi sono allineate una serie di sorgenti con portate discrete. Parte della struttura carbonatica, ribassata dalla faglia cordiera, ospita invece un acquifero imprigionato.

Nel dettaglio, l'area in esame, nonostante la sua elevata estensione areale, è caratterizzata da una discreta omogeneità litologica. I terreni presenti risultano essere ascrivibili, al di sotto di uno spessore variabile da 0.3 m a circa 1,2 m di coltre superficiale alterata, alla formazione delle dune antiche. Questa formazione è caratterizzata, nella sua porzione più superficiale, da una granulometria prevalentemente limosa e da un grado di addensamento medio-basso, mentre, con l'aumentare della profondità, si passa a materiali costituiti da sabbie da fini a grossolane-debolmente limose aventi un grado di addensamento che va dal moderato al medio-alto. Tali litotipi si presentano di colore marrone-rossastro, e sono risalenti al Pleistocene superiore (vedi carta geologica in allegato).

Le osservazioni e le indagini compiute hanno evidenziato le discrete condizioni geomorfologiche dei terreni in questione; non esistono, infatti, nell'area in oggetto, tracce di fenomeni franosi o in genere, di processi morfogenetici in atto (vedi stralcio Carta Pai in allegato). Dal punto di vista del rischio idraulico, dall'analisi dei dati e della cartografia relativa al PAI redatto dal Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, emerge che l'area di studio non ricade in zone soggette a pericolosità o rischio idraulico da sovralluvionamento.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

Dal punto di vista idrogeologico l'area in esame rientra nell'Unità Idrogeologica dei Depositi Costieri terrazzati meridionali (T10) (Carta delle Unità Idrogeologiche della Regione Lazio, scala 1:250.000, Capelli G. et alii, 2012). E' stata distinta in base alla prevalente natura litologica degli acquiferi in essa contenuti ed è caratterizzata da un'estensione areale regionale di 336 Km².

In particolare dalla Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio, foglio II (scala 1:100.000) l'area ricade all'interno del Complesso delle sabbie dunari, dallo spessore di alcune decine di metri. Il complesso è sede di un'intensa circolazione idrica sotterranea che dà origine a falde continue ed estese, la cui potenzialità acquifera è medio-alta (Fig.2).

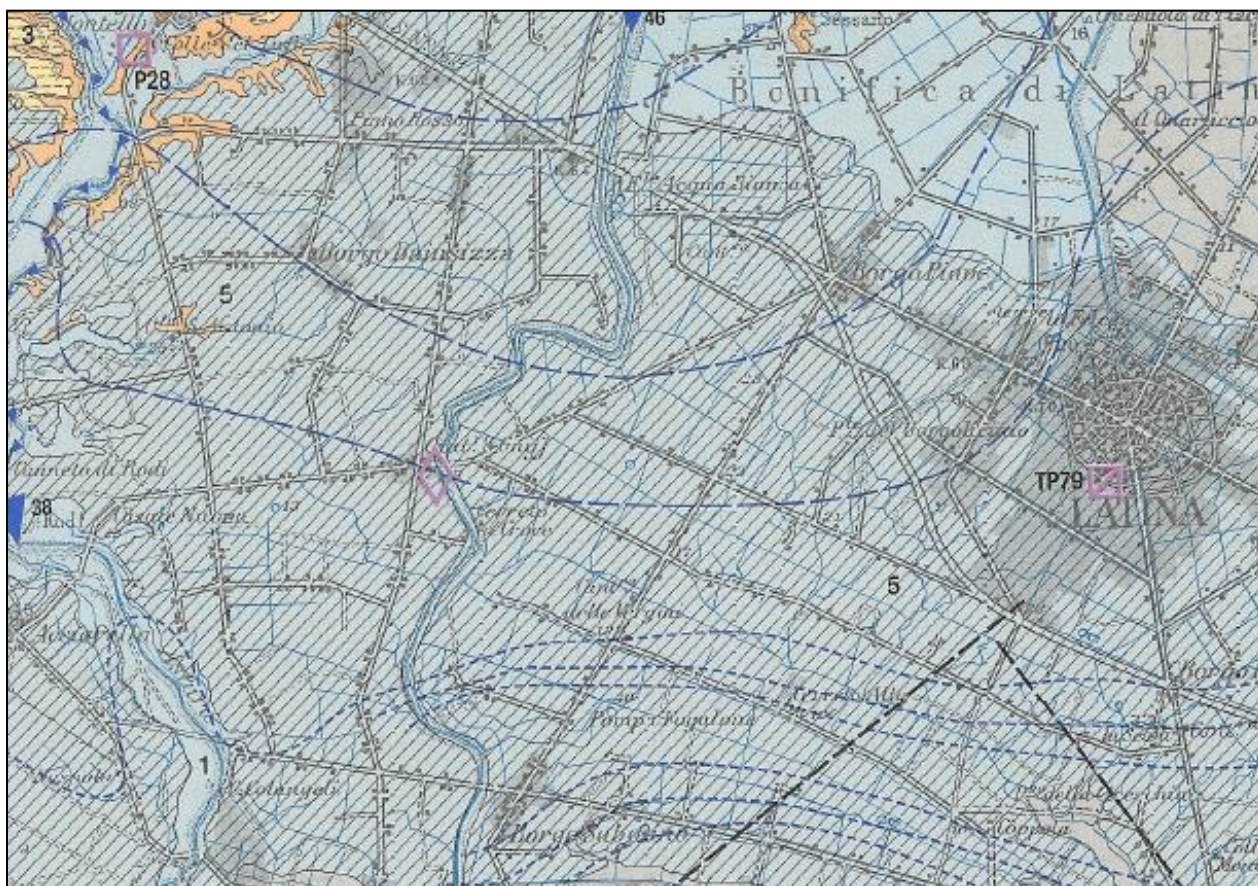


Fig.2-Stralcio Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio, Foglio II (scala 1:100.000)

In corrispondenza dei lotti n°A1-A2, B e C, la permeabilità è da considerarsi medio-alta per i litotipi prettamente sabbiosi e media per quelli limoso-sabbiosi più superficiali. La falda idrica può considerarsi superficiale in quanto è stata riscontrata in fase di indagine a profondità variabili da -1.5 m a -3.6 m dal p.c. ed è correlata sia al livello medio del mare che alla quota del Fosso Nocchia, il quale attraversa in larga parte i terreni in esame. In corrispondenza del lotto SSE, in termini di permeabilità, si riscontra la medesima situazione dei terreni sopracitati, così come per la falda idrica, la quale è da considerarsi superficiale anche in quest'area, nonostante non sia stata riscontrata durante l'esecuzione delle indagini.

CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Dall'interpretazione dei dati acquisiti è stata desunta la seguente ricostruzione stratigrafica minima (vedere stralcio carta geologica stratigrafie in allegato):

DPSH N°1 – (LOTTO C) - QUOTA S.L.M.: 12.0 M

	dal P.C. a -1.2 m = COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA
	da -1.2 m a - 3.0 m = LIMI SABBIOSI MARRONI-ROSSASTRI POCO ADDENSATI (STRATO1)
	da -3.0 m a - 30.0 m * = SABBIE LIMOSE MARRONI-ROSSASTRE MODERATAMENTE/MEDIAMENTE ADDENSATE (STRATO2)

DPSH N°2 – (LOTTO B) - QUOTA S.L.M.: 12.0 M

	dal P.C. a -0.9 m = COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA
	da -0.9 m a - 3.3 m = SABBIE LIMOSE MARRONI-ROSSASTRE MODERATAMENTE/MEDIAMENTE ADDENSATE (STRATO2)
	da -3.3 m a - 4.2 m = SABBIE LIMOSE MARRONI-ROSSASTRE POCO ADDENSATE (STRATO2-A)
	da -4.2 m a - 30.0 m * = SABBIE LIMOSE MARRONI-ROSSASTRE MODERATAMENTE/MEDIAMENTE ADDENSATE (STRATO2)

DPSH N°3 – (LOTTO A1-A2) - QUOTA S.L.M.: 10.0 M

	dal P.C. a -0.3 m = COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA
	da -0.3 m a - 5.1 m = LIMI SABBIOSI MARRONI-ROSSASTRI POCO ADDENSATI (STRATO1)
	da -5.1 m a - 30.0 m * = SABBIE GROSSOLANE DEBOLMENTE LIMOSE MARRONI - ROSSASTRE MODERATAMENTE / MEDIAMENTE ADDENSATE (STRATO3)

DPSH N°4 – (LOTTO A1-A2) - QUOTA S.L.M.: 10.0 M

	dal P.C. a -0.3 m = COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA
	da -0.3 m a - 4.5 m = LIMI SABBIOSI MARRONI-ROSSASTRI POCO ADDENSATI (STRATO1)
	oltre -4.5 m = SABBIE GROSSOLANE DEBOLMENTE LIMOSE MARRONI - ROSSASTRE MODERATAMENTE / MEDIAMENTE ADDENSATE (STRATO3)

DPSH N°5 – (LOTTO SSE) - QUOTA S.L.M.: 6.0 M

	dal P.C. a -0.6 m = COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA
	da -0.6 m a - 2.1 m = SABBIE DEBOLMENTE LIMOSE DA MEDIAMENTE ADDENSATE A ADDENSATE MARRONI - ROSSASTRE (STRATO2-B)

(*) tali profondità sono state estrapolate anche sulla base dei dati provenienti dalle indagini geofisiche

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche, i valori di N_{spt} forniti dalle prove penetrometriche effettuate, correlati con teorie di vari autori (come riportato integralmente negli elaborati prove penetrometriche allegati alla relazione), unitamente a misurazioni mediante strumenti portatili e all'acquisizione dati da prove di laboratorio effettuate su analoghi litotipi, hanno permesso di determinare la seguente tabella dei parametri minimi dei litotipi rinvenuti:

LITOTIPI	Peso di volume γ (t/m ³)	Angolo di attrito ϕ (°)	Coesione drenata C (t/m ²)	N_{spt}	Modulo Elastico E (kg/cm ²)	Modulo G (kg/cm ²)
COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA	1.78	22	0.1	4.06	14.40	112.95
STRATO 1	1.80	23	1.5	4.44	35.52	310.79
STRATO 2	1.82	27	0.2	8.35	66.80	457.15
STRATO 2-A	1.82	23	0.2	4.64	37.12	319.27
STRATO 2-B	1.88	30	0.5	42.77	342.16	1240.33
STRATO 3	1.85	28	0.1	9.86	78.88	506.02

LIQUEFAZIONE

Le **NTC 2018** prevedono che il sito presso il quale è in progetto una nuova opera deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli

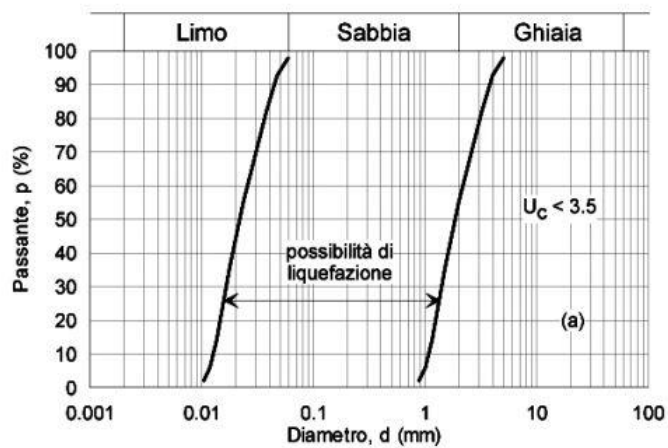
effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. In assenza di interventi di miglioramento del terreno l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della resistenza di progetto e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali. Per ciò che concerne la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione, questa è connessa alla presenza di terreni sabbiosi saturi a profondità inferiori a 15 m e alla eventualità di terremoti con magnitudo superiore a 5.

Lo scuotimento indotto dal moto sismico genera un incremento della pressione dell'acqua contenuta nei pori del terreno che può arrivare ad uguagliare la tensione efficace del terreno. In questa condizione si ha l'annullamento della resistenza al taglio del terreno e, di conseguenza, la sua liquefazione. Ai sensi delle N.T.C. di cui al D.M. 17/01/18 (paragrafo 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione) la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

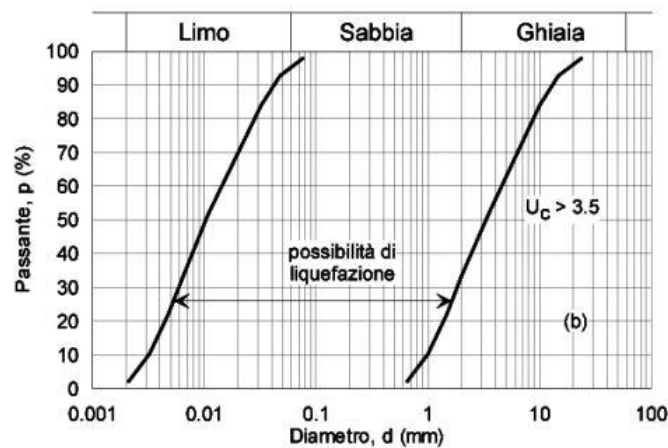
- 1) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizione di free-field) inferiori a 0,1g;
- 2) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il

valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

- 4) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



a)



b)

Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

L'accelerazione massima PGA (Peak Ground Acceleration) in condizioni di free-field, ipotizzando una struttura in Classe I, calcolata in relazione ai parametri sito specifici (*Tabella paragrafo "Parametri di pericolosità sismica"*), è pari a **0,076** (Ag/g) in corrispondenza dei lotti n°1, 2 e 3 e pari a **0,071** (Ag/g) in corrispondenza del lotto n°4.

Di conseguenza, nel rispetto del § 7.11.3.4.2 delle N.T.C./18, è possibile escludere la verifica a liquefazione facendo riferimento al punto n°1.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Coordinate WGS84

Lotti 1, 2 e 3: Lat. 41.450340° - Long. 12.743003°

Lotto 4: Lat. 41.435728° - Long. 12.799825°

Il comune di **Latina** è stato classificato come località non sismica sulla base delle proposte del Gruppo di Lavoro del Servizio Sismico Nazionale (Ord. P.C.M. n.2788 del 12.06.1998). E' stato poi classificato in **Zona 3** ai sensi dell'Ord. P.C.M. n°3274 del 20.03.2003 e successivamente confermato, in ottemperanza alla Delib. Giunta Reg. Lazio n°766 del 01.08.2003 che aggiorna in senso restrittivo l'Ord. P.C.M. n°3274, in **Zona 3**, equiparata alla precedente **Terza Categoria Sismica**.

Con la DGR Lazio n°387 del 22.05.2009 (Bur Lazio 24/2009; S.O. 106) attualmente vigente, che rivede globalmente i criteri di valutazione della pericolosità sismica del territorio regionale, il comune di **Latina** è stato inserito nella **sottozona 3A**.

ANALISI SISMICA TRAMITE MICROTREMORI

Il rumore sismico è presente in qualsiasi punto della superficie terrestre e consiste per lo più nelle onde prodotte dall'interferenza costruttiva delle onde P ed S negli strati superficiali. Il rumore sismico viene prodotto principalmente dal vento e dalle onde del mare. Anche le industrie e il traffico veicolare producono localmente rumore sismico ma, in genere, solo a frequenze relativamente alte, superiori ad alcuni Hz, che vengono attenuate piuttosto rapidamente.

A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono gli effetti locali, dovuti a sorgenti antropiche e/o naturali.

Il rumore di fondo agisce da funzione di eccitazione per le risonanze specifiche sia degli edifici che del sottosuolo, un po' come una luce bianca che illumina gli oggetti, eccitando le lunghezze d'onda del loro stesso colore. Ad esempio, se ci si trova all'interno di un edificio con frequenze di risonanza a 6 e 100 Hz, il rumore di fondo ecciterà queste frequenze, rendendole chiaramente visibili nello spettro di rumore. Allo stesso modo compariranno anche le frequenze di risonanza del sottosuolo. Ad esempio, se il sottosuolo su cui lo strumento è posto ha una stratificazione con frequenze proprie a 0.8 Hz e 20 Hz, queste frequenze appariranno nello spettro come picchi facilmente individuabili rispetto alla traccia di sottofondo.

Durante un terremoto che si può assimilare ad una traccia di rumore con ampiezze sino a 10^{10} volte maggiori del rumore di fondo, se la frequenza di risonanza del suolo e quella dell'edificio che si trova su di esso sono uguali,

viene indotta un'oscillazione risonante accoppiata, detta *amplificazione sismica*, che accresce enormemente le sollecitazioni sull'edificio.

L'amplificazione sismica è la prima causa dei danni agli edifici durante un terremoto, molto più della grandezza stessa del terremoto. Un esempio notevole di amplificazione sismica si è avuto in anni recenti, il 19 settembre 1985, quando un terremoto "medio" ($M=6.6$) colpì il Messico Centrale producendo danni modesti vicino all'epicentro, ma provocando il crollo di 400 palazzi a Città del Messico, distante 240 km dall'epicentro. Analisi successive hanno mostrato come Città del Messico sia costruita su di un bacino sedimentario la cui frequenza, circa 1 Hz, è identica a quella dei palazzi di 10 piani che risultarono essere i più danneggiati dal terremoto. Allo stesso modo, il terremoto calabro-messinese del 28 dicembre 1908 ($M=7.2$) distrusse il 95% delle case di Messina ma lasciò praticamente intatte tutte quelle costruite su roccia e quindi non soggette a amplificazione sismica.

La tecnica qui applicata è detta HVSR (Horizontal/Vertical Spectral Ratio) con registrazione su singola stazione. Alla curva sperimentale HVSR (rossa, in Fig. 1, riferita ad un caso generico) viene sovrapposta una curva teorica (blu) usando il vincolo geologico-stratigrafico ottenuto per via indipendente dalle indagini di campagna sullo strato più superficiale.

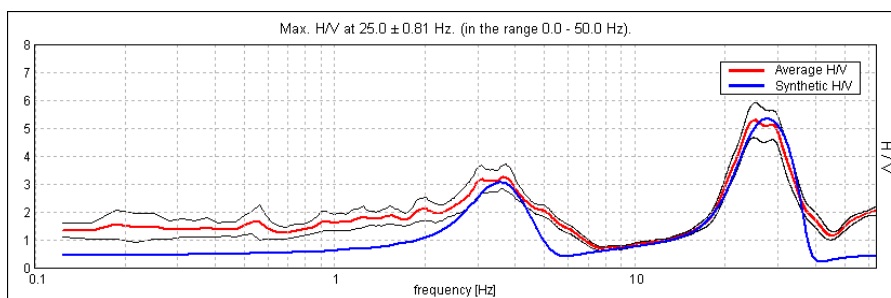


Figura 1

I picchi evidenziati corrispondono ad orizzonti stratigrafici dotati di una particolare frequenza di risonanza (espressa in Hertz) e caratterizzati da differenze di impedenza sismica, direttamente correlabili alla velocità di propagazione delle onde sismiche, tanto più evidenti quanto maggiore è il contrasto di impedenza/velocità.

La procedura dunque comprende:

- ❖ Identificazione diretta di uno strato superficiale (posto solitamente entro i primi metri dal p.c.);
- ❖ Identificazione del picco ad esso riferito sulla curva sperimentale;
- ❖ Costruzione del *best fit* della curva teorica su quella sperimentale, usando i vincoli dei punti precedenti (Figura 2);

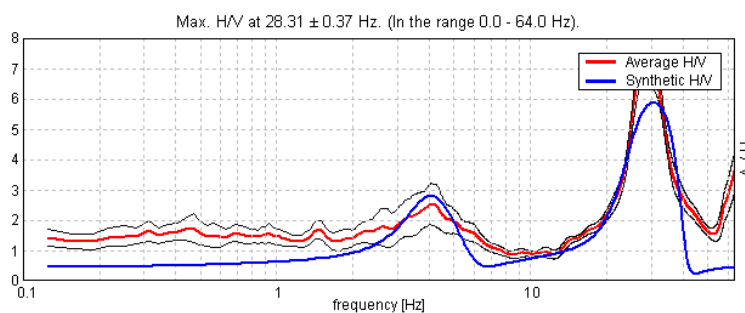


Figura 2

- ❖ Costruzione di una sequenza sismica monodimensionale fondata sulle Vs, i cui orizzonti stratigrafici corrispondono ai picchi della sovrapposizione curva sperimentale vs. curva teorica, come nella figura che segue (Figura 3), anch'essa riferita ad un caso generico.

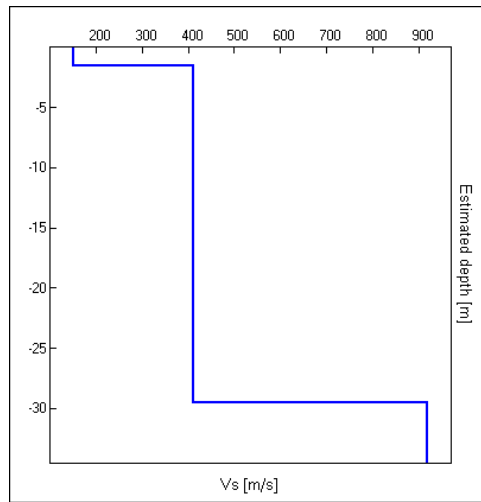


Figura 3

L'acquisizione dei dati di campagna viene effettuata mediante tromografo digitale *Tromino* della Micromed spa, mentre l'elaborazione dei dati si serve del software Grilla fornito dalla stessa ditta.

Nei grafici in allegato sono inoltre rappresentati:

- Diagramma rappresentativo della stabilità del rapporto H/V, durante la registrazione, indice della pulizia della traccia acquisita (Figura 4);

H/V TIME HISTORY

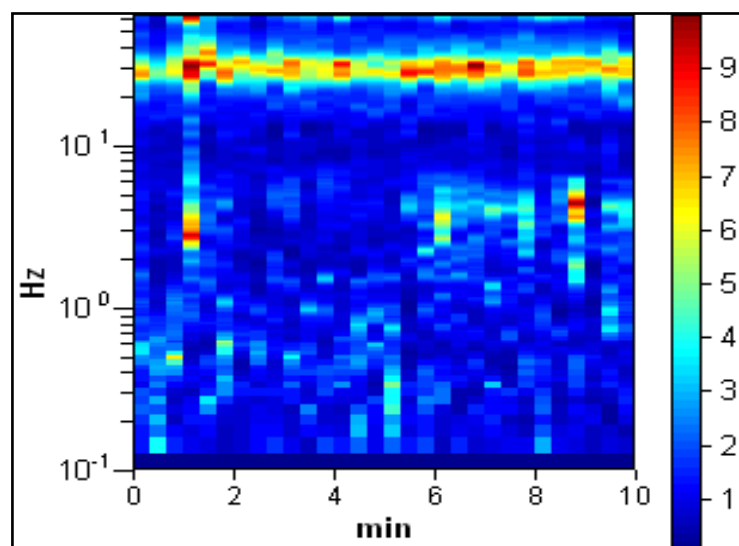


Figura 4

b) Diagramma delle singole componenti spettrali, misurate dal tromografo (Figura 5).

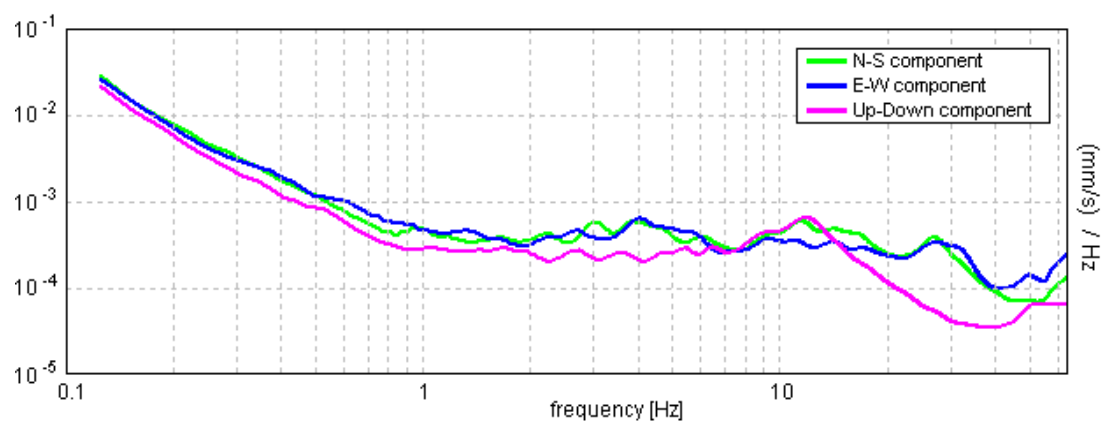


Figura 5

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software "Grilla" fornito dalla Società Micromed S.p.A.

ANALISI SISMICA TRAMITE MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali, eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiale è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiando con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e di velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi. Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10Hz e 70-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30-

50 metri, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente. I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori ai 20° , sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in tre fasi:

- 1) calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento, energizzando alternativamente ai due estremi dello stendimento;
- 2) calcolo della curva di dispersione apparente numerica mediante il metodo Roma (2001);
- 3) calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo Lai-Rix (1998);
- 4) individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_{sv} , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_{sv} e di compressione V_p (o in alternativa il coefficiente di Poisson ν), la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato; l'affidabilità del profilo di velocità V_s trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

RISULTANZE INDAGINI SISMICHE

Sulla base dei dati pervenuti e dall'acquisizione dei dati stratigrafici tratti da altre indagini geognostiche effettuate in siti limitrofi, da cui è stato possibile delineare anche la stratigrafia del sito in oggetto fino alla profondità di oltre 30,0 mt, si è tarata l'elaborazione delle indagini effettuate (vedi report in allegato), ottenendo valori della $V_{s_{eq}}$ pari a:

HVSR1: 278.00 m/s

HVSR2: 327.00 m/s

HVSR3: 238.00 m/s

MASW1: 293.91 m/s

MASW2: 255.01 m/s

MASW3: 261.90 m/s

MASW4: 429.00 m/s

Inoltre, dai risultati dell'indagine HVSR si evidenziano le seguenti frequenze fondamentali di sito e relative ampiezze:

Hvsr1: $f_0 = 5.91$ Hz Ampiezza = 2.9 h/v

Hvsr2: $f_0 = 5.94$ Hz Ampiezza = 2.1 h/v

Hvsr3: $f_0 = 3.44$ Hz Ampiezza = 3.8 h/v

(*) i valori di velocità equivalente forniti sono stati estrapolati considerando il piano di imposta delle fondazioni coincidente con il piano campagna.

Ai sensi del D.M. 17.01.2018 (“Norme Tecniche per le Costruzioni”, Tab. 3.2.II), per la progettazione di manufatti soggetti ad azioni sismiche, i terreni in esame possono essere riferiti alle seguenti categorie di sottosuolo:

- **Categoria di Suolo di Fondazione C** – “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 m/s e 360 m/s” relativamente ai lotti n°1, 2 e 3;
- **Categoria di Suolo di Fondazione B** – “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.” relativamente al lotto n°4.

Dal punto di vista sismico, i siti in esame ricadono, in base allo stralcio della **Carta del MOPS** allegato alla presente, all’interno di una **zona stabile suscettibile di amplificazione sismica - Zona ZSA5**.

PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Nell'ipotesi, da verificare in fase progettuale, di un edificio ricadente in **Classe I** (par. 2.4.2 NTC) e di una **vita nominale pari a 50 anni** e un **periodo di riferimento pari a 35 anni**, si definiscono i seguenti parametri di pericolosità sismica ai sensi della normativa vigente:

LOTTI A1-A2, B e C

STATO LIMITE	Tr (anni)	Probabilità superamento	a₀ (g)	F₀	T_c* (sec)
Operatività (SLO)	45	81%	0,034	2,496	0,231
Danno (SLD)	75	63%	0,036	2,508	0,242
Salvaguardia Vita (SLV)	712	10%	0,076	2,686	0,323
Prevenzione Collasso (SLC)	1462	5%	0,092	2,744	0,339

ALTRI PARAMETRI	SLO	SLD	SLV	SLC
Amplificazione Stratigrafica S_s	1.50	1.50	1.50	1.50
Coeff. Funzione Categoria C_c	1.70	1.68	1.52	1.50
Amplificazione Topografica S_T	1.00	1.00	1.00	1.00
Coefficiente Kh	0,010	0,011	0,023	0,028
Coefficiente Kv	0,005	0,005	0,011	0,014
Accelerazione massima attesa nel sito A_{max} (m/s²)	0,503	0,532	1,114	1,360
Coefficiente β	0,200	0,200	0,200	0,200

LOTTO SSE

STATO LIMITE	Tr (anni)	Probabilità superamento	a₀ (g)	F₀	T_c* (sec)
Operatività (SLO)	45	81%	0,034	2,515	0,231
Danno (SLD)	75	63%	0,036	2,525	0,242
Salvaguardia Vita (SLV)	712	10%	0,071	2,756	0,331
Prevenzione Collasso (SLC)	1462	5%	0,085	2,834	0,351

ALTRI PARAMETRI	SLO	SLD	SLV	SLC
Amplificazione Stratigrafica S_s	1.20	1.20	1.20	1.20
Coeff. Funzione Categoria C_c	1.48	1.46	1.37	1.36
Amplificazione Topografica S_T	1.00	1.00	1.00	1.00
Coefficiente Kh	0,008	0,009	0,017	0,020
Coefficiente Kv	0,004	0,004	0,009	0,010
Accelerazione massima attesa nel sito A_{max} (m/s²)	0,399	0,421	0,838	1,004
Coefficiente β	0,200	0,200	0,200	0,200

(Fonte Geostru Software 2023; www.geostru.com)

CONCLUSIONI

L'area interessata dall'opera è globalmente stabile e ricade in zona già nota. Considerando sia le caratteristiche geomorfologiche e litologiche del terreno descritto, che le sue condizioni topografiche, non si ravvisano difficoltà di ordine geologico alla realizzazione di quanto progettato a patto che:

- venga eseguita un'adeguata regimazione delle acque superficiali e non venga alterata la permeabilità attuale dei terreni interessati dall'intervento;
- le opere fondali siano impostate all'interno dei litotipi corrispondenti agli strati 2, 2-B e 3;
- in virtù di possibili variazioni litologiche puntuali dei litotipi di fondazione, si consiglia la presenza dello scrivente nel corso delle operazioni di scavo.

ALLEGATI



PLANIMETRIA CATASTALE

COMUNE DI LATINA
SEZ. B - FOGLIO 30

E=25200

N=52200

22-Dic-2022 11:10:18
Protocollo pratica:1141715/2022

Scala originale: 1:2000
Dimensione cornice: 1940,000 x 1380,000 metri

Comune: (LT) LATINA
Foglio: 30

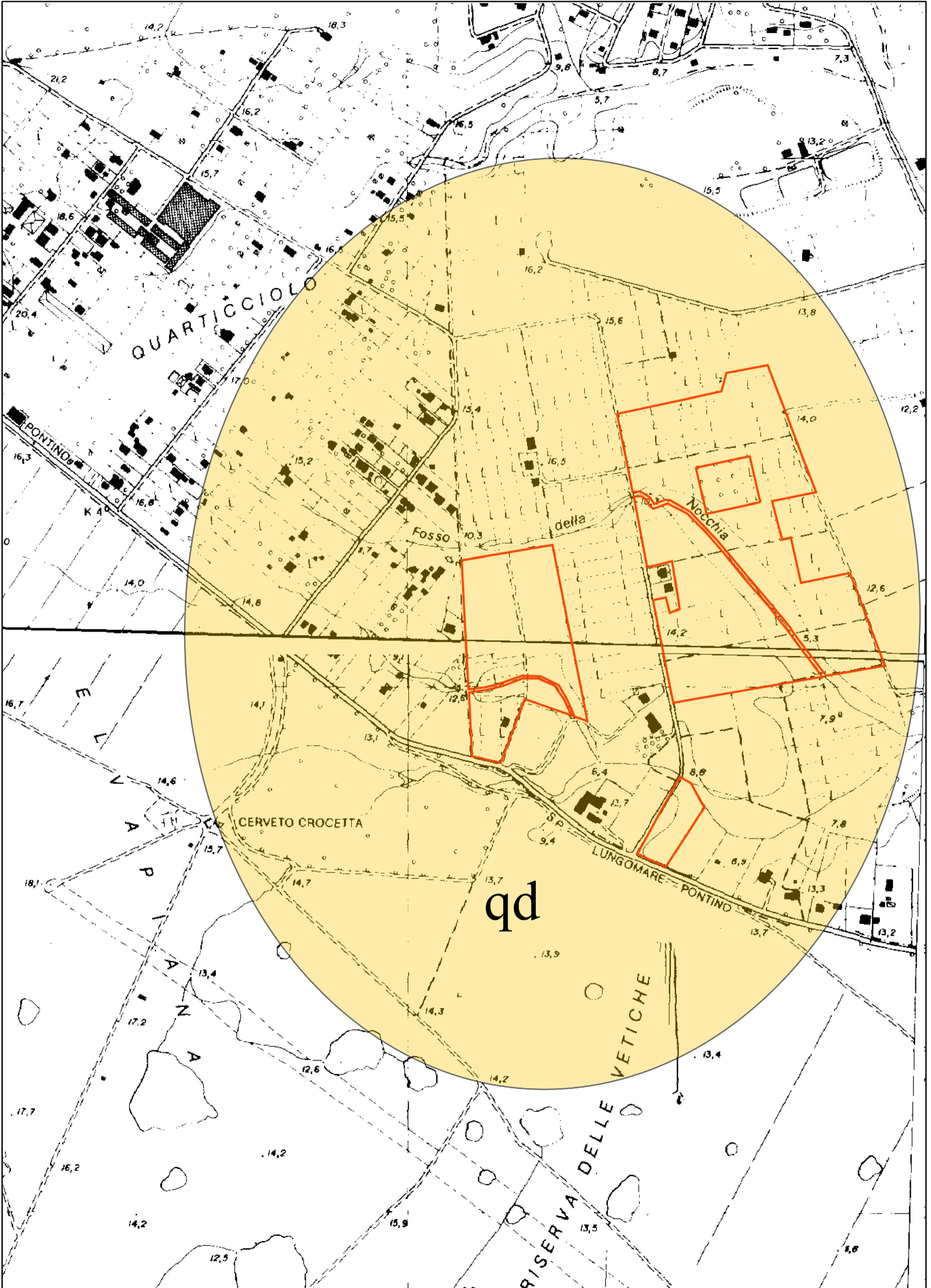


- Particelle interessate dall'impianto
- Limite contrattato impianto FV
- Cavidotto MT
- Limite foglio catastrale

E=23900

N=53300

CARTA GEOLOGICA
Scala 1:5.000

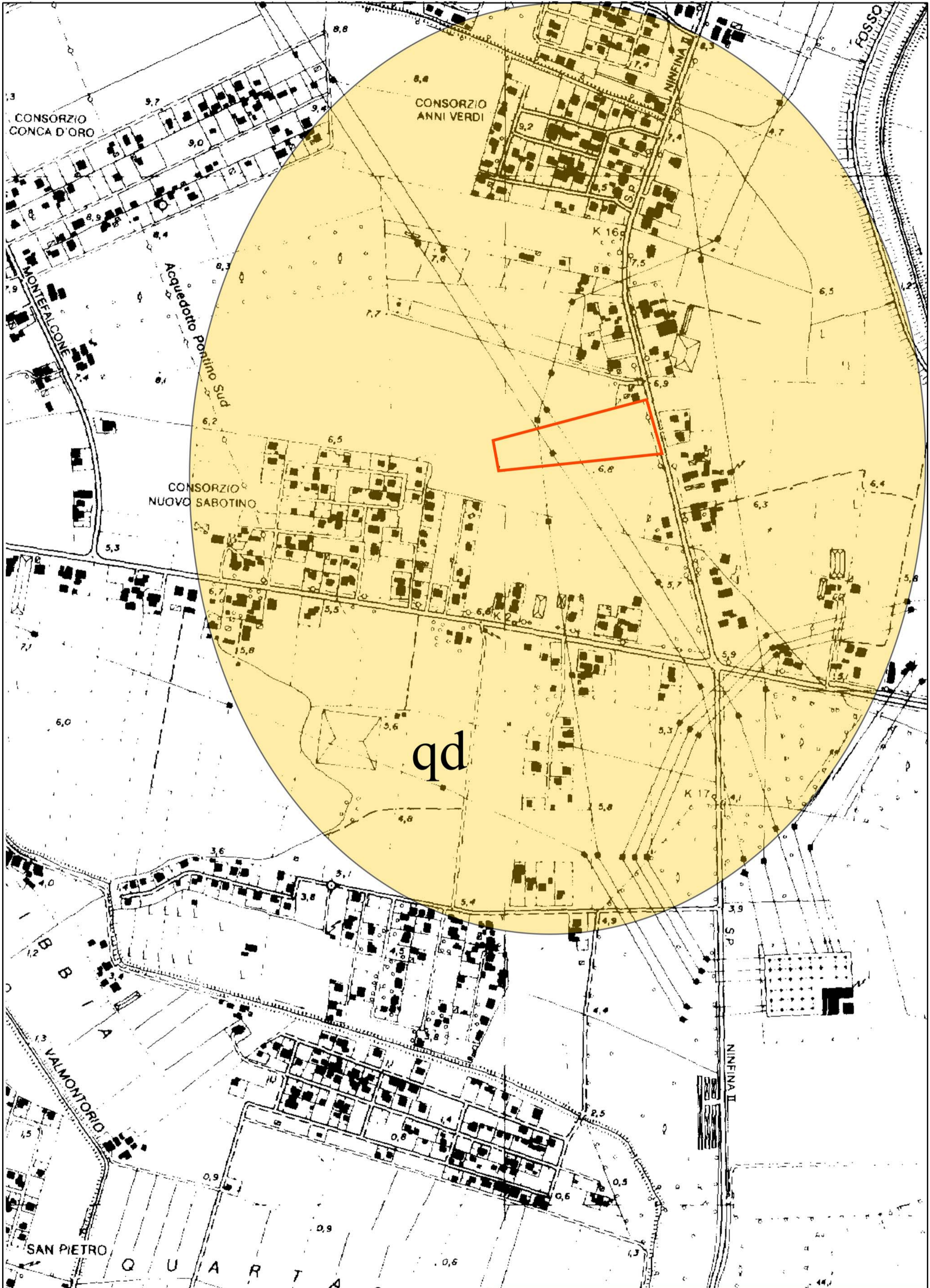


 Ubicazione del sito

qd

«Duna antica» (qd); sabbie rosse in genere, eolizzate, ± commiste con argille dal disjciamento di **U**, intercalazioni di ghiaio siliceo a ciottoli saccettati e lustrati. Depositi illuviali a croste e poupées calcaree, croste e pisoliti ferrifere (loc. = «ferricciolo» = Orstein, Alios). Con industria litica del Paleolitico superiore (Aurignaciano), e mammiferi: *Mammontius primigenius* con *Vitis* etc.; sabbie grige con industria litica Moustieriana, e *Palafoxodon antiquus* alla base. Sabbie con abbondante ghiaia silicea [**qd**].

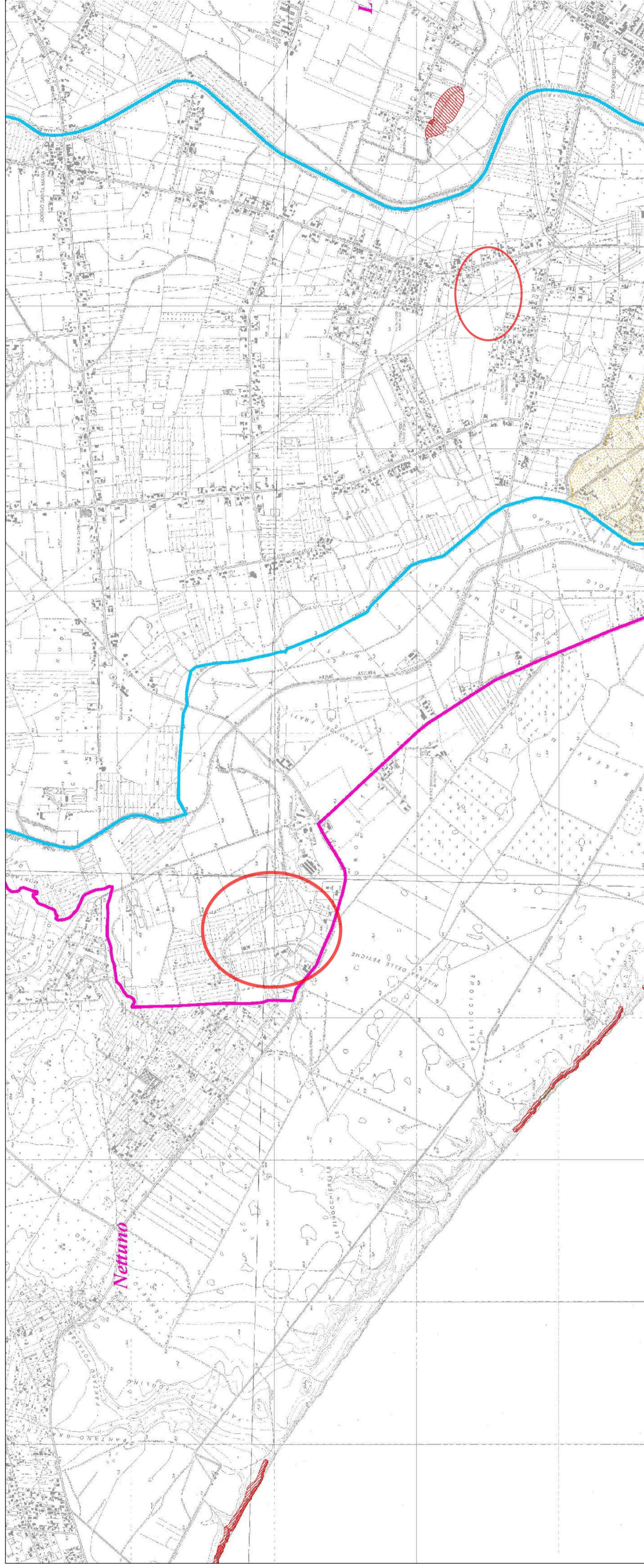
CARTA GEOLOGICA
Scala 1:5.000



 Ubicazione del sito

qd

«Duna antica» (qd); sabbie rosse in genere, eolizzate, ± commiste con argille del disfacimento di **tl**, intercalazioni di ghiaio siliceo a ciottoli sfaccettati e lustrati. Depositi illuviali e croste e pouppées calcaree, croste e pisoliti ferrifere (loc. = «Ferriccìolo» = Ortstein, Alios). Con industria litica del Paleolitico superiore (Aurignaciano), e mammiferi: *Mammontes primigenius* con *Vitis* etc.; sabbie grige con industria litica Moustieriana, e *Palafoxodon antiquus* alla base. Sabbie con abbondante ghiaia silicea [**qd**].

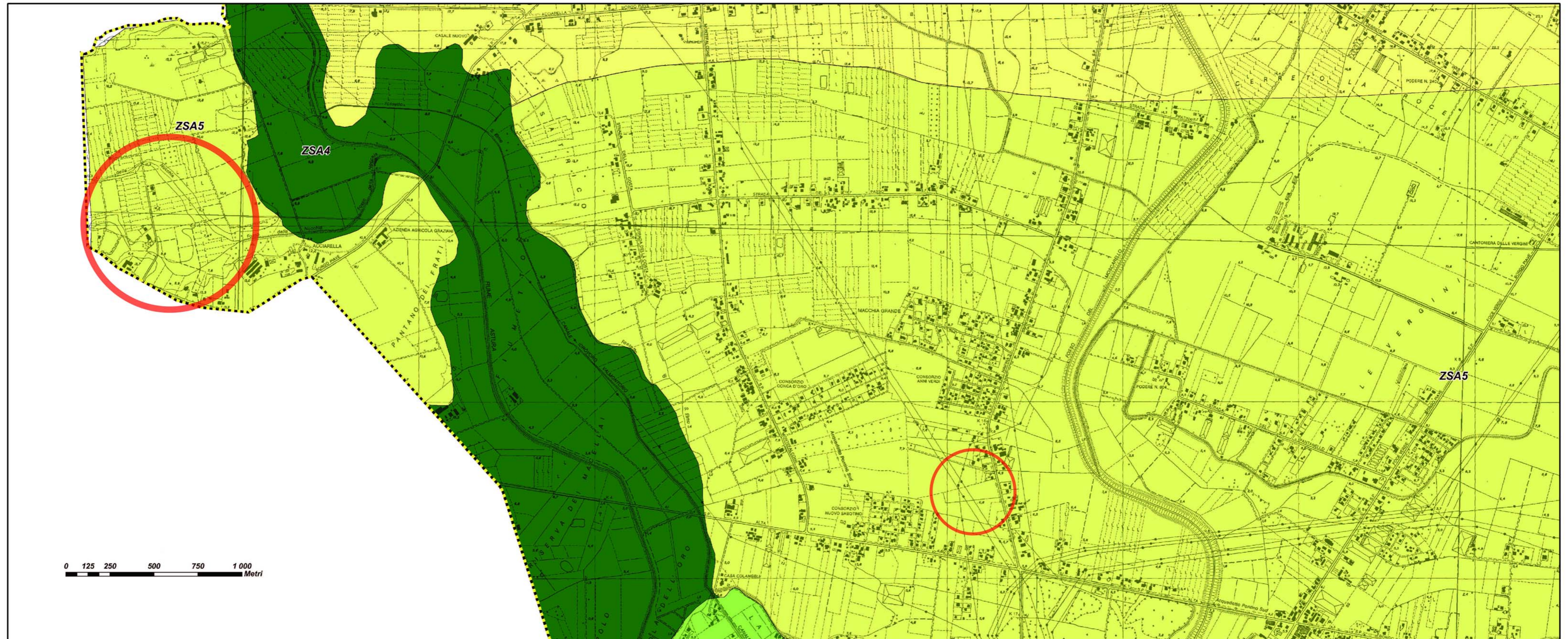


○ Ubicazione del sito

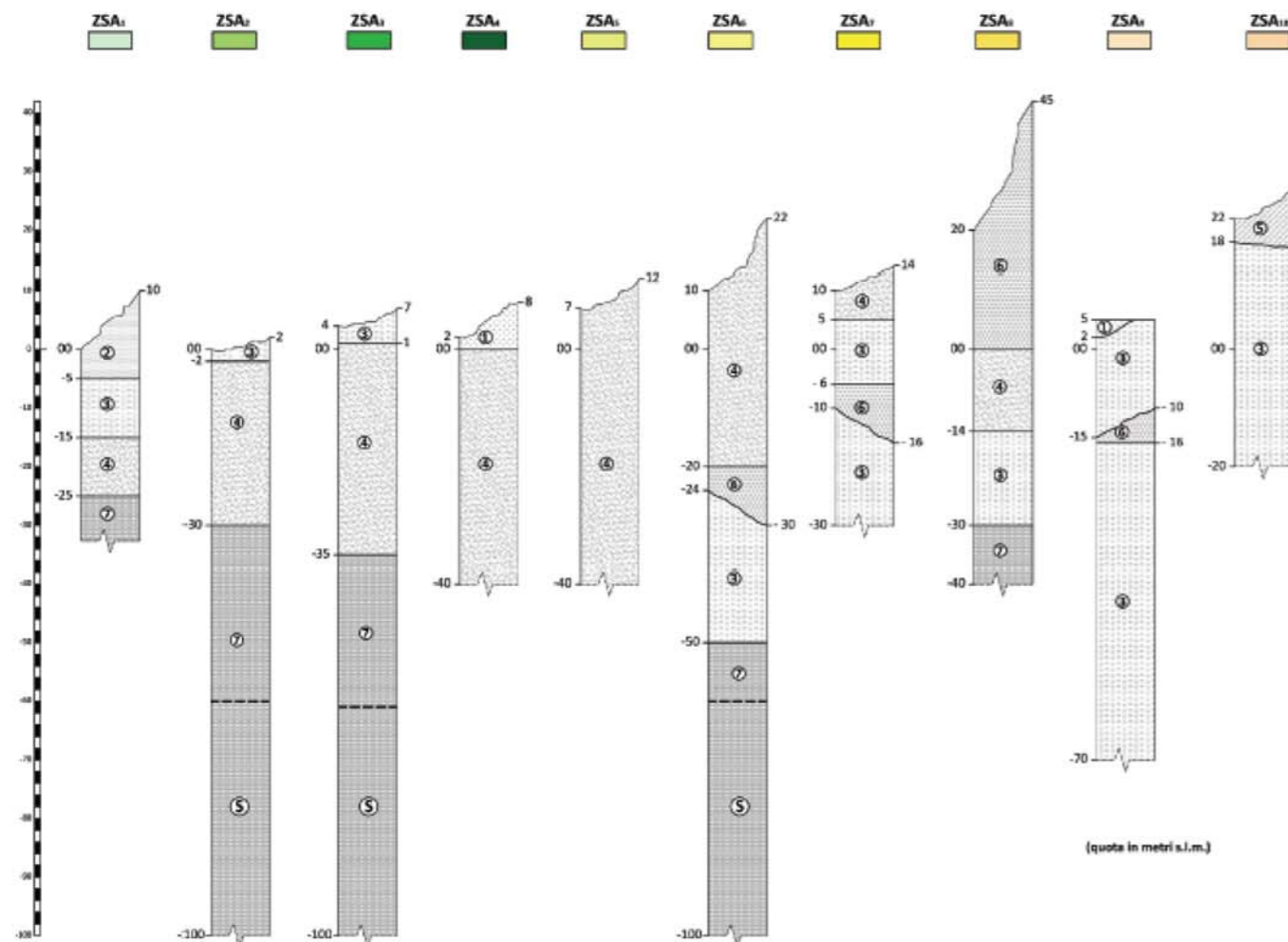
AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO D'INONDAZIONE (artt. 7 - 33 - 34 - 35 - 36)	
	Aree a Pericolo A1 (c. 2 art. 7 e art. 23)
	Aree a Pericolo A2 (c. 2 art. 7 e art. 23 bis)
	Aree a Pericolo B1 (c. 2 art. 7 e art. 24)
	Aree a Pericolo B2 (c. 2 art. 7 e art. 25)
	Aree a Pericolo C (c. 2 art. 7 e art. 26)
	Ambiti territoriali caratterizzati, allo stato delle conoscenze disponibili, dall'assenza di elementi documentali tali da consentire la definizione della pericolosità

AREE DI ATTENZIONE PER PERICOLO DI FRANA E D'INONDAZIONE (artt. 8 - 19 - 37)	
	Aree di Attenzione Geomorfologica (artt. 9 e 19)
	Aree di Attenzione Idraulica (artt. 9 e 27)
	Aree di Attenzione per presenza di cavità naturali o artificiali soggette a crolli
	Corsi d'acqua principali classificati pubblici con D.G.R. n° 452 del 01/04/05 (artt. 9 e 27)
	Altri corsi d'acqua principali (artt. 9 e 27)

Stralcio della Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica



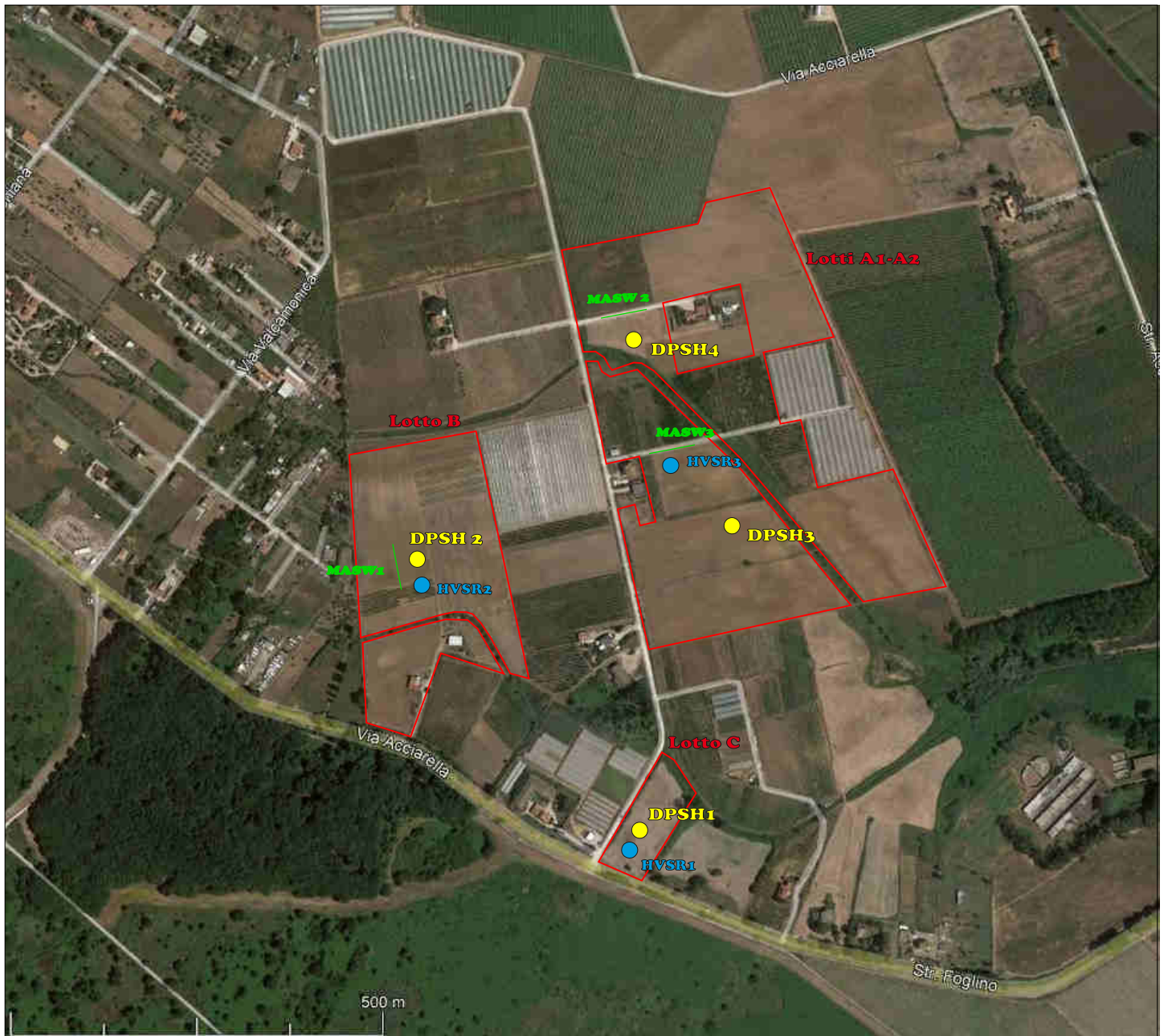
Zone Stabili Suscettibili di Amplificazione Locale



Legenda litologie

- ① Depositi alluviali colluviali - Riporti antropici - colmate e bonifiche (OLOCENE)
- ② Sabbie eoliche sciolte delle spiagge e dei tumuleti attuali; sabbie di beach ridge (OLOCENE)
- ③ Limi, argille e torbe, con i relativi termini intermedi, contenenti percentuali variabili di frazione più grossolana (PLEISTOCENE)
- ④ Sabbie marine e litorali fossilifere (Complesso di Minturno); sabbie continentali ben classate, eolizzate e addensate (D_r stimata > 60 %); "Complesso di Latina" e "Duna Antica" (PLEISTOCENE medio)
- ⑤ Travertino superiore di Cisterna (PLEISTOCENE-OLOCENE)
- ⑥ prodotti piroclastici del Complesso Vulcanico dei Colli Albani: epivolcaniti (piroclastiti rimaneggiate); piroclastiti e scorie risaldate sincalderiche; proclastiti e tufi terrosi della IV colata piroclastica del Tuscolano - Artemisio (Tufo di Villa Senni e Pozzolanelle) (PLEISTOCENE)
- ⑦ Argille grigie (CALABRIANO); argille grigio-azzurre (MIOCENE-PLIOCENE)
- ⑧ Substrato Sismico ($V_s > 700$ m/s)
- Ubicazione del sito

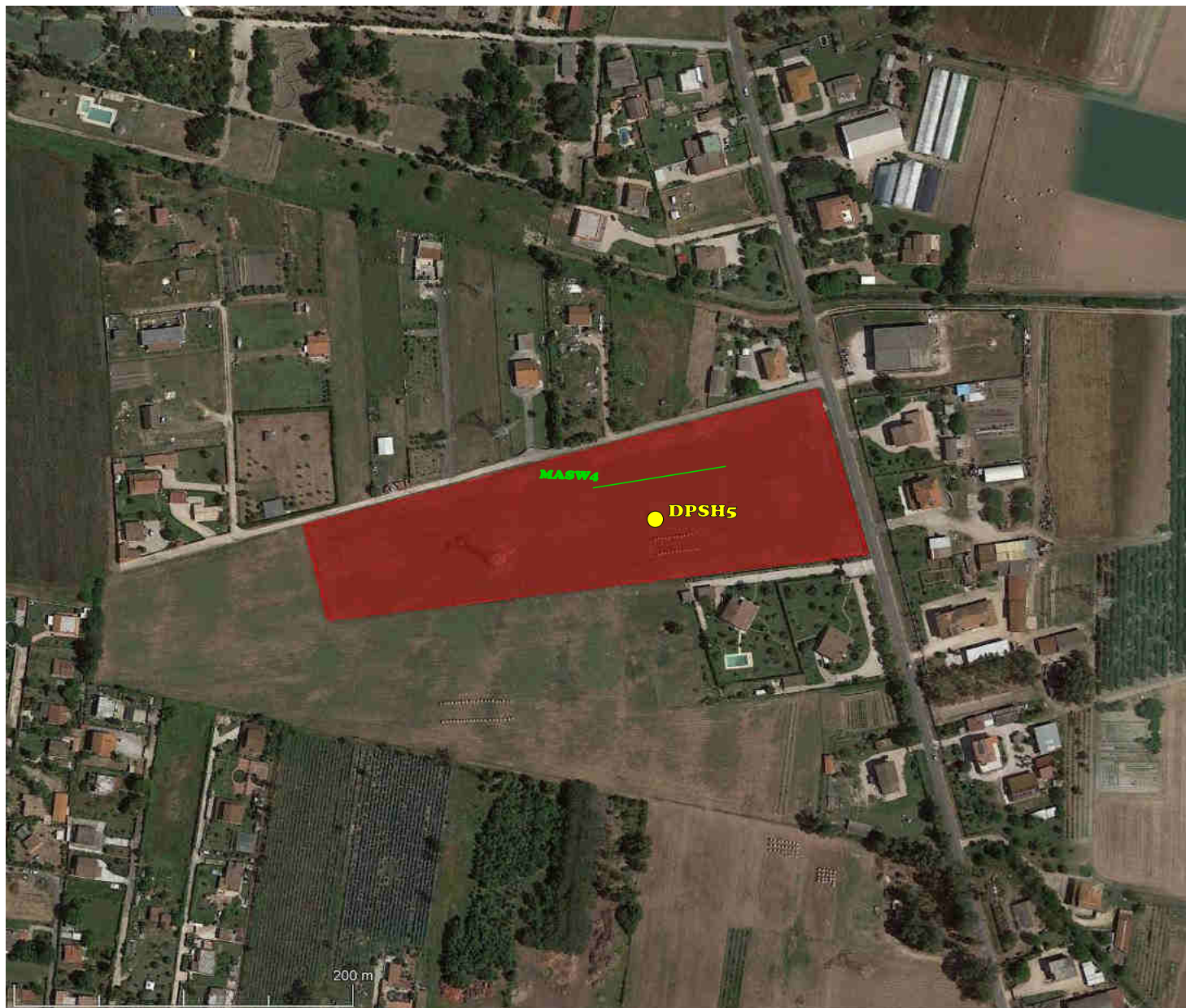
Planimetria ubicativa-Lotto A1-A2, B, C



Legenda

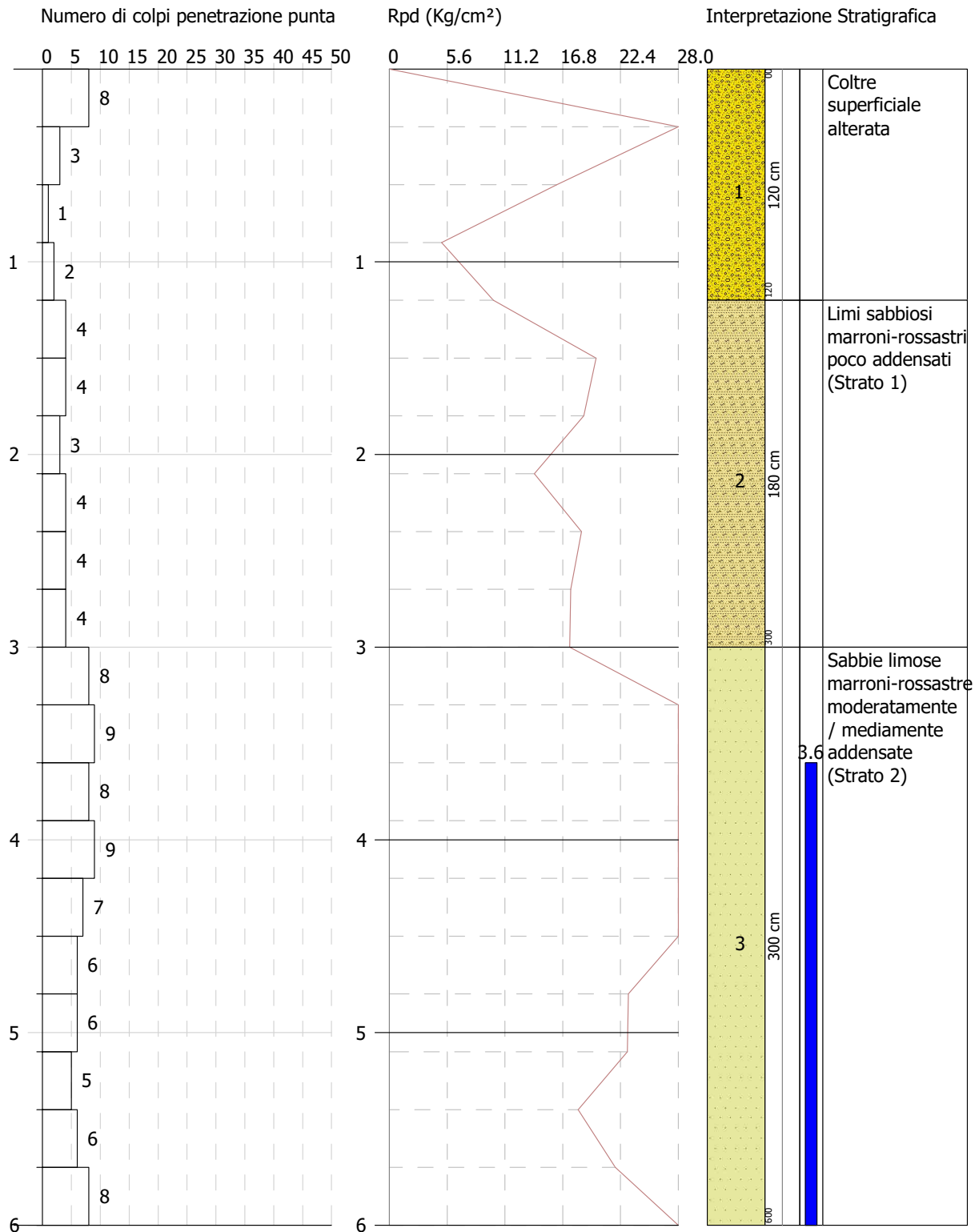
- Prova penetrometrica super-pesante (DPSH)
- Prova MASW
- Prova HVSr

Planimetria ubicativa-Lotto SEE



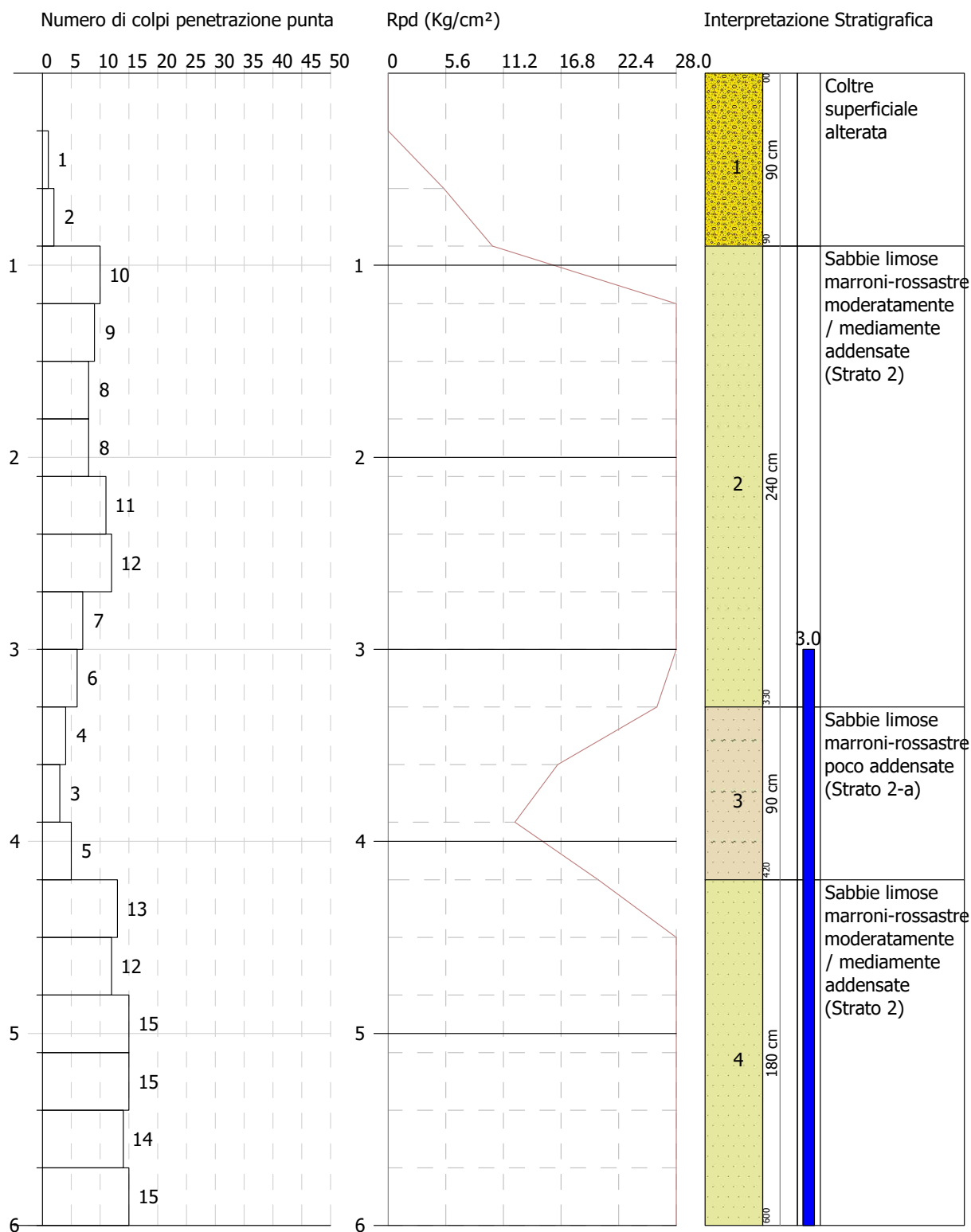
Legenda

- Prova penetrometrica super-pesante (DPSH)
- Prova MASW



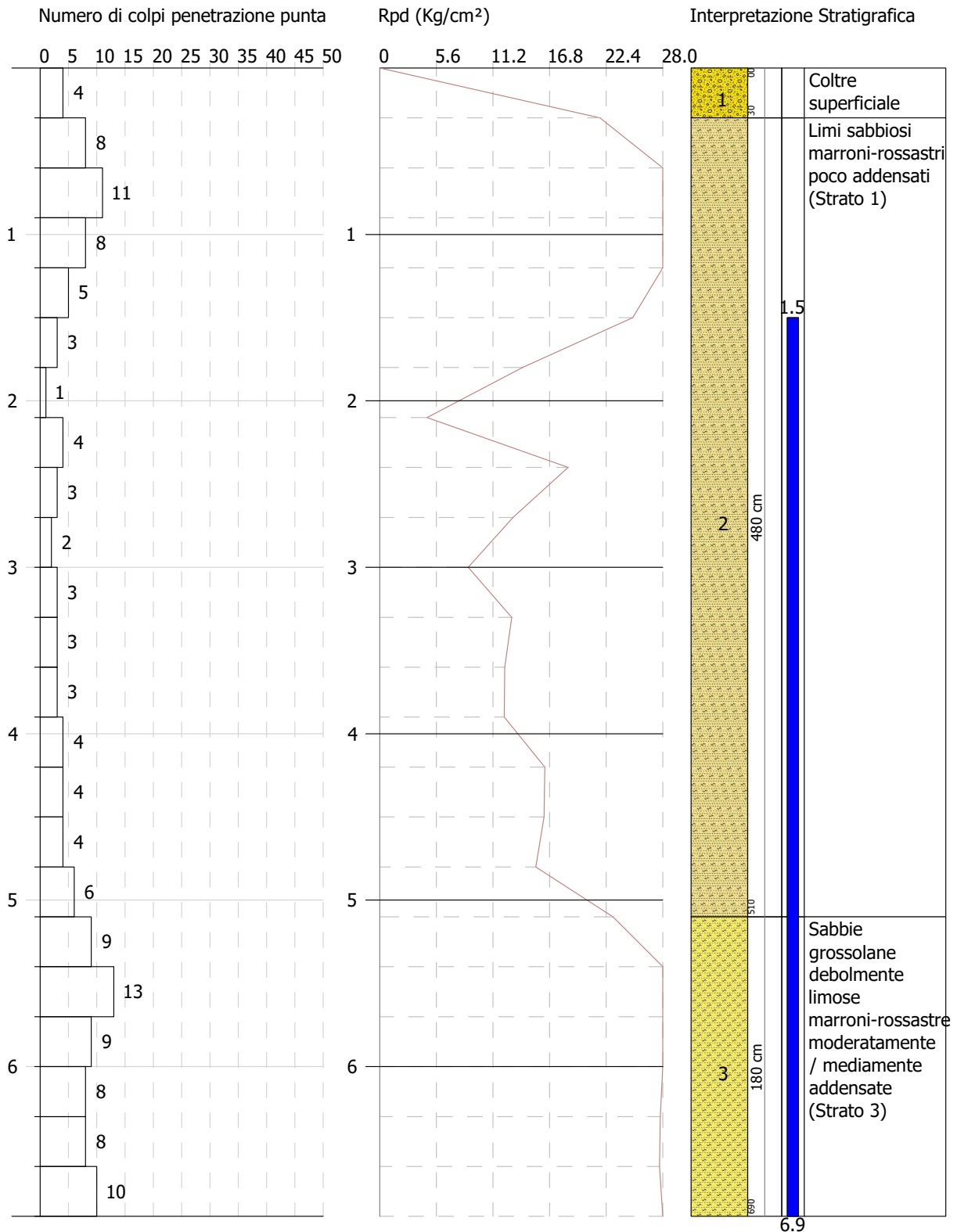
SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

REPORT PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Flo.Ren. S.r.l.
Descrizione: Loc. Acciarella-Lotti A1-A2,B,C
Localita': Comune di Latina

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH GEDIS

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	73 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	25 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	0.9 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.90 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1.797
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infingere 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 ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) 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 riportare 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 R_{pd}

Formula Olandesi

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

R _{pd}	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:

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

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

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 immorsamento $d = 1$ 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 D_r %.
- 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) $\sigma > 15$ 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 D_r 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 D_r % 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 D_r % 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

- Buisman-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/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buisman- 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... DPSH GEDIS
 Prova eseguita in data 08-02-2023
 Profondita' prova 6.00 mt
 Falda rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

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)
0.30	8	0.853	43.57	51.09	2.18	2.55
0.60	3	0.847	16.23	19.16	0.81	0.96
0.90	1	0.842	5.37	6.39	0.27	0.32
1.20	2	0.836	10.07	12.05	0.50	0.60
1.50	4	0.831	20.02	24.09	1.00	1.20
1.80	4	0.826	19.91	24.09	1.00	1.20
2.10	3	0.822	14.05	17.09	0.70	0.85
2.40	4	0.817	18.63	22.79	0.93	1.14
2.70	4	0.813	17.58	21.63	0.88	1.08
3.00	4	0.809	17.49	21.63	0.87	1.08
3.30	8	0.805	34.81	43.25	1.74	2.16
3.60	9	0.801	38.97	48.66	1.95	2.43
3.90	8	0.797	32.81	41.15	1.64	2.06
4.20	9	0.794	36.74	46.29	1.84	2.31
4.50	7	0.790	28.46	36.01	1.42	1.80
4.80	6	0.787	23.17	29.43	1.16	1.47
5.10	6	0.784	23.07	29.43	1.15	1.47
5.40	5	0.781	18.31	23.44	0.92	1.17
5.70	6	0.778	21.89	28.13	1.09	1.41
6.00	8	0.775	29.08	37.50	1.45	1.88

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NS PT	Descrizione
1.2	3.5	22.17	Incoerente	0	1.59	1.89	0.1	1.16	4.06	Coltre superficiale alterata
3	3.83	21.89	Incoerente - coesivo	0	1.85	1.9	0.36	1.16	4.44	Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)
6	7.2	36.33	Incoerente	0	1.82	1.94	0.72	1.16	8.35	Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NS PT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia	Trofi menkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Benassi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	0.28	0.56	0.00	0.18	0.43	0.66	0.40	0.76	0.22	0.40	0.56

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	Meyerhof	1.73

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	Meyerhof	1.87

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Coltre superficiale alterata	4.06	1.20	21.14	47.44	61.89	18.28
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	18.27	43.03	45.7	19.33
[3] - Sabbie limose marroni- rossastre moderatamen te / mediamente addensate (Strato 2)	8.35	6.00	24.75	50.97	51.49	29.23

Angolo di resistenza al taglio

	NSP T	Prof. Strato (m)	Nspt corret to per prese nza falda	Peck- Hans on- Thorn burn- Meye rhof 1956	Meye rhof (1956)	Sowe rs (1961)	Malc ev (1964)	Meye rhof (1965)	Schm ertma nn (1977) Sabbi e	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROA D BRID GE SPECI FICAT ION)	Japan ese Natio nal Railw ay	De Mel lo	Owas aki & Iwasa ki
[1] - Coltre superf iciale alterat a	4.06	1.20	4.06	28.16	21.16	29.14	32.37	31.27	0	<30	22.8	28.22	23.9 5	24.01
[2] - Limi sabbio si marro ni- rossas tri poco adden sati (Strat o 1)	4.44	3.00	4.44	28.27	21.27	29.24	29.65	31.43	0	<30	23.16	28.33	23.2 9	24.42
[3] - Sabbi e limos e marro ni- rossas tre moder atame nte / media mente adden sate (Strat o 2)	8.35	6.00	8.35	29.39	22.39	30.34	29.16	33.03	0	<30	26.19	29.51	24.3 2	27.92

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSP T	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
[1] - Coltre superficiale alterata	4.06	1.20	4.06	---	32.48	---	---	---
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	4.44	---	35.52	---	---	---
[3] - Sabbie limose marroni- rossastre moderatamen te / mediamente addensate (Strato 2)	8.35	6.00	8.35	---	66.80	99.23	---	---

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbac h e Malcev (Sabbia media)
[1] - Coltre superficiale alterata	4.06	1.20	4.06	---	35.80	28.83	56.11
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	4.44	---	36.58	31.52	57.80
[3] - Sabbie limose marroni- rossastre moderatamen te / mediamente addensate (Strato 2)	8.35	6.00	8.35	---	44.62	59.29	75.24

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Coltre superficiale alterata	4.06	1.20	4.06	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	4.44	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	8.35	6.00	8.35	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - Coltre superficiale alterata	4.06	1.20	4.06	Terzaghi-Peck 1948	1.40
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	4.44	Terzaghi-Peck 1948	1.40
[3] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	8.35	6.00	8.35	Terzaghi-Peck 1948	1.46

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Coltre superficiale alterata	4.06	1.20	4.06	Terzaghi-Peck 1948	1.87
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	4.44	Terzaghi-Peck 1948	1.87
[3] - Sabbie limose marroni- rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	8.35	6.00	8.35	Terzaghi-Peck 1948	1.91

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Coltre superficiale alterata	4.06	1.20	4.06	(A.G.I.)	0.35
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	4.44	(A.G.I.)	0.34
[3] - Sabbie limose marroni- rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	8.35	6.00	8.35	(A.G.I.)	0.34

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)
[1] - Coltre superficiale alterata	4.06	1.20	4.06	242.62	294.25
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	4.44	263.91	310.79
[3] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	8.35	6.00	8.35	477.86	457.15

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Coltre superficiale alterata	4.06	1.20	4.06	Robertson 1983	8.12
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	4.44	3.00	4.44	Robertson 1983	8.88
[3] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	8.35	6.00	8.35	Robertson 1983	16.70

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH GEDIS
 Prova eseguita in data 08-02-2023
 Profondita' prova 6.00 mt
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

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)
0.30	0	0.853	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	1	0.847	5.41	6.39	0.27	0.32
0.90	2	0.842	10.75	12.77	0.54	0.64
1.20	10	0.836	50.37	60.23	2.52	3.01
1.50	9	0.831	45.06	54.21	2.25	2.71
1.80	8	0.826	39.81	48.18	1.99	2.41
2.10	8	0.822	37.46	45.59	1.87	2.28
2.40	11	0.817	51.22	62.68	2.56	3.13
2.70	12	0.813	52.74	64.88	2.64	3.24
3.00	7	0.809	30.61	37.85	1.53	1.89
3.30	6	0.805	26.11	32.44	1.31	1.62
3.60	4	0.801	17.32	21.63	0.87	1.08
3.90	3	0.797	12.30	15.43	0.62	0.77
4.20	5	0.794	20.41	25.72	1.02	1.29
4.50	13	0.740	49.51	66.87	2.48	3.34
4.80	12	0.787	46.33	58.86	2.32	2.94
5.10	15	0.734	54.01	73.58	2.70	3.68
5.40	15	0.731	51.40	70.32	2.57	3.52
5.70	14	0.728	47.79	65.63	2.39	3.28
6.00	15	0.725	51.01	70.32	2.55	3.52

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.9	1	6.39	Incoerente	0	1.39	1.87	0.06	1.16	1.16	Coltre superficiale alterata
3.3	8.88	50.76	Incoerente	0	1.9	1.95	0.35	1.16	10.3	Sabbie limose marroni - rossastr e moderatamente / mediam ente addensate (Strato 2)
4.2	4	20.93	Incoerente	0	1.77	1.92	0.59	1.16	4.64	Sabbie limose marroni - rossastr e poco addensate (Strato 2-a)
6	14	67.6	Incoerente	0	2.0	1.98	0.72	1.16	16.24	Sabbie limose marroni - rossastr e moderatamente / mediam ente addensate (Strato 2)

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Coltre superficiale alterata	1.16	0.90	1.94	25.9	37.98	9.85
[2] - Sabbie limose marroni- rossastre moderatamen te / mediamente addensate (Strato 2)	10.3	3.30	34.42	65.68	68.55	33.65
[3] - Sabbie limose marroni- rossastre poco addensate (Strato 2-a)	4.64	4.20	15.83	39.77	40.86	19.87
[4] - Sabbie limose marroni- rossastre moderatamen te / mediamente addensate (Strato 2)	16.24	6.00	37.31	69.56	69.31	44.13

Angolo di resistenza al taglio

	NS PT	Prof. Strat o (m)	Nspt corret to per prese nza falda	Peck- Hans on- Thorn burn- Meye rhof 1956	Meye rhof (1956)	Sowe rs (1961)	Malc ev (1964)	Meye rhof (1965)	Schm ertma nn (1977) Sabbie	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROAD BRIDG E SPECIF ICATIO N)	Japa nese Nati onal Rail way	De Mel lo	Owas aki & Iwasa ki
[1] - Coltre superfici ale alterata	1.1 6	0.90	1.16	27.33	20.33	28.32	31.26	30	0	<30	19.17	27.3 5	19.3 3	19.82
[2] - Sabbie limose marroni- rossastre moderata mente / mediame nte addensat e (Strato 2)	10. 3	3.30	10.3	29.94	22.94	30.88	31.04	33.78	37.2	<30	27.43	30.0 9	26.5	29.35
[3] - Sabbie limose marroni- rossastre poco addensat e (Strato 2-a)	4.6 4	4.20	4.64	28.33	21.33	29.3	28.62	31.52	0	<30	23.34	28.3 9	22.5 6	24.63
[4] - Sabbie limose marroni- rossastre moderata mente / mediame nte addensat e (Strato 2)	16. 24	6.00	15.62	31.46	24.46	32.37	30.15	35.68	37.74	30-32	30.31	31.6 9	26.6 7	32.67

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Coltre superficiale alterata	1.16	0.90	1.16	---	9.28	---	---	---
[2] - Sabbie limose marroni-rossastre moderate / mediamente addensate (Strato 2)	10.3	3.30	10.3	229.08	82.40	122.24	257.25	126.50
[3] - Sabbie limose marroni-rossastre poco addensate (Strato 2-a)	4.64	4.20	4.64	---	37.12	---	---	---
[4] - Sabbie limose marroni-rossastre moderate / mediamente addensate (Strato 2)	16.24	6.00	15.62	282.11	124.96	185.02	297.15	153.10

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)
[1] - Coltre superficiale alterata	1.16	0.90	1.16	---	29.85	8.24	43.17
[2] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	10.3	3.30	10.3	61.80	48.62	73.13	83.94
[3] - Sabbie limose marroni-rossastre poco addensate (Strato 2-a)	4.64	4.20	4.64	---	37.00	32.94	58.69
[4] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	16.24	6.00	15.62	93.72	59.55	110.90	107.67

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Coltre superficiale alterata	1.16	0.90	1.16	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	10.3	3.30	10.3	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Sabbie limose marroni-rossastre poco addensate (Strato 2-a)	4.64	4.20	4.64	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	16.24	6.00	15.62	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - Coltre superficiale alterata	1.16	0.90	1.16	Terzaghi-Peck 1948	1.36
[2] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	10.3	3.30	10.3	Terzaghi-Peck 1948	1.48
[3] - Sabbie limose marroni-rossastre poco addensate (Strato 2-a)	4.64	4.20	4.64	Terzaghi-Peck 1948	1.41
[4] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	16.24	6.00	15.62	Terzaghi-Peck 1948	1.55

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Coltre superficiale alterata	1.16	0.90	1.16	Terzaghi-Peck 1948	1.85
[2] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	10.3	3.30	10.3	Terzaghi-Peck 1948	1.92
[3] - Sabbie limose marroni-rossastre poco addensate (Strato 2-a)	4.64	4.20	4.64	Terzaghi-Peck 1948	1.88
[4] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	16.24	6.00	15.62	Terzaghi-Peck 1948	1.96

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Coltre superficiale alterata	1.16	0.90	1.16	(A.G.I.)	0.35
[2] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	10.3	3.30	10.3	(A.G.I.)	0.33
[3] - Sabbie limose marroni-rossastre poco addensate (Strato 2-a)	4.64	4.20	4.64	(A.G.I.)	0.34
[4] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	16.24	6.00	15.62	(A.G.I.)	0.32

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)
[1] - Coltre superficiale alterata	1.16	0.90	1.16	74.73	136.87
[2] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	10.3	3.30	10.3	582.08	519.70
[3] - Sabbie limose marroni-rossastre poco addensate (Strato 2-a)	4.64	4.20	4.64	275.07	319.27
[4] - Sabbie limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	16.24	6.00	15.62	860.94	670.27

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Coltre superficiale alterata	1.16	0.90	1.16	Robertson 1983	2.32
[2] - Sabbie limose marroni- rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	10.3	3.30	10.3	Robertson 1983	20.60
[3] - Sabbie limose marroni- rossastre poco addensate (Strato 2-a)	4.64	4.20	4.64	Robertson 1983	9.28
[4] - Sabbie limose marroni- rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 2)	16.24	6.00	15.62	Robertson 1983	31.24

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH GEDIS
 Prova eseguita in data 08-02-2023
 Profondita' prova 6.90 mt
 Falda rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

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)
0.30	4	0.853	21.78	25.55	1.09	1.28
0.60	8	0.847	43.28	51.09	2.16	2.55
0.90	11	0.842	59.12	70.25	2.96	3.51
1.20	8	0.836	40.29	48.18	2.01	2.41
1.50	5	0.831	25.03	30.11	1.25	1.51
1.80	3	0.826	14.93	18.07	0.75	0.90
2.10	1	0.822	4.68	5.70	0.23	0.28
2.40	4	0.817	18.63	22.79	0.93	1.14
2.70	3	0.813	13.18	16.22	0.66	0.81
3.00	2	0.809	8.74	10.81	0.44	0.54
3.30	3	0.805	13.05	16.22	0.65	0.81
3.60	3	0.801	12.99	16.22	0.65	0.81
3.90	3	0.797	12.30	15.43	0.62	0.77
4.20	4	0.794	16.33	20.58	0.82	1.03
4.50	4	0.790	16.26	20.58	0.81	1.03
4.80	4	0.787	15.44	19.62	0.77	0.98
5.10	6	0.784	23.07	29.43	1.15	1.47
5.40	9	0.781	32.95	42.19	1.65	2.11
5.70	13	0.728	44.38	60.94	2.22	3.05
6.00	9	0.775	32.72	42.19	1.64	2.11
6.30	8	0.773	27.75	35.91	1.39	1.80
6.60	8	0.770	27.66	35.91	1.38	1.80
6.90	10	0.768	34.47	44.89	1.72	2.24

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.3	4	25.55	Incoerente	0	1.63	1.9	0.02	1.16	4.64	Coltre superficiale alterata
5.1	4.5	25.71	Incoerente - coesivo	0	1.9	1.91	0.39	1.16	5.22	Limi sabbiosi marroni - rossastri poco addensati (Strato 1)
6.9	9.5	43.67	Incoerente	0	1.91	1.96	0.69	1.16	11.02	Sabbie grossolane debolmente limose marroni - rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia	Trofenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat	Schmertmann 1975	SUNDA (1983), Benassi e Vanelli	Fletcher (1965), Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	0.33	0.65	0.00	0.21	0.51	0.77	0.47	0.82	0.26	0.24	0.65

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	Meyerhof	1.77

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	Meyerhof	1.88

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Coltre superficiale alterata	4.64	0.30	25.08	53.15	94.25	19.87
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	20.69	46.04	48.39	21.42
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni- rossastre moderatamen te / mediamente addensate (Strato 3)	11.02	6.90	30.5	59.11	59.38	35.2

Angolo di resistenza al taglio

	NS PT	Prof. Strato (m)	Nspt corret to per prese nza falda	Peck- Hans on- Thorn burn- Meye rhof 1956	Meye rhof (1956)	Sowe rs (1961)	Malc ev (1964)	Meye rhof (1965)	Schm ertma nn (1977) Sabbi e	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROAD BRIDG E SPECIF ICATIO N)	Japa nese Nati onal Rail way	De Mel lo	Owas aki & Iwasa ki
[1] - Coltre superfic iale alterata	4.6 4	0.30	4.64	28.33	21.33	29.3	35.54	31.52	0	<30	23.34	28.3 9	24.7 3	24.63
[2] - Limi sabbiosi marroni - rossastr i poco addensa ti (Strato 1)	5.2 2	5.10	5.22	28.49	21.49	29.46	29.74	31.76	0	<30	23.85	28.5 7	23.8	25.22
[3] - Sabbie grossol ane debolm ente limose marroni - rossastr e modera tamente / mediam ente addensa te (Strato 3)	11. 02	6.90	11.02	30.15	23.15	31.09	29.69	34.05	36.28	<30	27.86	30.3 1	25.4 7	29.85

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSP T	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
[1] - Coltre superficiale alterata	4.64	0.30	4.64	---	37.12	---	---	---
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	5.22	---	41.76	---	---	---
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni- rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	11.02	6.90	11.02	236.95	88.16	130.74	262.65	130.10

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSP T	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbac h e Malcev (Sabbia media)
[1] - Coltre superficiale alterata	4.64	0.30	4.64	---	37.00	32.94	58.69
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	5.22	---	38.19	37.06	61.28
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni- rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	11.02	6.90	11.02	66.12	50.10	78.24	87.15

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Coltre superficiale alterata	4.64	0.30	4.64	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	5.22	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	11.02	6.90	11.02	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - Coltre superficiale alterata	4.64	0.30	4.64	Terzaghi-Peck 1948	1.41
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	5.22	Terzaghi-Peck 1948	1.42
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	11.02	6.90	11.02	Terzaghi-Peck 1948	1.49

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Coltre superficiale alterata	4.64	0.30	4.64	Terzaghi-Peck 1948	1.88
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	5.22	Terzaghi-Peck 1948	1.88
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	11.02	6.90	11.02	Terzaghi-Peck 1948	1.93

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Coltre superficiale alterata	4.64	0.30	4.64	(A.G.I.)	0.34
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	5.22	(A.G.I.)	0.34
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	11.02	6.90	11.02	(A.G.I.)	0.33

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)
[1] - Coltre superficiale alterata	4.64	0.30	4.64	275.07	319.27
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	5.22	307.27	343.09
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni- rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	11.02	6.90	11.02	620.25	541.61

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Coltre superficiale alterata	4.64	0.30	4.64	Robertson 1983	9.28
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	5.10	5.22	Robertson 1983	10.44
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni- rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	11.02	6.90	11.02	Robertson 1983	22.04

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... DPSH GEDIS
 Prova eseguita in data 08-02-2023
 Profondita' prova 6.90 mt
 Falda rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

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)
0.30	3	0.853	16.34	19.16	0.82	0.96
0.60	7	0.847	37.87	44.71	1.89	2.24
0.90	8	0.842	43.00	51.09	2.15	2.55
1.20	6	0.836	30.22	36.14	1.51	1.81
1.50	3	0.831	15.02	18.07	0.75	0.90
1.80	3	0.826	14.93	18.07	0.75	0.90
2.10	2	0.822	9.36	11.40	0.47	0.57
2.40	3	0.817	13.97	17.09	0.70	0.85
2.70	4	0.813	17.58	21.63	0.88	1.08
3.00	4	0.809	17.49	21.63	0.87	1.08
3.30	4	0.805	17.40	21.63	0.87	1.08
3.60	5	0.801	21.65	27.03	1.08	1.35
3.90	5	0.797	20.50	25.72	1.03	1.29
4.20	4	0.794	16.33	20.58	0.82	1.03
4.50	5	0.790	20.33	25.72	1.02	1.29
4.80	8	0.787	30.89	39.24	1.54	1.96
5.10	7	0.784	26.92	34.34	1.35	1.72
5.40	7	0.781	25.63	32.81	1.28	1.64
5.70	11	0.778	40.13	51.56	2.01	2.58
6.00	10	0.775	36.35	46.88	1.82	2.34
6.30	9	0.773	31.22	40.40	1.56	2.02
6.60	7	0.770	24.21	31.42	1.21	1.57
6.90	9	0.768	31.02	40.40	1.55	2.02

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NS PT	Descrizione
0.3	3	19.16	Incoerente	0	1.56	1.89	0.02	1.16	3.48	Coltre superficiale alterata
4.5	4.5	25.75	Incoerente - coesivo	0	1.9	1.91	0.36	1.16	5.22	Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)
6.9	8.5	39.63	Incoerente	0	1.88	1.95	0.66	1.16	9.86	Sabbie grossolane debolmente limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NS PT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia	Trofi menkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Benasie Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	0.33	0.65	0.00	0.21	0.51	0.77	0.47	0.82	0.26	0.32	0.65

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	Meyerhof	1.77

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	Meyerhof	1.88

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Coltre superficiale alterata	3.48	0.30	19.84	46.06	83.09	16.67
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	21.14	46.67	49.4	21.42
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni- rossastre moderatamen te / mediamente addensate (Strato 3)	9.86	6.90	28.68	56.51	56.94	32.68

Angolo di resistenza al taglio

	NS PT	Prof. Strato (m)	Nspt corret to per prese nza falda	Peck- Hans on- Thorn burn- Meye rhof 1956	Meye rhof (1956)	Sowe rs (1961)	Malc ev (1964)	Meye rhof (1965)	Schm ertma nn (1977) Sabbi e	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROAD BRIDG E SPECIF ICATIO N)	Japa nese Nati onal Rail way	De Mel lo	Owas aki & Iwasa ki
[1] - Coltre superfic iale alterata	3.4 8	0.30	3.48	27.99	20.99	28.97	35.17	31.02	0	<30	22.22	28.0 4	23.6 4	23.34
[2] - Limi sabbios i marroni - rossastr i poco addensa ti (Strato 1)	5.2 2	4.50	5.22	28.49	21.49	29.46	29.92	31.76	0	<30	23.85	28.5 7	23.9 1	25.22
[3] - Sabbie grossol ane debolm ente limose marroni - rossastr e modera tamente / mediam ente addensa te (Strato 3)	9.8 6	6.90	9.86	29.82	22.82	30.76	29.6	33.62	0	<30	27.16	29.9 6	25.1 6	29.04

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Coltre superficiale alterata	3.48	0.30	3.48	---	27.84	---	---	---
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	5.22	---	41.76	---	---	---
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	9.86	6.90	9.86	---	78.88	117.05	---	---

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)
[1] - Coltre superficiale alterata	3.48	0.30	3.48	---	34.61	24.71	53.52
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	5.22	---	38.19	37.06	61.28
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	9.86	6.90	9.86	---	47.72	70.01	81.98

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Coltre superficiale alterata	3.48	0.30	3.48	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	5.22	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	9.86	6.90	9.86	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - Coltre superficiale alterata	3.48	0.30	3.48	Terzaghi-Peck 1948	1.39
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	5.22	Terzaghi-Peck 1948	1.42
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	9.86	6.90	9.86	Terzaghi-Peck 1948	1.48

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Coltre superficiale alterata	3.48	0.30	3.48	Terzaghi-Peck 1948	1.87
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	5.22	Terzaghi-Peck 1948	1.88
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	9.86	6.90	9.86	Terzaghi-Peck 1948	1.92

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Coltre superficiale alterata	3.48	0.30	3.48	(A.G.I.)	0.35
[2] - Limi sabbiosi marroni-rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	5.22	(A.G.I.)	0.34
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni-rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	9.86	6.90	9.86	(A.G.I.)	0.33

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

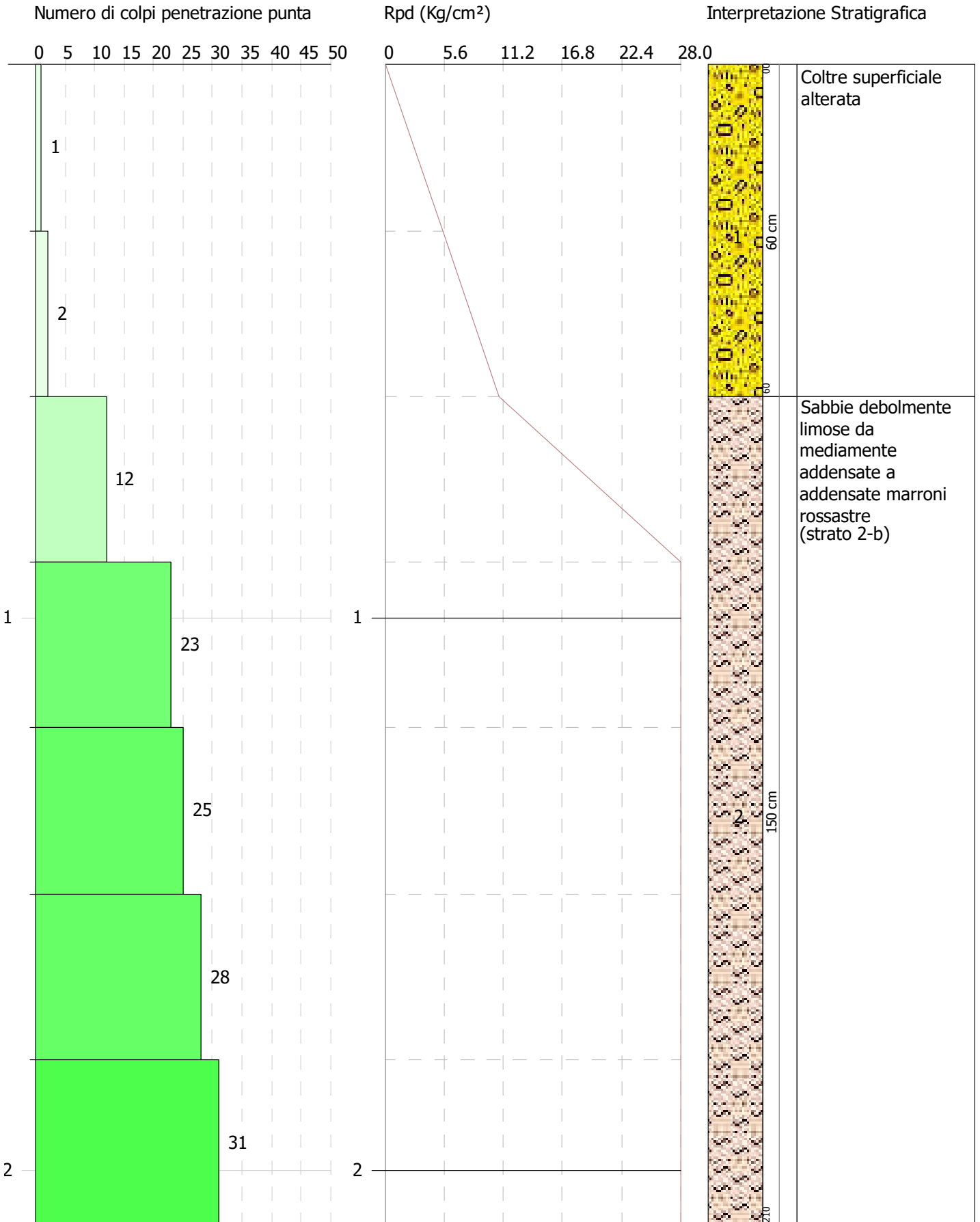
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Coltre superficiale alterata	3.48	0.30	3.48	209.89	267.80
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	5.22	307.27	343.09
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni- rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	9.86	6.90	9.86	558.67	506.02

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Coltre superficiale alterata	3.48	0.30	3.48	Robertson 1983	6.96
[2] - Limi sabbiosi marroni- rossastri poco addensati (Strato 1)	5.22	4.50	5.22	Robertson 1983	10.44
[3] - Sabbie grossolane debolmente limose marroni- rossastre moderatamente / mediamente addensate (Strato 3)	9.86	6.90	9.86	Robertson 1983	19.72

Descrizione: Latina (LT)
 Località: Provincia di Latina

Scala 1:10



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°5

Descrizione: Latina (LT)
Località: Provincia di Latina
Lotto SEE

Strumento utilizzato... DPSH GEDIS
Prova eseguita in data 03-11-2020
Profondità prova 2.10 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	1	0.853	5.45	6.39	0.54	0.64
0.60	2	0.847	10.82	12.77	1.08	1.28
0.90	12	0.842	64.49	76.64	6.45	7.66
1.20	23	0.736	101.99	138.53	10.20	13.85
1.50	25	0.731	110.10	150.57	11.01	15.06
1.80	28	0.726	122.49	168.64	12.25	16.86
2.10	31	0.672	118.64	176.65	11.86	17.66

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 correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	1.5	9.58	Incoerente	0	1.43	1.87	0.04	1.8	2.7	Coltre superficiale alterata
2.1	23.8	142.2	Incoerente	0	2.21	2.12	0.25	1.8	42.77	Sabbie debolmente limose da mediamente addensate a addensate marroni rossastre - strato 2-b

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Coltre superficiale alterata	2.7	0.60	15.09	40.03	62.79	14.44
Sabbie debolmente limose da mediamente addensate a addensate marroni rossastre – strato 2-b	42.77	2.10	72.16	100	100	74.56

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Iwasaki
[1] - Coltre superficiale alterata	2.7	0.60	2.7	27.77	20.77	28.76	33.45	30.68	0	<30	21.36	27.81	27.51	22.35
Sabbie debolmente limose da mediamente addensate a addensate marroni rossastre – strato 2-b	42.77	2.10	42.77	39.22	32.22	39.98	34.08	41.83	42	35-38	40.33	39.83	50.83	44.25

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollo 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Coltre superficiale alterata	2.7	0.60	2.7	---	21.60	---	---	---
Sabbie debolmente limose da mediamente addensate a addensate marroni rossastre – strato 2-b	42.77	2.10	42.77	466.81	342.16	505.39	500.77	288.85

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)
[1] - Coltre superficiale alterata	2.7	0.60	2.7	---	33.01	19.17	50.04
Sabbie debolmente limose da mediamente addensate a addensate marroni rossastre – strato 2-b	42.77	2.10	42.77	256.62	115.32	303.67	228.75

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Coltre superficiale alterata	2.7	0.60	2.7	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Sabbie debolmente limose da mediamente addensate a addensate marroni rossastre – strato 2-b	42.77	2.10	42.77	Classificazione 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)
[1] - Coltre superficiale alterata	2.7	0.60	2.7	Terzaghi-Peck 1948	1.38
Sabbie debolmente limose da mediamente addensate a addensate marroni rossastre – strato 2-b	42.77	2.10	42.77	Terzaghi-Peck 1948	1.80

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Coltre superficiale alterata	2.7	0.60	2.7	Terzaghi-Peck 1948	1.86
Sabbie debolmente limose da mediamente addensate a addensate marroni rossastre – strato 2-b	42.77	2.10	42.77	Terzaghi-Peck 1948	2.12

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Coltre superficiale alterata	2.7	0.60	2.7	(A.G.I.)	0.35
Sabbie debolmente limose da mediamente addensate a addensate marroni rossastre – strato 2-b	42.77	2.10	42.77	(A.G.I.)	0.27

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)
[1] - Coltre superficiale alterata	2.7	0.60	2.7	165.35	229.34
Sabbie debolmente limose da mediamente addensate a addensate marroni rossastre – strato 2-b	42.77	2.10	42.77	2219.14	1240.33

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Coltre superficiale alterata	2.7	0.60	2.7	Robertson 1983	5.40
Sabbie debolmente limose da mediamente addensate a addensate marroni rossastre – strato 2-b	42.77	2.10	42.77	Robertson 1983	85.54

REPORT MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (onde P, onde S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

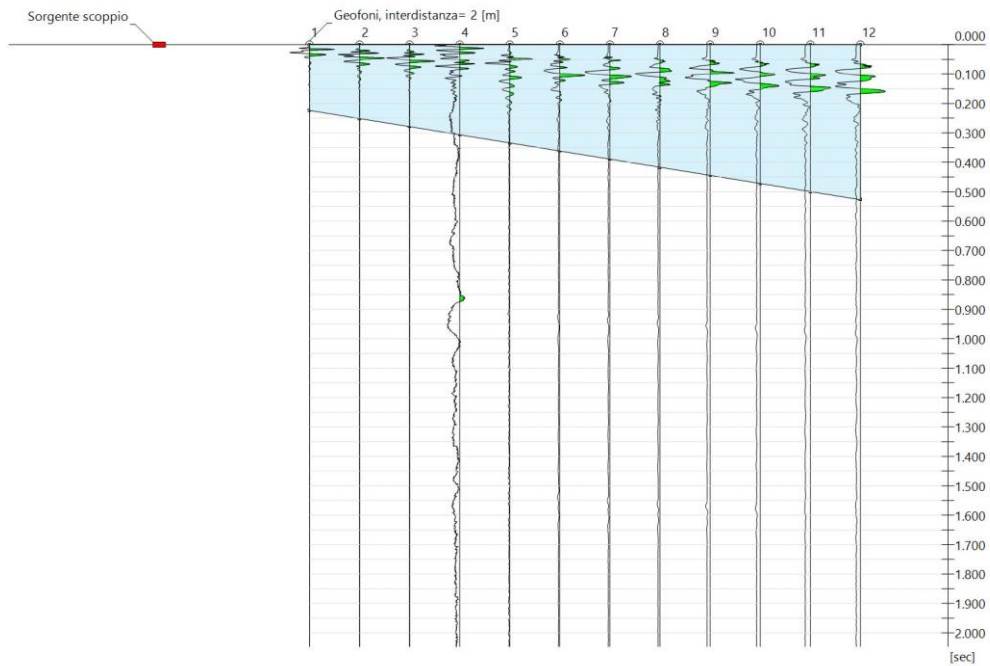
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Report MASW n°1

Data | 08/02/2023
Sito | Latina-Loc. Acciarella
Committenza | Flo.Ren. S.r.l.

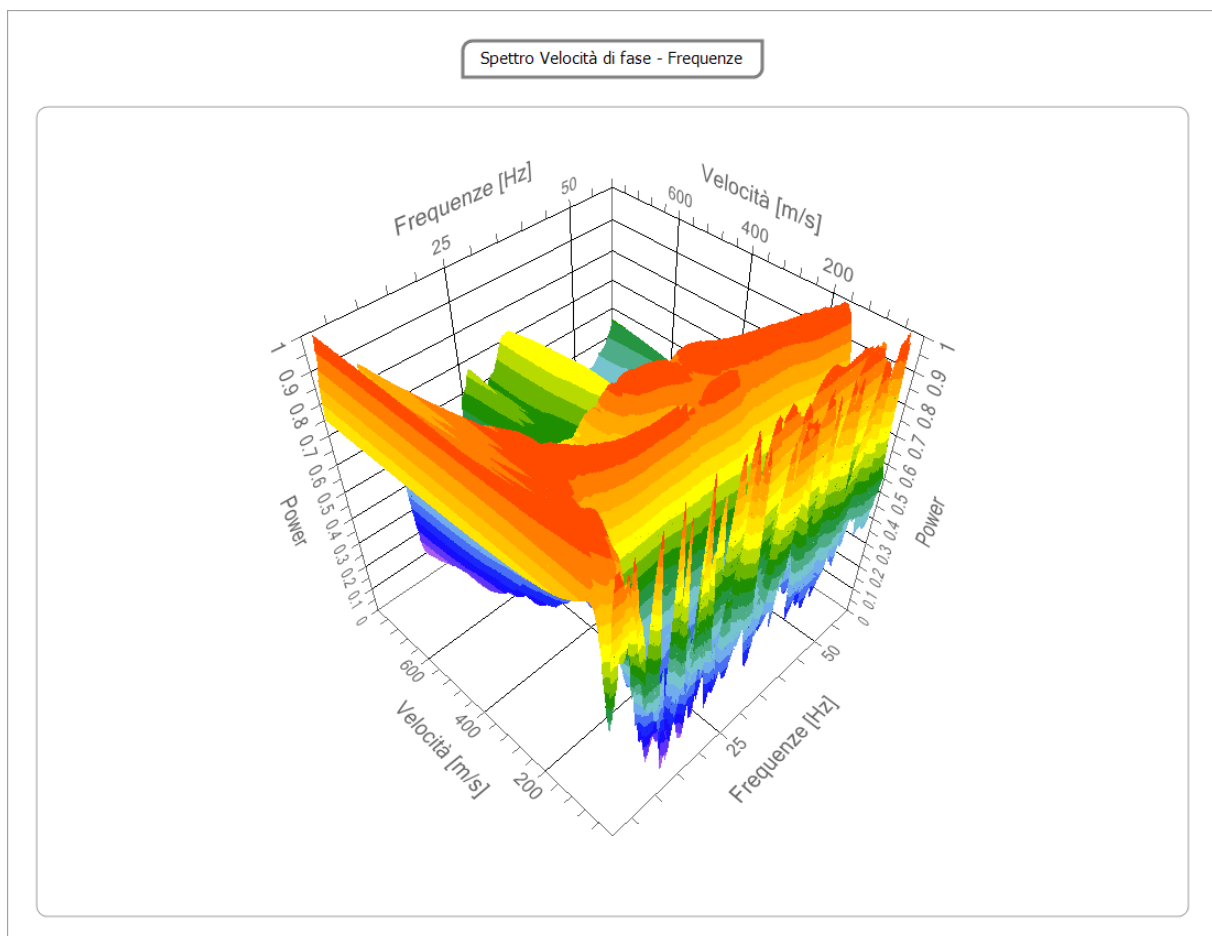
Tracce

N. tracce | 12
Durata acquisizione | 2048.0
[msec]
Interdistanza geofoni | 2.0
[m]
Periodo di campionamento | 1.00
[msec]



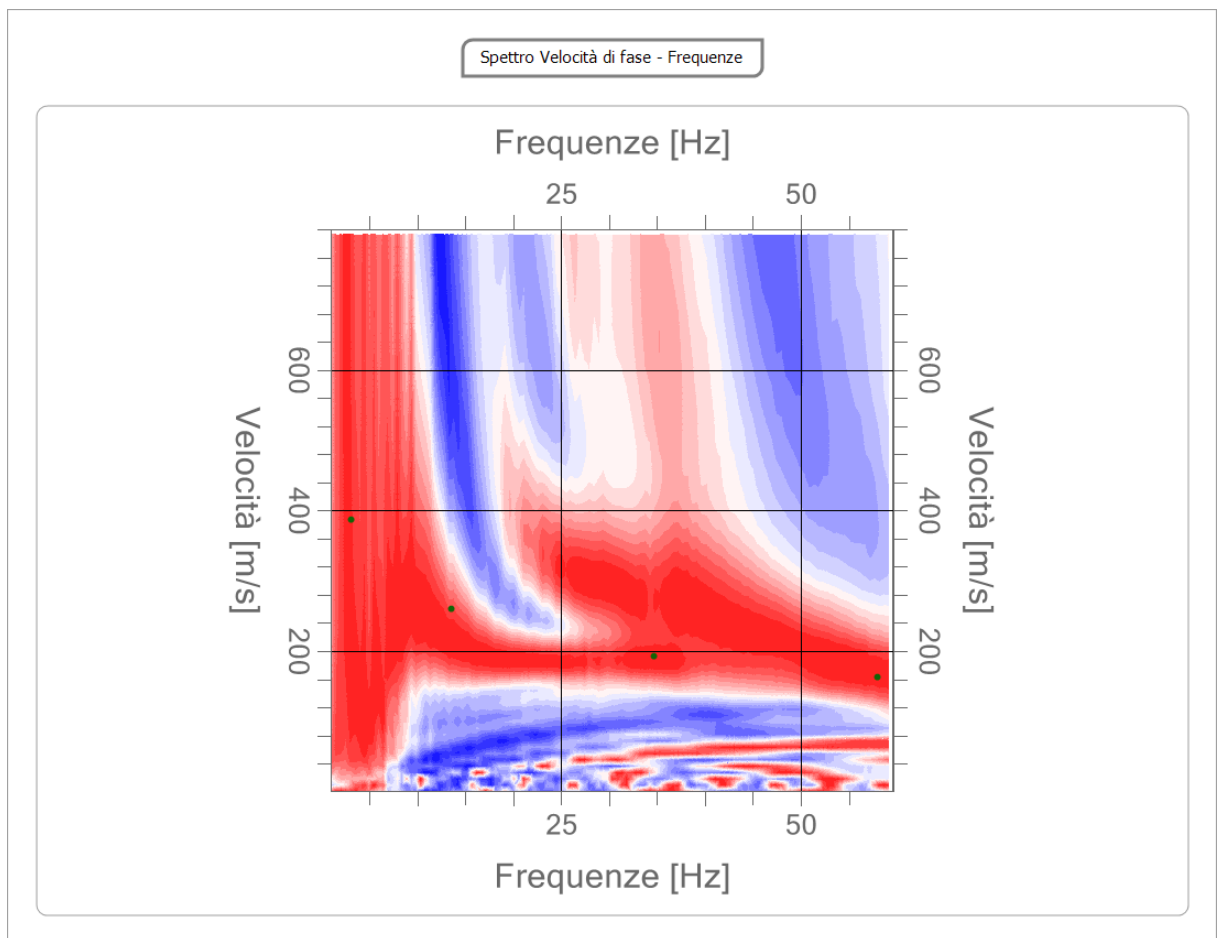
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	3.0	386.6	0
2	13.5	260.8	0
3	34.6	192.2	0
4	58.0	162.8	0



Inversione

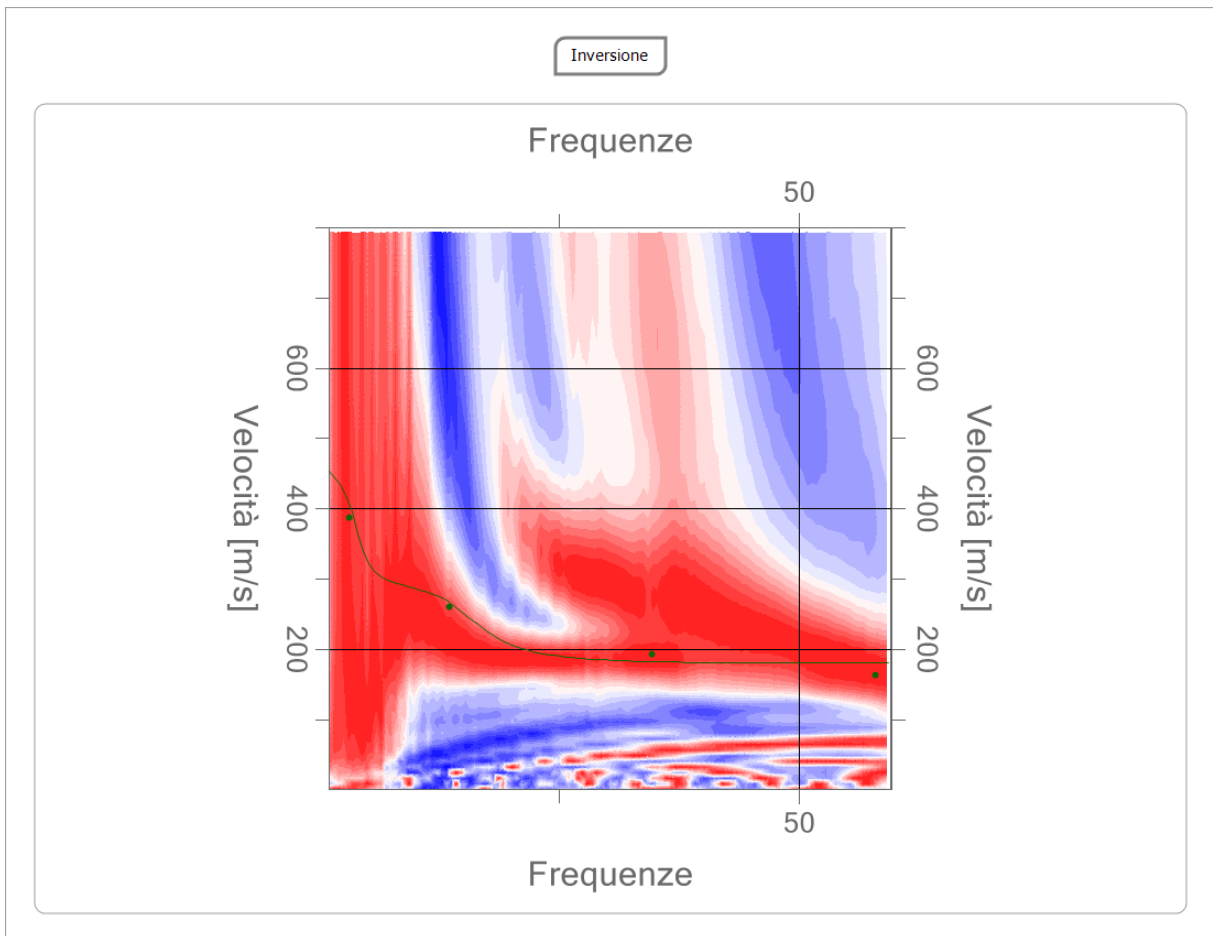
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		5.00	5.00	1750.0	0.42	No	511.6	190.0
2		36.00	31.00	1800.0	0.41	No	844.9	330.0
3		oo	oo	1850.0	0.40	No	1224.7	500.0

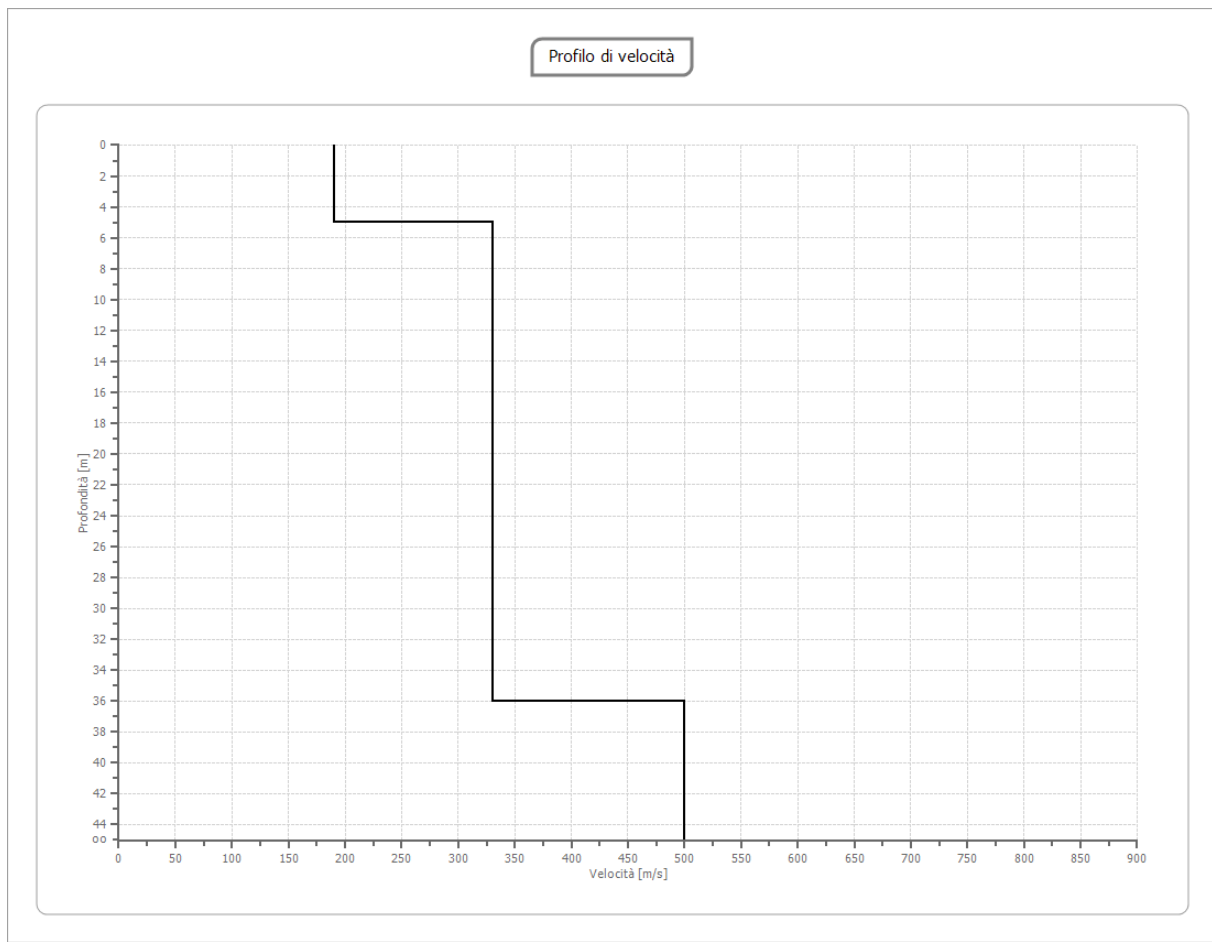
Percentuale di errore

6.194 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.166





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	293.91
Categoria del suolo	C

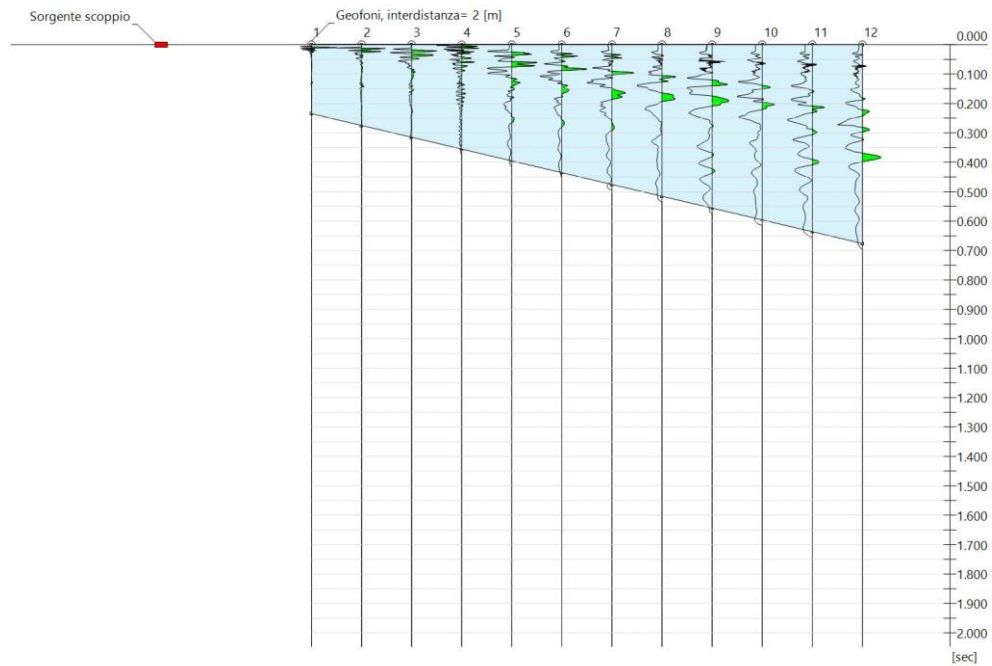
Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Report MASW n°2

Data | 08/02/2023
Sito | Latina-Loc. Acciarella
Committenza | Flo.Ren. S.r.l.

Tracce

N. tracce | 12
Durata acquisizione | 2048.0
[msec]
Interdistanza geofoni | 2.0
[m]
Periodo di campionamento | 1.00
[msec]



Analisi spettrale

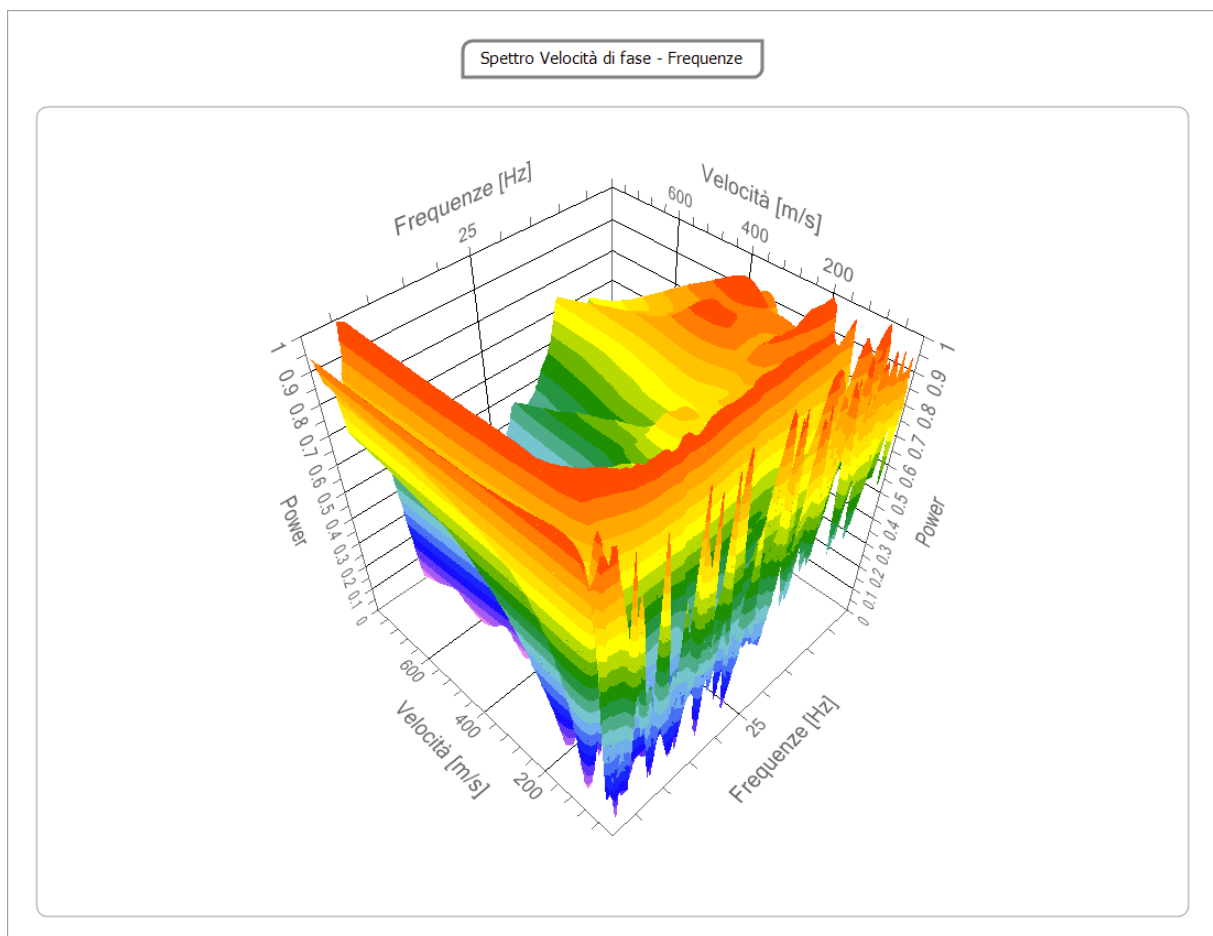
Frequenza minima di elaborazione [Hz] 1

Frequenza massima di elaborazione [Hz] 50

Velocità minima di elaborazione [m/sec] 1

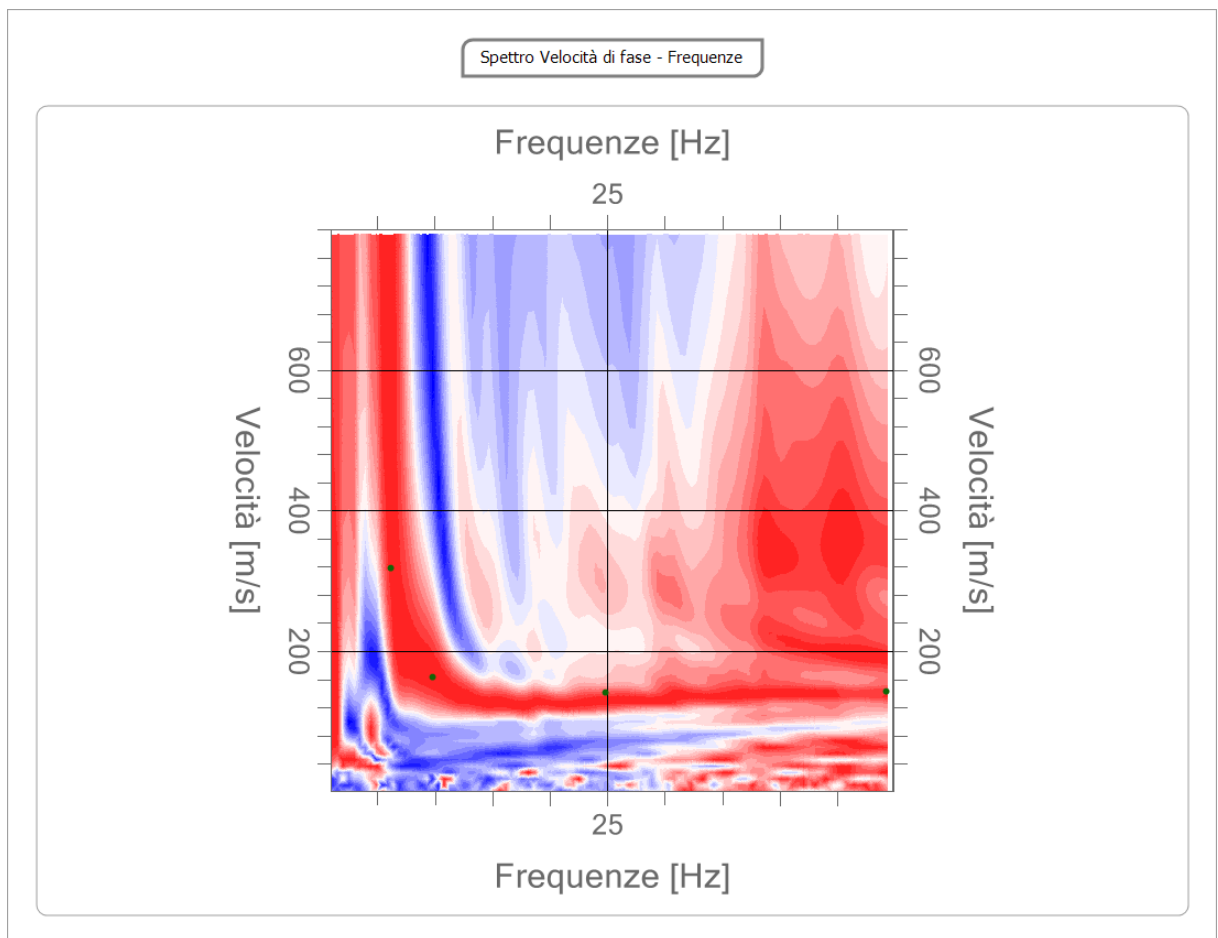
Velocità massima di elaborazione [m/sec] 800

Intervallo velocità [m/sec] 1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.2	318.0	0
2	9.8	162.8	0
3	24.8	141.5	0
4	49.2	143.2	0



Inversione

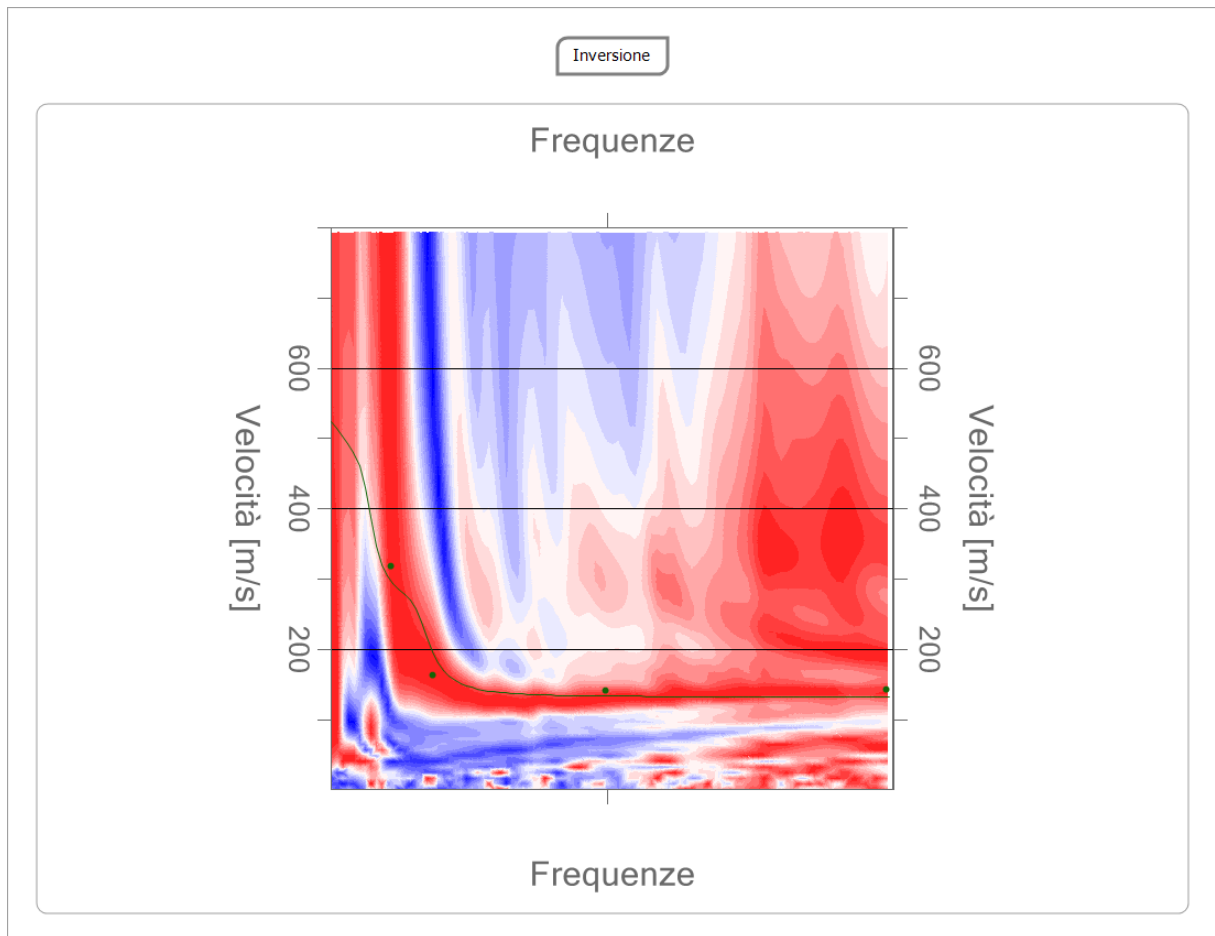
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		6.50	6.50	1750.0	0.42	No	377.0	140.0
2		31.50	25.00	1800.0	0.41	No	844.9	330.0
3		oo	oo	1850.0	0.40	No	1420.7	580.0

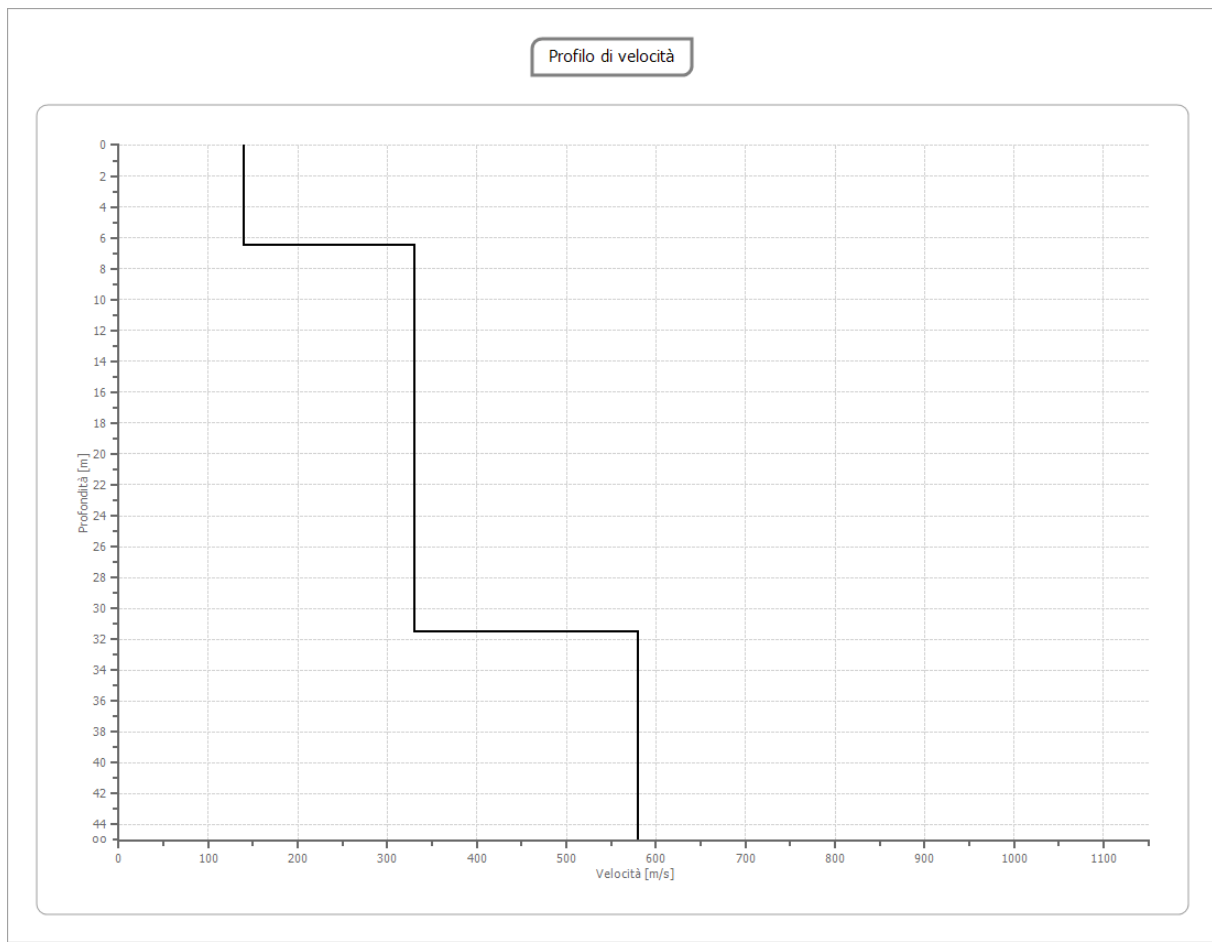
Percentuale di errore

16.671 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.250





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	255.01
Categoria del suolo	C

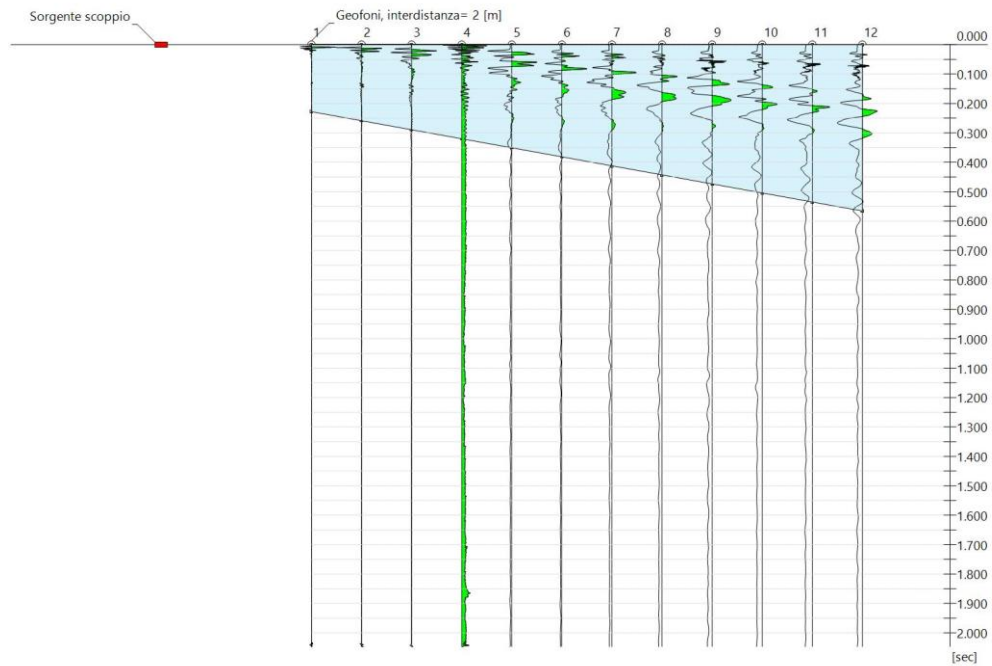
Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Report MASW n°3

Data | 08/02/2023
Sito | Latina-Loc. Acciarella
Committenza | Flo.Ren. S.r.l.

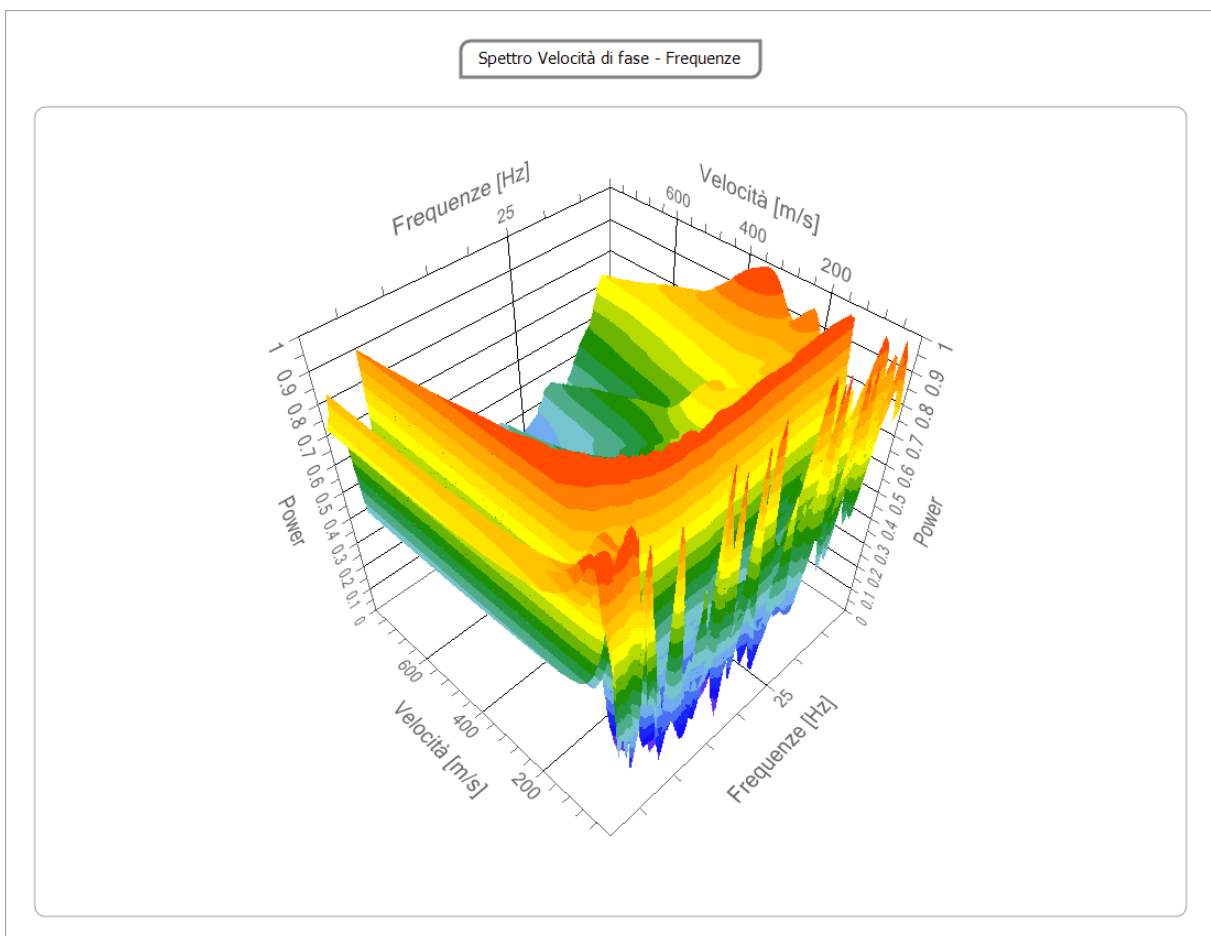
Tracce

N. tracce | 12
Durata acquisizione | 2048.0
[msec]
Interdistanza geofoni | 2.0
[m]
Periodo di campionamento | 1.00
[msec]



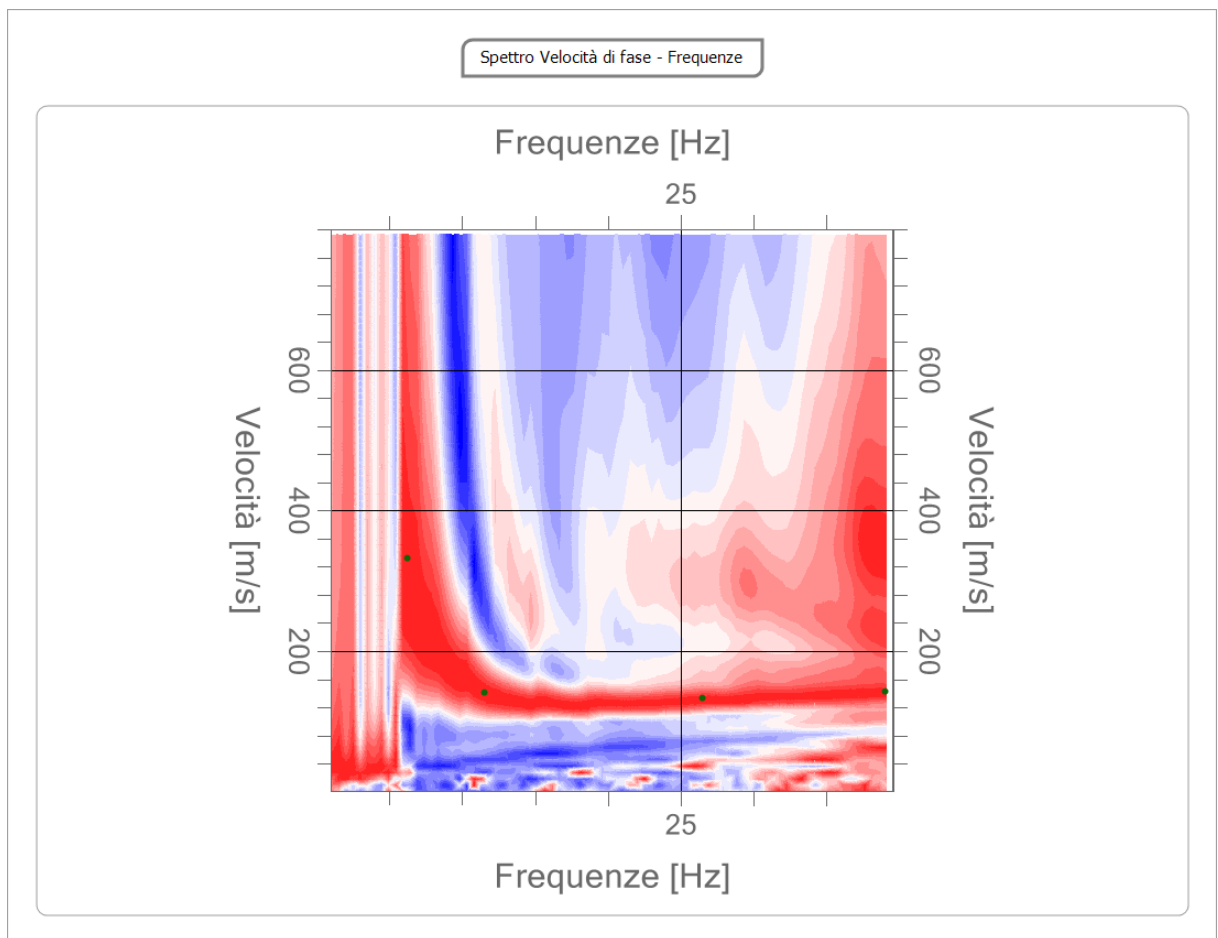
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	40
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.2	332.7	0
2	11.5	141.5	0
3	26.5	133.3	0
4	39.0	143.2	0



Inversione

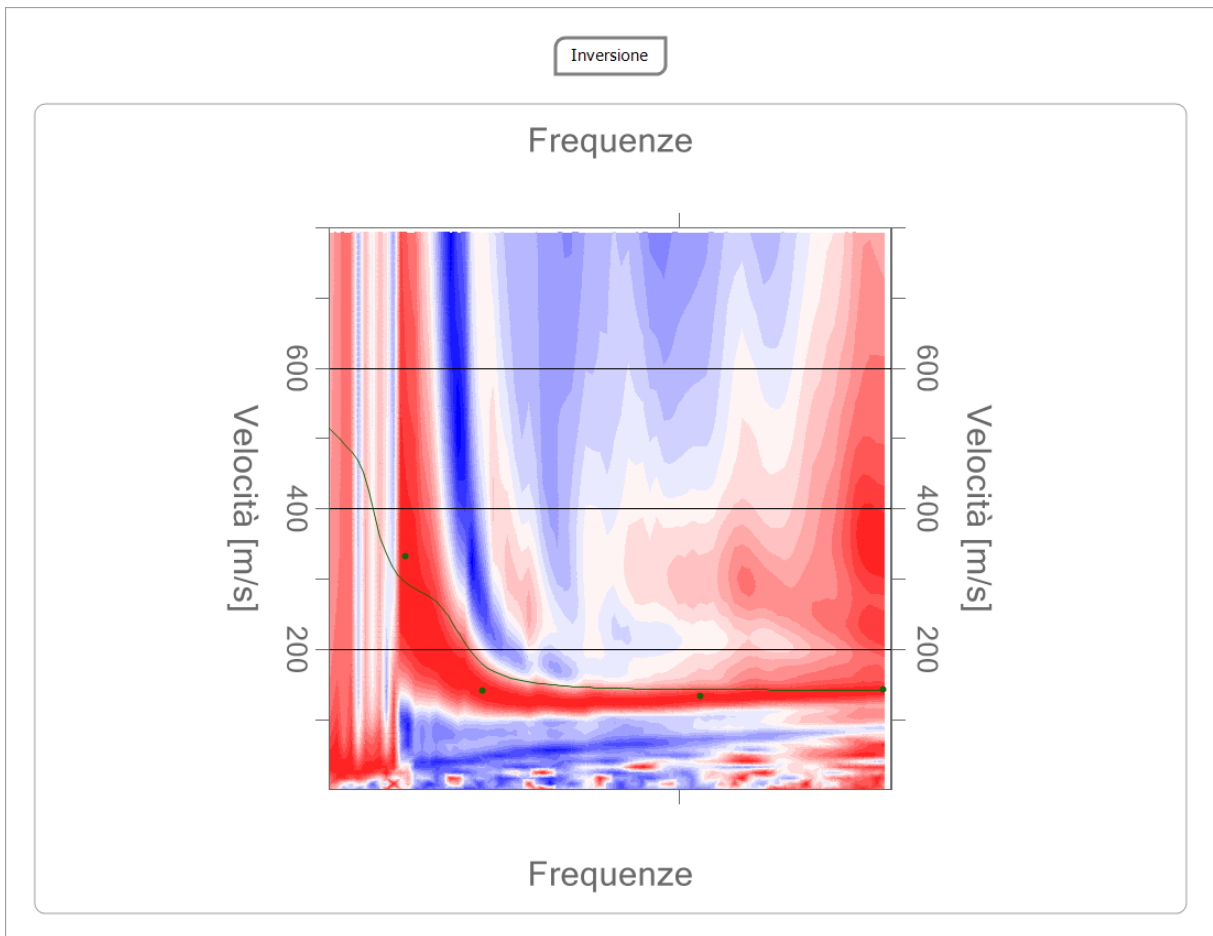
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		6.50	6.50	1750.0	0.42	No	403.9	150.0
2		33.50	27.00	1800.0	0.41	No	844.9	330.0
3		oo	oo	1850.0	0.40	No	1396.2	570.0

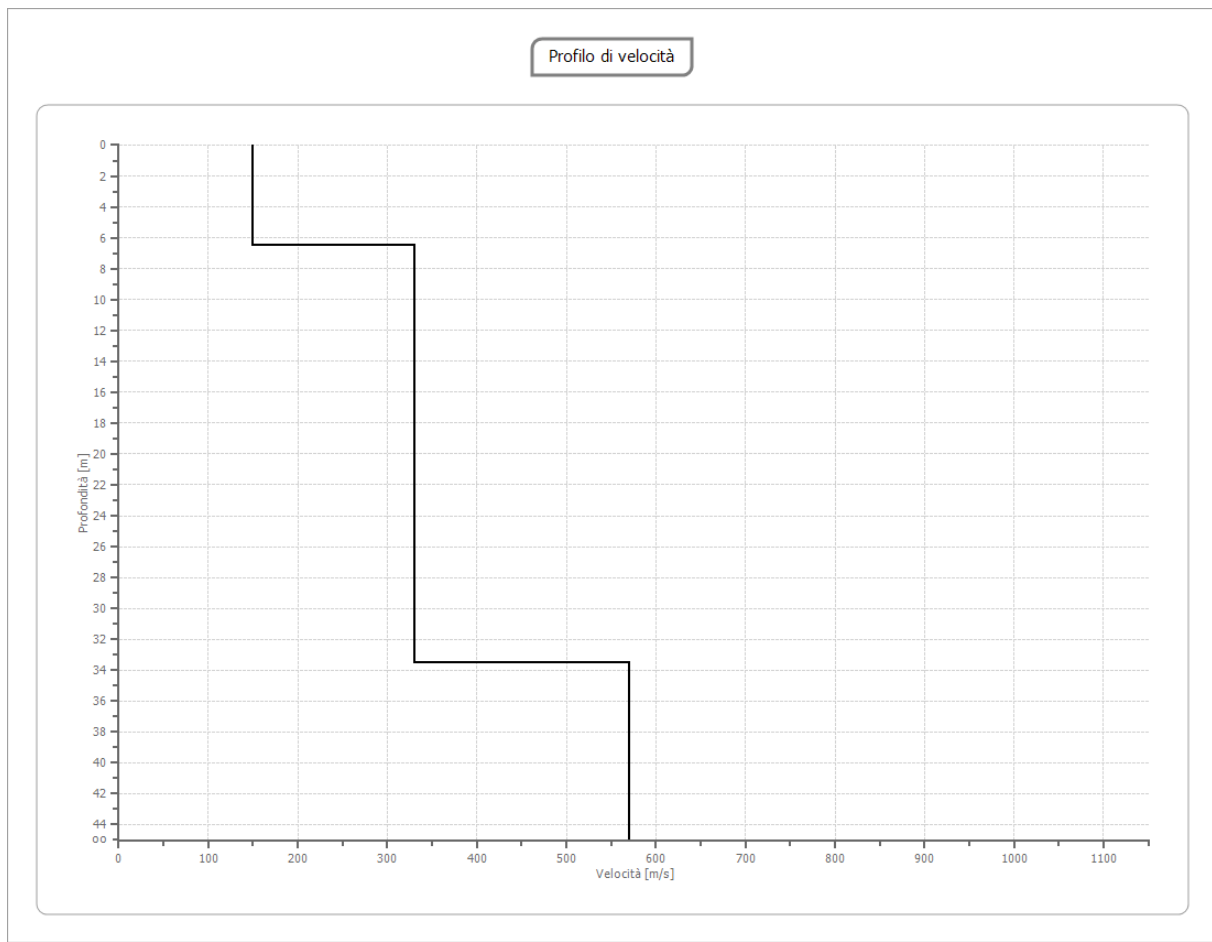
Percentuale di errore

1.712 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.148





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	261.90
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo 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.

MASW 4

Start recording: 03/11/20 15:02:12 End recording: 03/11/20 15:09:24

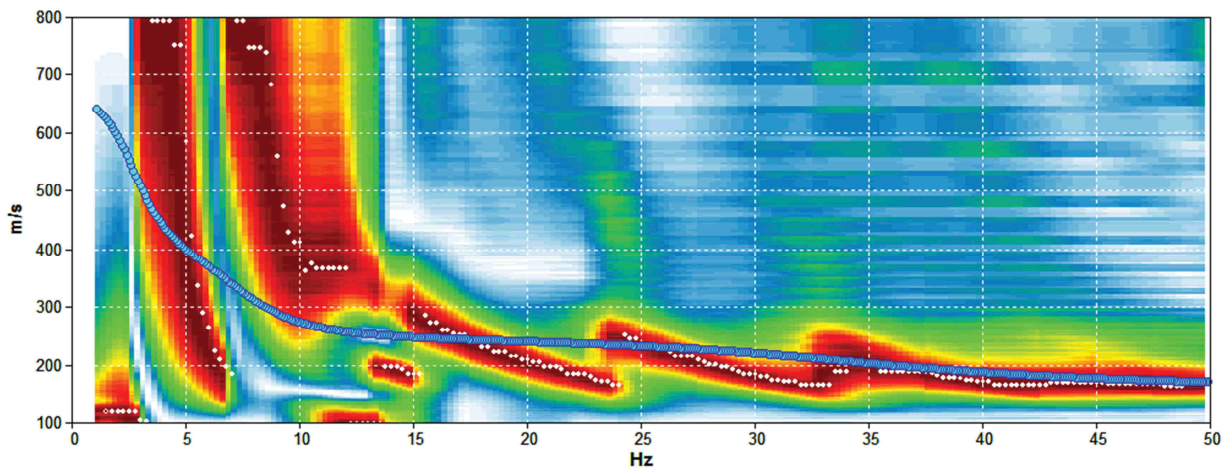
Trace length: 0h07'12".

Sampling rate: 1024 Hz

Channel labels: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9 ; B10

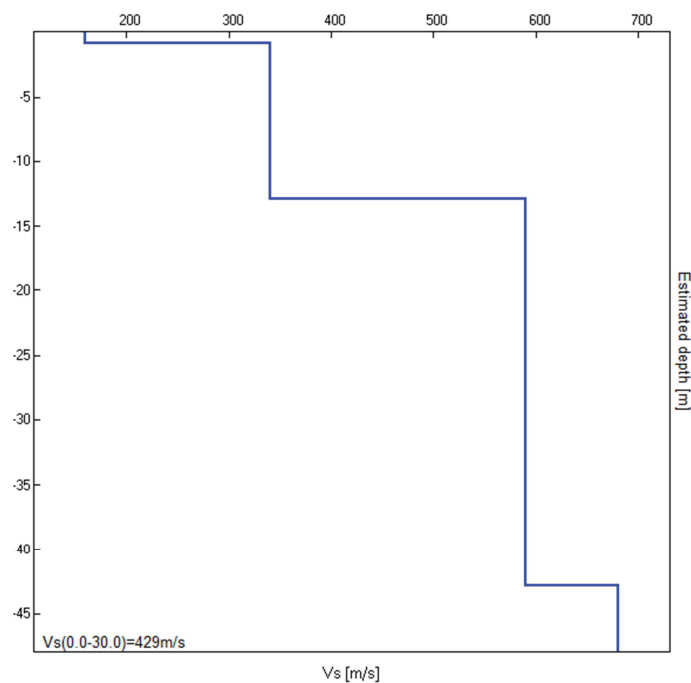
Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.90	0.90	160	0.42
12.90	12.00	340	0.41
42.90	30.00	590	0.40
inf.	inf.	680	0.39

Vs.eq(0.0-30.0)= 429 m/s

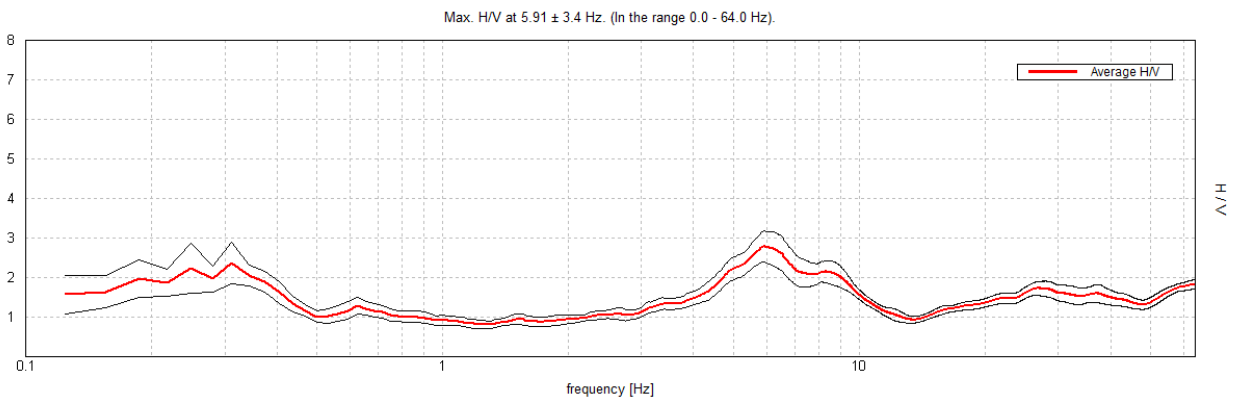


Report HVSR n°1

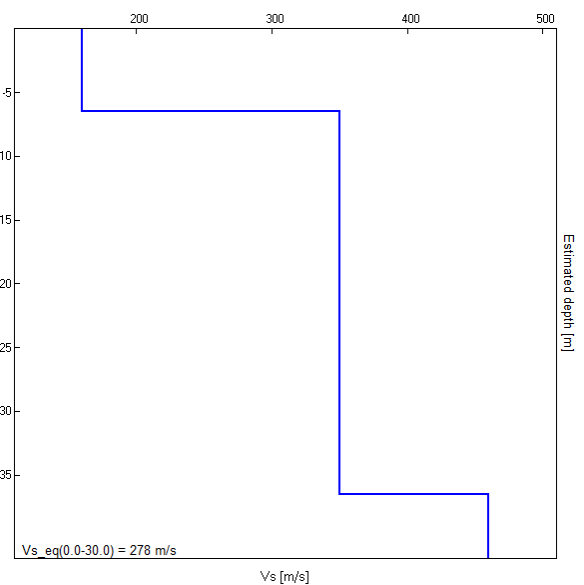
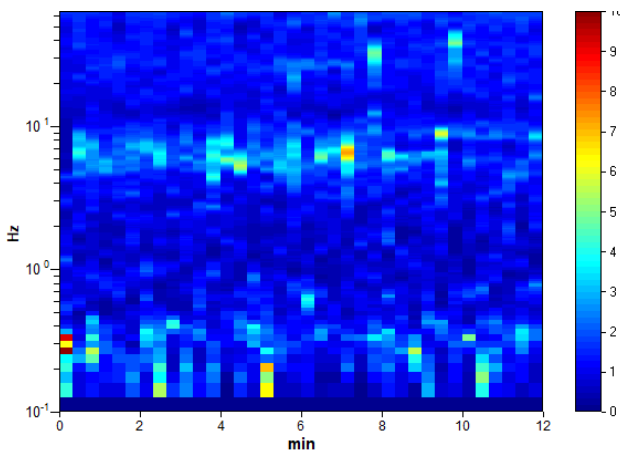
Committente: Flo.Ren. S.r.l. Descrizione: Loc. Acciarella-Lotti A1-A2,B,C Localita': Comune di Latina	
---	--

Instrument: TEP-0032/01-09
 Data format: 16 bit
 Full scale [mV]: 51
 Start recording: 08/02/2023 11:11:33 End recording: 08/02/2023 11:23:35
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; sync sync
 GPS data not available
 Trace length: 0h12'00". Analysis performed on the entire trace.
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

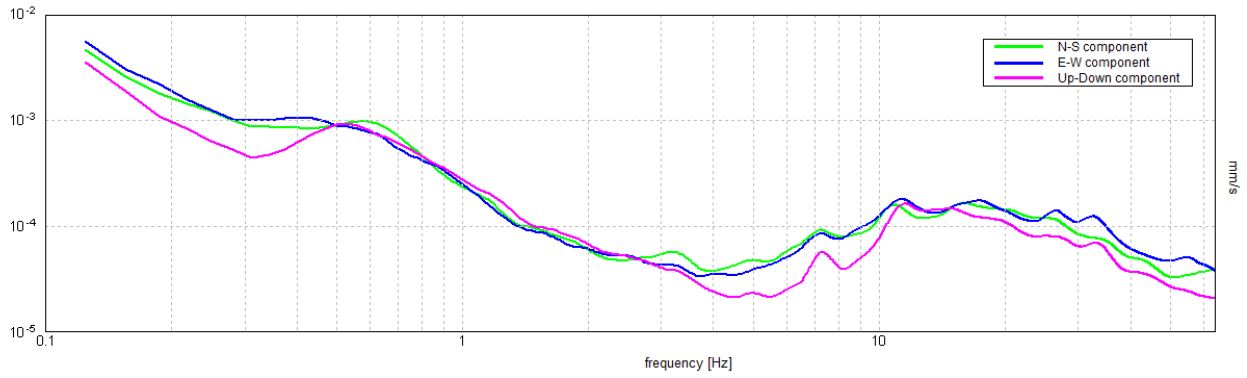
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



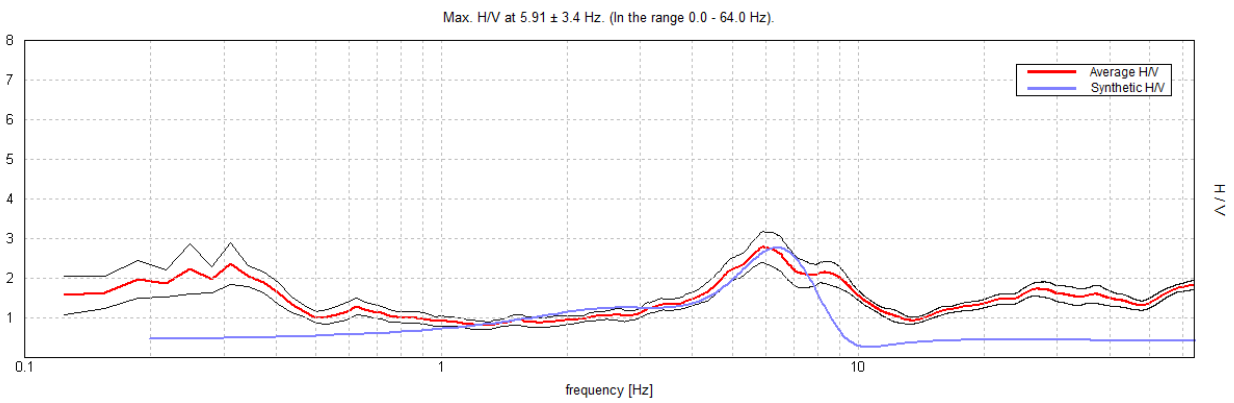
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
6.50	6.50	160	0.42
36.50	30.00	350	0.41
inf.	inf.	460	0.40

Vs_eq(0.0-30.0) = 278 m/s

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 5.91 ± 3.4 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	5.91 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	4252.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 285 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.781 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.79 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04551 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	3.39908 < 0.29531		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3906 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

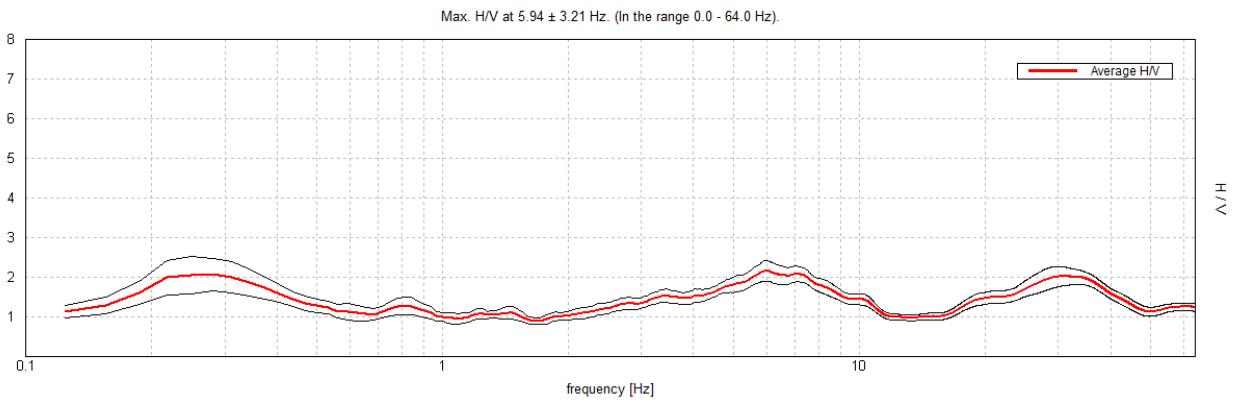
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Report HVSR n°2

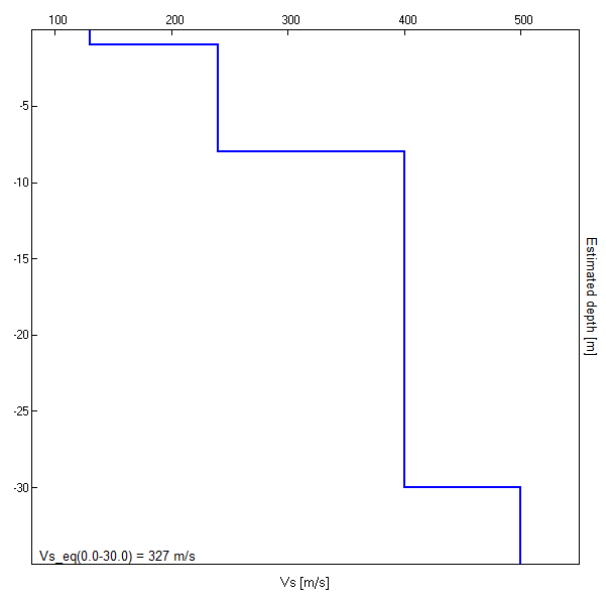
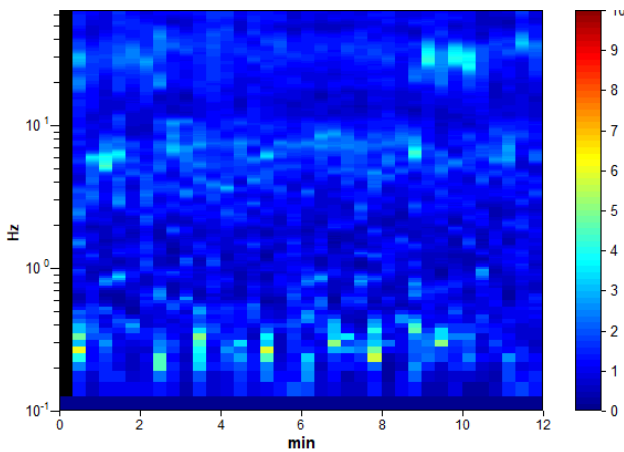
<p>Committente: Flo.Ren. S.r.l. Descrizione: Loc. Acciarella-Lotti A1-A2,B,C Localita': Comune di Latina</p>	
--	--

Instrument: TEP-0032/01-09
 Data format: 16 bit
 Full scale [mV]: 51
 Start recording: 08/02/2023 12:03:12 End recording: 08/02/2023 12:15:13
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; sync sync
 GPS data not available
 Trace length: 0h12'00". Analyzed 97% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

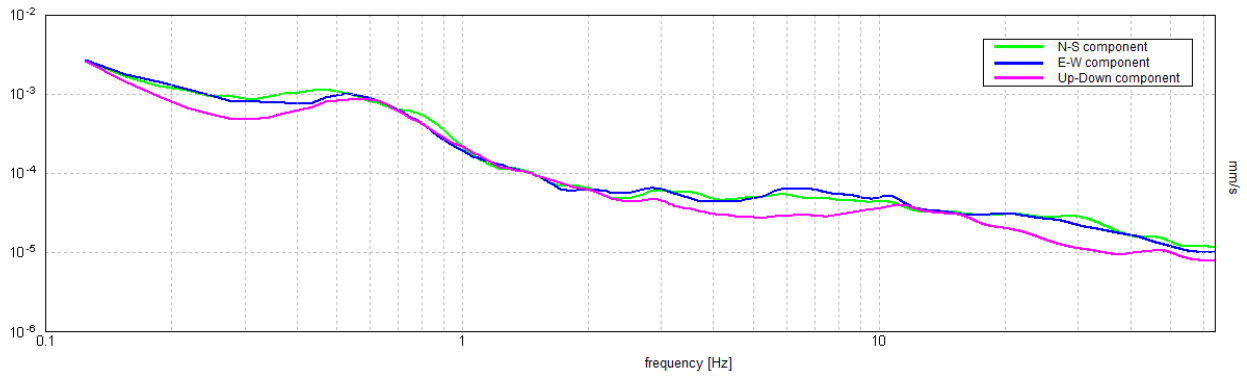
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



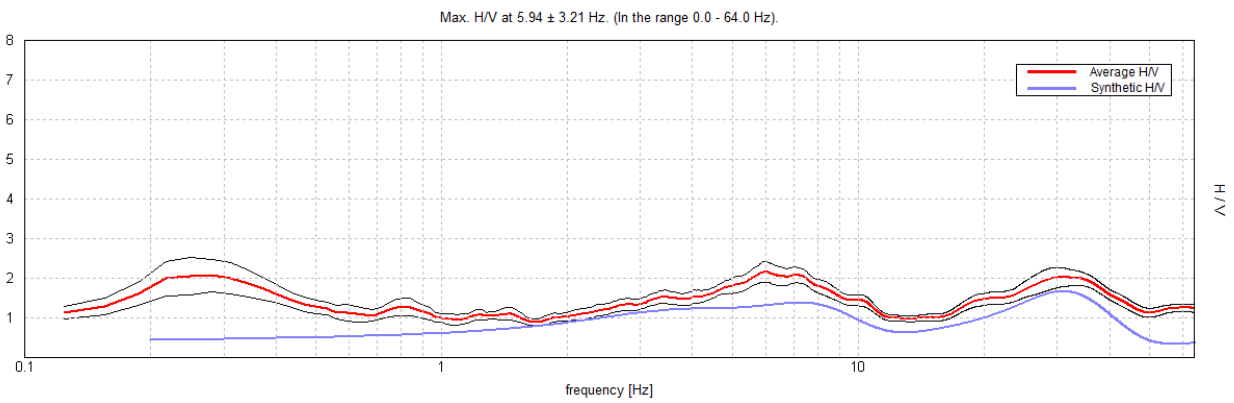
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	130	0.42
8.00	7.00	240	0.41
30.00	22.00	400	0.40
inf.	inf.	500	0.40

Vs_{eq}(0.0-30.0) = 327 m/s

[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 5.94 ± 3.21 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	5.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	4156.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 286 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.063 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.16 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04038 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	3.20851 < 0.29688		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2608 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

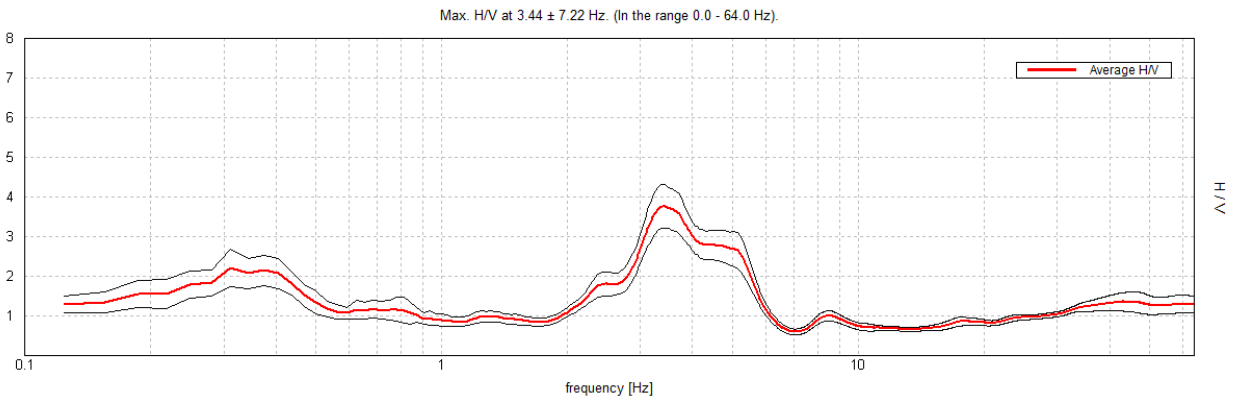
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Report HVSR n°3

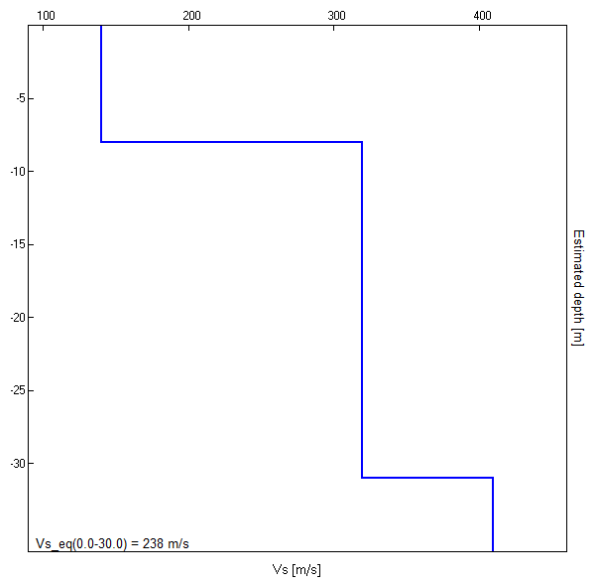
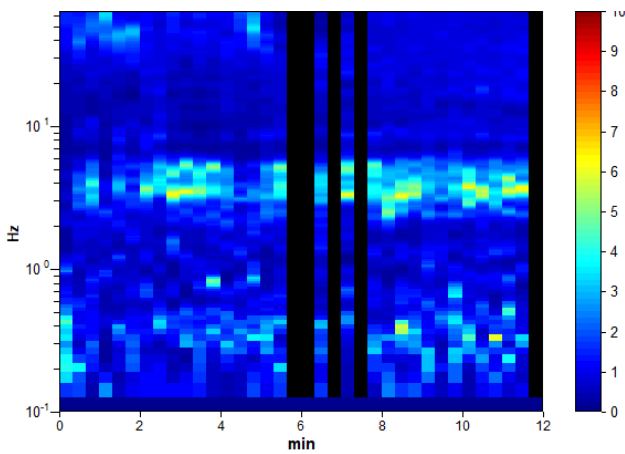
<p>Committente: Flo.Ren. S.r.l. Descrizione: Loc. Acciarella-Lotti A1-A2,B,C Localita': Comune di Latina</p>	
--	--

Instrument: TEP-0032/01-09
 Data format: 16 bit
 Full scale [mV]: 51
 Start recording: 08/02/2023 12:56:25 End recording: 08/02/2023 13:08:26
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; sync sync
 GPS data not available
 Trace length: 0h12'00". Analyzed 86% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

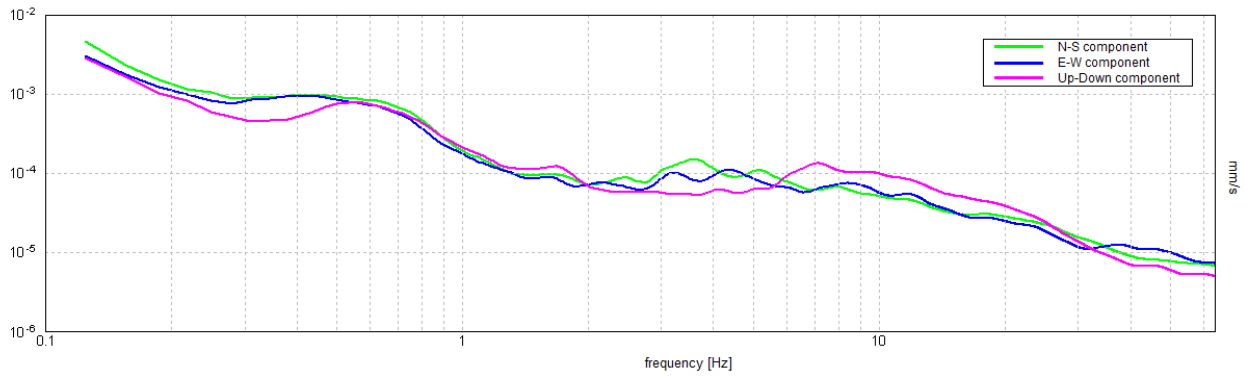
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



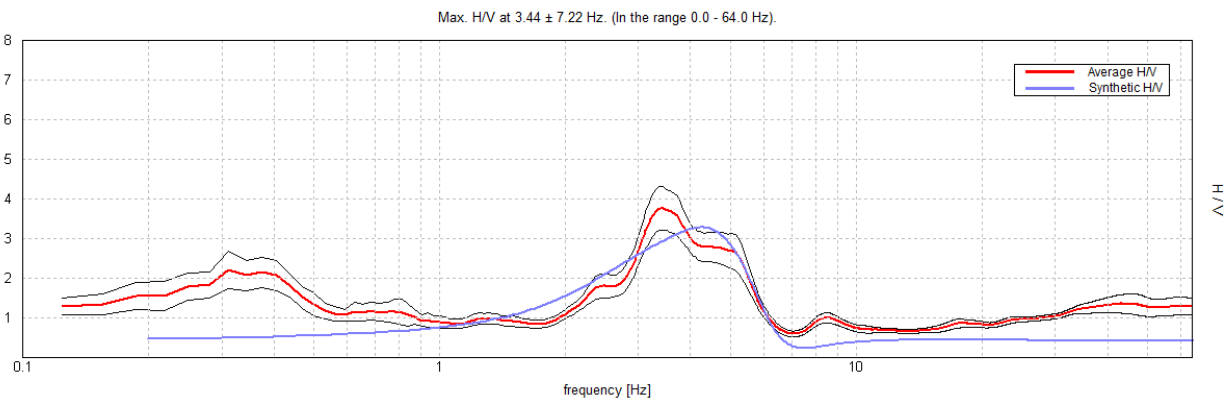
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
8.00	8.00	140	0.42
31.00	23.00	320	0.41
inf.	inf.	410	0.40

Vs_eq(0.0-30.0) = 238 m/s

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 3.44 ± 7.22 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.44 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2131.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 166 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.719 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.594 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.77 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03054 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$7.22061 < 0.17188$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5497 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Misura di rumore sismico HVSR



Prova sismica di tipo MASW



Prova penetrometrica dinamica super pesante (DPSH)