

COMUNE DI PECCIOLI - Pisa

POLO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI DI LEGOLI

IMPIANTO DI OSSIDAZIONE TERMICA MEDIANTE TECNOLOGIA FLAMELESS CON RECUPERO DI MATERIA

PROGETTO DEFINITIVO
da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

Novatasc s.r.l.

NUOVE TECNOLOGIE PER LA TOSCANA

PROGETTAZIONE DEFINITIVA - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



Dott.ssa Grazia Di Salvia

Ing. Paolo Ghezzi

Elaborato:

VAR-RT-011

Titolo:

**VARIANTE URBANISTICA
RELAZIONE TECNICA**

Maggio 2025



NUOVE TECNOLOGIE PER LA TOSCANA

POLO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI DI LEGOLI

IMPIANTO DI OSSIDAZIONE TERMICA MEDIANTE TECNOLOGIA FLAMELESS CON RECUPERO DI MATERIA

PROGETTO DEFINITIVO
da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

GRUPPO DI LAVORO

Progettisti firmatari

Grazia Di Salvia (Itea)
Paolo Ghezzi (Getas Petrogeo)

Project management

Paolo Ghezzi (General Project Manager)
Roberto Ricelli (Itea Project Manager)
Carlo Meoni
Francesco Ghezzi

ITEA - Infrastrutture tecnologiche

Ambrogio Carone (Project Engineer)
Angelo Cortese (Chimico di Processo e PMeC)
Enrico Gadda (Progettista meccanico)
Maurizio Giotta (Processista e PMeC)
Massimo Malavasi (Responsabile Basic Design)

Francesco Miccolis (Progettista piping)
Edoardo Moioli (Responsabile Basic Engineering)
Alessandro Petrucci (Progettista elettro-strumentale)
Anna Poli (Requisitioning)
Vito Recchia (Responsabile impianto pilota)
Giovanni Signorile (Progettista meccanico)

Getas Petrogeo - Infrastrutture Civili

Raffaele Battaglini (Emissioni in atmosfera)
Chiara Beconcini (V.I.A)
Francesca Bertelloni (Opere idrauliche)
Giacomo Bruno (V.I.A)
Nicola Casati (Opere idrauliche)
Matteo Colombini (Strutture)
Andrea D'Angelo (Strutture)
Francesco Dal Canto (Architettonico e Demanio)
Lorenzo Dal Canto (Architettonico e Demanio)
Roberta Frosini (Rendering)
Paolo Ghezzi (Progettazione, muri rinforzati e V.I.A)
Michele Giovannetti (Sicurezza cantiere)

Michele Luppichini (Impianti tecnici)
Simone Macchi (Impianto antincendio)
Lorenzo Mancini (Impianti elettrici e AUE)
Angela Masuccio (V.I.A)
Carlo Meoni (Pratiche VIA-AIA e PAUR)
Monica Moroni (Emissioni in atmosfera)
Elisabetta Norci (Aspetti naturalistici e paesaggio)
Massimo Pellegrini (Verifiche Geotecniche)
Alessio Preta (Strutture)
Tiziana Pugliesi (Geologia, indagini e PMeC)
Luca Rizza (Topografia e modelli)
Samuele Tolomei (Acustica)



NUOVE TECNOLOGIE PER LA TOSCANA

POLO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI DI LEGOLI

**IMPIANTO DI OSSIDAZIONE TERMICA MEDIANTE
TECNOLOGIA FLAMELESS CON RECUPERO DI MATERIA**

PROGETTO DEFINITIVO

da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

Elaborato:

VAR-RT-011

Titolo: ***VARIANTE URBANISTICA
RELAZIONE TECNICA***

A cura di:



INDICE

1. PREMESSA	5
2. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE	6
3. DESCRIZIONE AMBIENTALE- QUADRO VINCOLISTICO E NORMATIVO	10
3.1. VINCOLO IDROGEOLOGICO	11
3.2. MISURE DI SALVAGUARDIA DELL'ASSETTO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO	11
3.3. INQUADRAMENTO NEL PIANO OPERATIVO	12
3.3.1. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	12
3.3.2. PERICOLOSITÀ IDRAULICA	12
3.3.3. VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA	12
3.4. INQUADRAMENTO NEL PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE	13
3.4.1. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	13
3.4.2. VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA	14
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO AMBIENTALE DELL'AREA DI INTERVENTO	15
4.1. INDAGINI ESEGUITE SUL SITO	15
4.1.1. Rilievo topografico	15
4.1.2. PROVE PENETROMETRICHE C.P.T.	15
4.1.3. INDAGINE SISMICA	15
4.2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI DELLA ZONA	16
4.3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	16
4.4. PERICOLOSITÀ AI SENSI DEL DPGR 5/R/2020	17
4.4.1. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	17
4.4.2. PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE	17
4.4.3. PERICOLOSITÀ SISMICA	17
4.5. FATTIBILITÀ AI SENSI DEL DPGR 5/R/2020	18
4.5.1. FATTIBILITÀ GEOLOGICA	18
4.5.2. FATTIBILITÀ RISCHIO ALLUVIONI	18
4.5.3. FATTIBILITÀ SISMICA	19
5. VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ PAESAGGISTICA	20
5.1. VERIFICA DELLA PRESENZA DI AREE BOSCHIVE TUTELATE AI SENSI DELL'ART. 142, C.1, LETT. G) DEL D. LGS 42/2004 E S.M.I.	20
6. DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO	22
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	25

INDICE ALLEGATI

SIGLA	TITOLO
VAR-EG-010	VARIANTE URBANISTICA – STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO

1. PREMESSA

La Società Novatosc srl, ha depositato in data 12/06/2023 (Prot. n. 273436), la documentazione tecnica relativa alla procedura PAUR ex D.Lgs. 152/2006 art. 27-bis e L.R. 10/2010 art. 73-bis. per il progetto di “Impianto di ossidazione termica mediante tecnologia flameless con recupero di materia” in località Legoli, Comune di Peccioli (PI).

Successivamente alla verifica di completezza formale di cui all'art. 27-bis comma 3 del D.lgs. 152/2006, con PEC del 23/10/2023, la Regione Toscana ha richiesto alla Società Novatosc srl un elenco di integrazioni e chiarimenti.

La Società Novatosc S.r.l. ha depositato in data 23/04/2024 la documentazione integrativa richiesta dall'Autorità competente e il giorno 27/06/2024 si è tenuta la prima Conferenza dei Servizi a seguito della quale la Regione Toscana ha inviato una ulteriore richiesta di integrazioni coerente con i pareri degli Enti nel frattempo pervenuti.

Nel corso dello sviluppo istruttorio E-distribuzione, pur non essendosi espressa in CdS, ha richiesto alla Società Novatosc alcuni adattamenti della proposta tecnica relativa alla cessione del surplus della produzione di energia. La proposta originaria, infatti, prevedeva l'immissione diretta nella rete locale di media tensione (MT). E-distribuzione, al contrario, ha ritenuto più cautelativo realizzare una nuova linea di MT con la parte finale in AT e con allaccio alla cabina primaria di Terricciola. Il 10/12/2024 Novatosc ha depositato la documentazione integrativa richiesta dall'Autorità competente e gli elaborati del progetto di connessione.

La Regione in data 23/12/20024 ha inviato a Novatosc una nuova comunicazione in cui ha rilevato che la nuova soluzione di connessione, che prevede l'ampliamento della Cabina Primaria di trasformazione 132/15 kV “Terricciola” (PI) di proprietà di e-distribuzione nonché la realizzazione di un nuovo tratto di elettrodotto interrato in MT della lunghezza di circa 16 Km, si configura come modifica sostanziale al progetto, e interessa [i Comuni di Terricciola \(PI\) e Palaia \(PI\)](#) mai coinvolti nel procedimento e necessita per la sua realizzazione ed esercizio dell'autorizzazione unica energetica ai sensi della L.R. 39/2005, non indicata inizialmente tra i titoli da ricomprendere nel PAUR.

Il progetto di connessione prevede la predisposizione di una Stazione di utenza, la cui posizione è stata individuata in prossimità della Cabina Primaria a Terricciola. La società Novatosc ha provveduto ad avviare l'iter per acquisire l'area d'interesse e nell'allegato **PEL-AL-031** è riportato il contratto preliminare di compravendita. Attualmente la porzione di terreno oggetto d'intervento è caratterizzata dalla destinazione d'uso seminativo, ed è emersa dunque la necessità di predisporre una Variante Urbanistica per richiedere la destinazione ad uso industriale.

A corredo della presente relazione, sono riportate **21 Appendici grafiche** richiamate, spesso, nel testo.

La variante sarà finalizzata a valle dell'autorizzazione dell'intero impianto, in quanto in sua assenza, non si materializzerebbe la necessità di procedere con la Stazione di Utenza. Tuttavia è stata predisposta la documentazione necessaria per una corretta valutazione in sede di Conferenza dei Servizi e di cui l'Amministrazione Comunale potrà prendere visione esprimendosi in merito. La presente relazione di accompagnamento, pur rimandando ad alcuni elaborati di dettaglio, comprende l'analisi vincolistica e conoscitiva dell'area, nonché gli elementi tecnici per la verifica di fattibilità geologica e idraulica.

2. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

Per la realizzazione della nuova Stazione AT di utenza è stata individuata un'area in posizione adiacente alla CP di Terricciola.

La Stazione in progetto, occuperà una porzione della **Particella n°1 del Foglio Catastale n°37** del Comune di Terricciola, per un'area complessiva di circa 2500 m². L'area oggetto di intervento si colloca lungo la Strada provinciale Volterrana, nella pianura del fondovalle del Fiume Era, subito prima che della zona pedecollinare; è interessata, insieme ad ampie superfici limitrofe da un impianto di arboricoltura da legno costituito da alberi di noce, che appaiono stentate sia per le condizioni fitosanitarie e per il portamento.

Dalla consultazione delle foto aeree storiche, emerge che tale area è stata interessata da oltre due decenni da impianti di arboricoltura da legno, come molte delle superfici circostanti, anche al di là della strada provinciale.

Sul lato a confine con la Stazione esistente è presente un fosso, all'interno del quale sono presenti i tronchi di sporadiche piante di pioppo (*Populus alba*), le cui fronde sono piegate verso l'area oggetto di intervento, probabilmente perché dalla parte opposta, per prevenire eventuali incendi, i rami vengono tagliati regolarmente.

Dai sopralluoghi effettuati nell'area nel gennaio 2025 risulta evidente la presenza alcune piante di pioppo, con il piede all'interno del fosso, con chiome rade ed essiccate sulle parti distali, che non sono caratterizzati dai requisiti di legge per poter essere definite "bosco". Infatti, gli alberi sono disposti in generale in filare unico, con qualche esemplare fuori dalla fila, raggiungendo in questo caso la larghezza media, misurata al piede delle piante di confine (ai sensi dell'art. 3 della LR. 39/2000), di 5-10 m., e mai si raggiungono i 20 m.

Di seguito si riportano alcune elaborazioni cartografiche di inquadramento dell'area di intervento su carta topografica, su CTR, su foto aerea e su mappa catastale. Il rilievo topografico dello stato attuale è riportato negli elaborati di progetto e in Appendice 2.



Figura 2/1 - inquadramento dell'area di intervento su CTR 10K

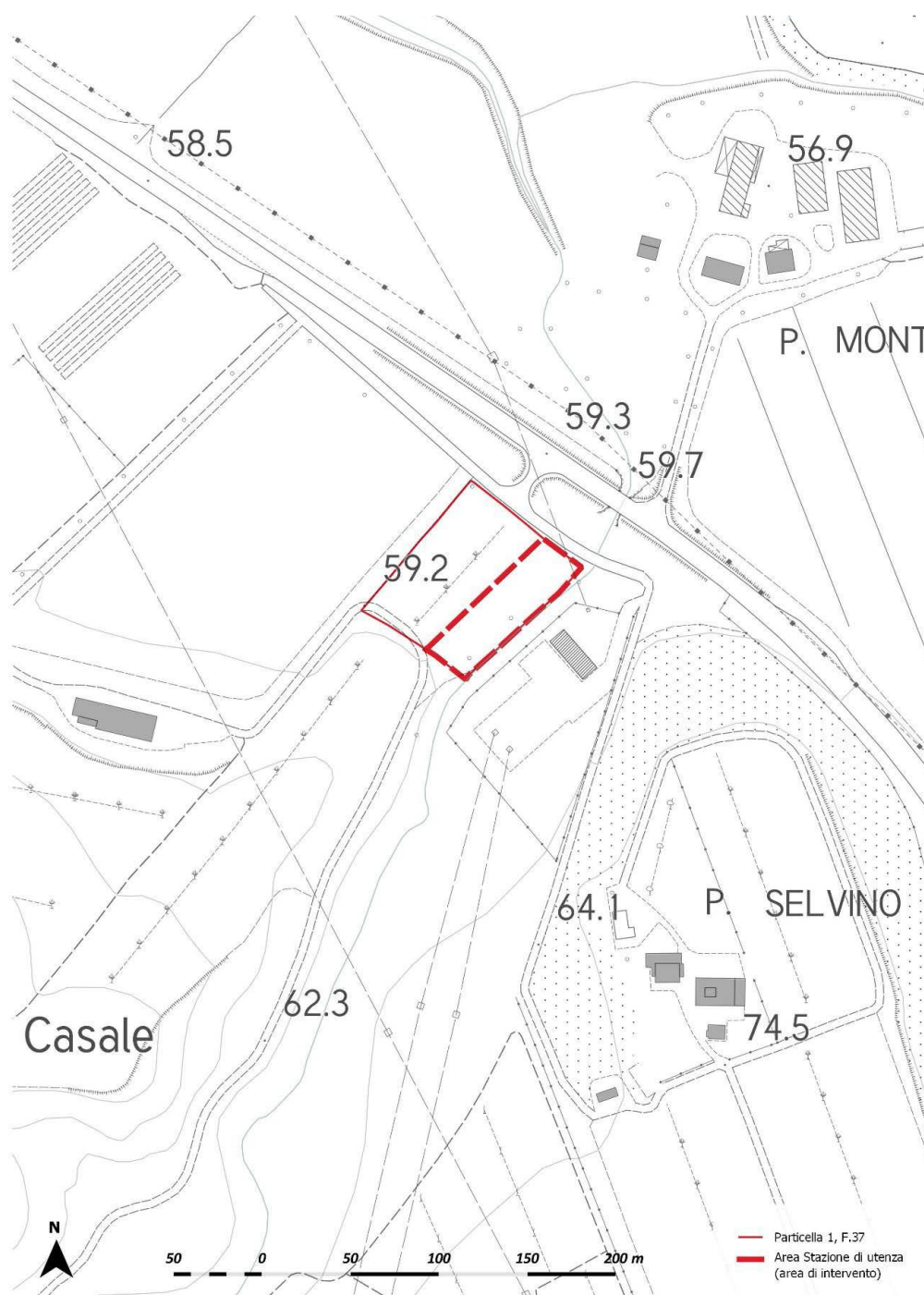
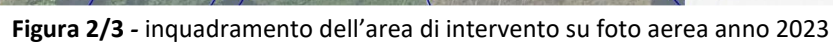


Figura 2/2 - inquadramento dell'area di intervento su CTR 10K(dettaglio)



3. DESCRIZIONE AMBIENTALE- QUADRO VINCOLISTICO E NORMATIVO

Come anticipato in premessa, l'area oggetto di Variante è caratterizzata da una destinazione d'uso seminativo. Per procedere con la variazione ad uso industriale, è stato necessario esaminare, come dettagliato nei paragrafi successivi, il quadro vincolistico, nonché gli aspetti di Pericolosità Geologica, da Alluvione e Sismica e successivamente, in funzione delle opere da realizzare, sono state esaminate le condizioni di Fattibilità Geologica, da Alluvione e Sismica. Di seguito si riporta un estratto di Uso e copertura del suolo.

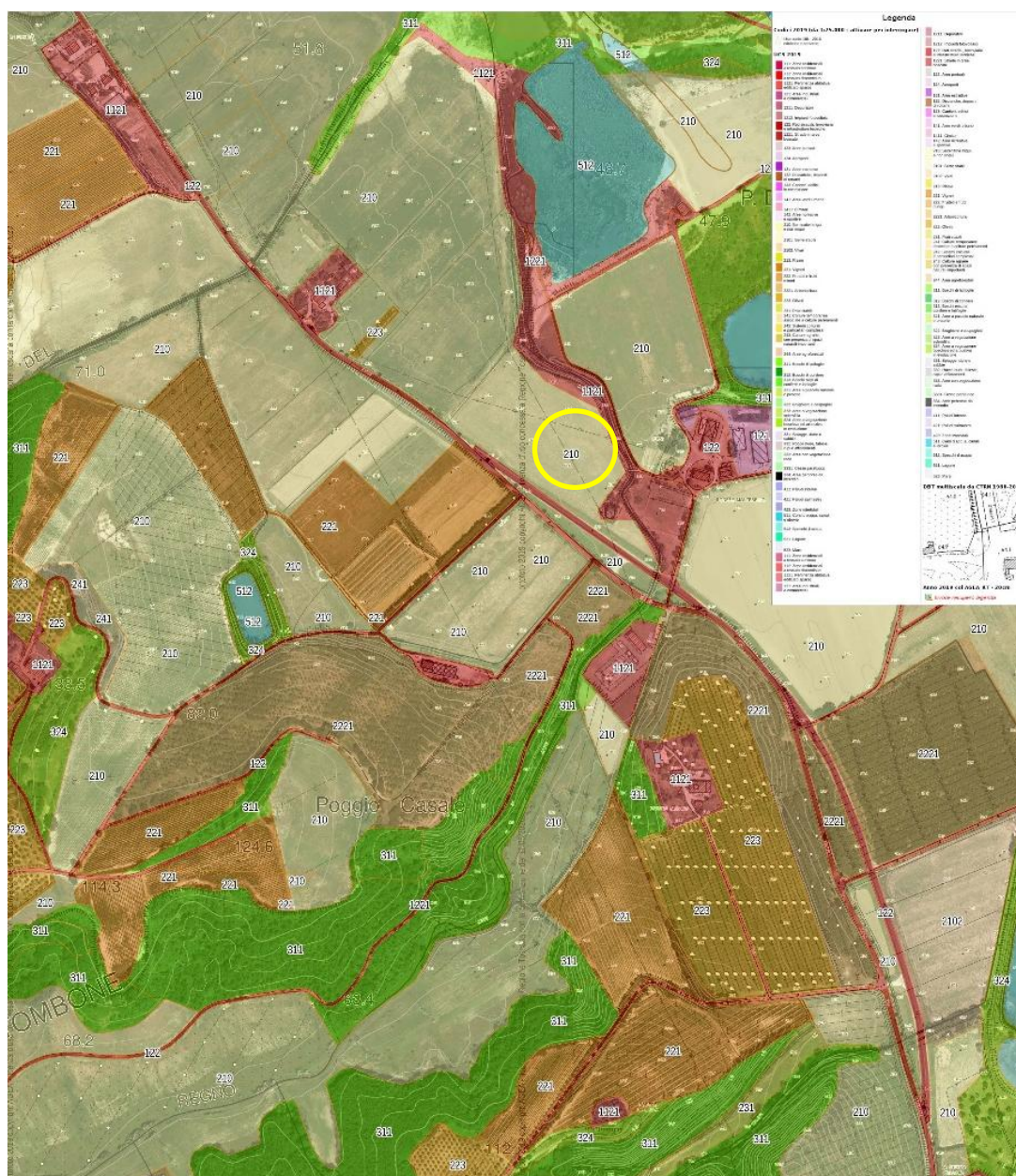


Figura 3/1 – Estratto cartografico di Uso e Copertura del suolo

3.1. VINCOLO IDROGEOLOGICO

L'analisi del vincolo idrogeologico, in ottemperanza del Regio Decreto del 30.12.1923, n° 3267: *"Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni"*, ha messo in evidenza che tutta l'area di intervento è esclusa dalle aree interessate dal vincolo (vedi Appendice 3).

Per l'analisi delle aree boscate (vedi Appendice 4) si rimanda all'Elaborato **INS-RT-020**: Relazione Paesaggistica (Art. 146 D.Lgs. 42/2004) Relazione Agronomo Forestale (Legge Regionale 39/2000).

3.2. MISURE DI SALVAGUARDIA DELL'ASSETTO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO

L'intervento risulta esterno agli alvei, alle golene, agli argini e alle aree comprendenti le due fasce di larghezza di 10 m dal piede esterno dell'argine, o in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua appartenenti al territorio Comunale di Terricciola, ai sensi della LR 79/2012 aggiornato dal D.C.R.T. 25/2024 (vedi Appendice 5).

Tutta l'area di intervento non ricade all'interno di aree interessate da "alluvioni frequenti" o "poco frequenti" ai sensi della LR 24 luglio 2018, n 41 e ss. mm. e ii..

L'area oggetto degli interventi risulta esclusa dalle aree interessate da inondazioni eccezionali rappresentate nella *"Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999)"* allegata al Progetto di Piano del Bacino del Fiume Arno e che delimita le aree interessate da allagamento per eventi alluvionali che si sono succeduti dal 1966 al 1999 (DPCM 5/11/99).

L'area risulta esclusa da quelle individuate nella *"Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e degli affluenti"* e da quelle individuate nella *"Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno"* allegate al Piano di Bacino del Fiume Arno (DPCM 5.11.99).

L'area oggetto di intervento ricade nelle aree perimetrate a Pericolosità da alluvione fluviale bassa P1 (vedi Appendice 6): *nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto di mitigazione e gestione del rischio idraulico* (DPCM 27.10.2016).

L'area interessata dall'intervento risulta esclusa dalle aree individuate e perimetrate con la sigla P.F. (Pericolosità geomorfologica) rappresentate nella carta della *"Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante"* in vigore con il DPCM 6 maggio 2005 *"Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico"* e ss. mm. e ii. (vedi Appendice 7). Nella Gazzetta Ufficiale n. 82 dell' 8 aprile 2024 è stato pubblicato l'avviso di adozione della delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n. 39 del 28 marzo 2024 di adozione del *"Progetto di Piano di bacino stralcio Assetto idrogeologico (PAI) del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale, per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica"* e relative misure di salvaguardia. Ai sensi del suddetto piano (vedi Appendice 8) l'area di intervento è esterna alle aree perimetrate con la sigla P3 (Pericolosità geomorfologica elevata) e P4 (Pericolosità geomorfologica molto elevata).

3.3. INQUADRAMENTO NEL PIANO OPERATIVO

In data 17 Luglio 2023 con DCC n. 38 il Comune di Terricciola ha approvato il Piano Operativo ai sensi del DPGR Toscana 25 ottobre 2011, n. 53/R.

3.3.1. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

In funzione degli studi eseguiti, all'area oggetto di intervento è stata attribuita la seguente classe di pericolosità geologica (vedi Appendice 9):

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA BASSA (G.1):

- aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori preponderanti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

3.3.2. PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Nello stesso studio la “Carta di Pericolosità idraulica” è stata redatta eseguendo apposite verifiche idrauliche sul reticolo minore. In assenza di tale studio le aree a rischio sono state individuate e perimetrate secondo le classi di pericolosità, sopra esposte, proveniente dal PGRA e all'area è stata assegnata la seguente classe di pericolosità idraulica (vedi Appendice 10):

PERICOLOSITÀ IDRAULICA MEDIA (I.2):

aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < TR \leq 500$ anni

3.3.3. VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

Per quanto riguarda la vulnerabilità, la carta facente parte del PO del Comune di Terricciola, è stata tratta dal Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa e all'area sono state assegnate le seguenti classi di vulnerabilità (vedi Appendice 11):

CLASSE 3 - VULNERABILITÀ MEDIA: sottoclasse 3a:

Presente in porzione ridotta corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 15 ed i 30 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali scarsamente permeabili con falda prossima al piano campagna, da falde idriche in materiali a medio-bassa permeabilità con piezometria depressa per cause naturali, da falde idriche spesso sospese attestate in terrazzi alluvionali non direttamente connessi con gli acquiferi principali ovvero in estesi corpi detritici

pedecollinari, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità e le zone interessate da falde freatiche attestate in complessi detritici sufficientemente estesi o con evidenze di circolazione idrica;

sottoclasse 3b:

Presente in porzione minimale corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali mediamente permeabili con livelli piezometrici prossimi al piano campagna, quelle di ricarica di acquiferi confinati a bassa permeabilità, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, quelle a permeabilità medio-alta ma con superficie freatica depressa per cause naturali, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi a media permeabilità, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sciolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco permeabili.

CLASSE 4 - VULNERABILITÀ ELEVATA: sottoclasse 4a:

Risulta la sottoclasse prevalente e corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra 1 e 7 giorni, quali quelle di ricarica di acquiferi confinati media permeabilità, quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali molto permeabili con falda prossima al piano campagna, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie molto permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi altamente permeabili, le zone di affioramento di terreni sciolti a permeabilità elevata con sufficiente estensione e ricarica, le zone di infiltrazione in terreni a permeabilità medio-alta, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie mediamente permeabili.

3.4. INQUADRAMENTO NEL PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE

In data 8 giugno 2023 con DCC n. 28 il Comune di Terricciola ha adottato il Piano Strutturale intercomunale dei Comuni di Chianni, Lajatico, Peccioli e Terricciola redatto ai sensi del DPGR Toscana 5/R/2020.

3.4.1. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

In funzione degli studi eseguiti, all'area oggetto di intervento è stata attribuita la seguente classe di pericolosità geologica (vedi Appendice 12):

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA MEDIA (G.2):

- aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

3.4.2. VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

Nello stesso Piano Strutturale Intercomunale adottato in data 8 giugno 2023 con DCC n. 28 è stata aggiornata e redatta la carta della Vulnerabilità Idrogeologica ai sensi del PTC della Provincia di Pisa e all'area è stata assegnata una unica classe di vulnerabilità (vedi Appendice 13), la classe 3 di *Vulnerabilità idrogeologica*:

VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA MEDIA – Sottoclasse 3a:

corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 15 ed i 30 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali scarsamente permeabili con falda prossima al piano campagna, da falde idriche in materiali a medio-bassa permeabilità con piezometria depressa per cause naturali, da falde idriche spesso sospese attestate in terrazzi alluvionali non direttamente connessi con gli acquiferi principali ovvero in estesi corpi detritici pedecollinari, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità e le zone interessate da falde freatiche attestate in complessi detritici sufficientemente estesi o con evidenze di circolazione idrica.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO AMBIENTALE DELL'AREA DI INTERVENTO

4.1. INDAGINI ESEGUITE SUL SITO

4.1.1. Rilievo topografico

Preliminarmente sono stati effettuati dei rilievi plano-altimetrici dell'area di intervento da parte di Getas Petrogeo S.r.l., mediante GNSS e UAS in data 10/01/2025. I dettagli del rilievo sono riportati nel capitolo 5.1.

4.1.2. PROVE PENETROMETRICHE C.P.T.

Le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno naturale in posto in corrispondenza dell'area di intervento, sono state ricavate da n° 3 Prove Geotecniche in sito con Penetrometro Statico da 20 tonn. munito di manicotto per la misura dell'attrito laterale (punta Begemann), ubicate come nell'Appendice 15 e spinte fino alla profondità massima di 15,40 m dal p.d.c. eseguite il 15 Gennaio 2025. I dati raccolti mediante le Prove Penetrometriche, unitamente alla loro elaborazione numerica e alla rappresentazione grafica dei principali parametri geotecnici, sono integralmente riportati nell'Appendice 16 della relazione **GEO-RT-020**.

All'interno del foro di sondaggio della Prova Penetrometrica n. CPT2 è stata installata una canna piezometrica in p.v.c. è stata rilevata la presenza di acqua alla profondità di 4,90 m dal p.d.c. (15 Gennaio 2025); una misurazione successiva (17 Gennaio 2025) ha rilevato la falda alla profondità di 2,35 m dal piano di campagna.

4.1.3. INDAGINE SISMICA

Nell'Appendice 15 sono ubicate le indagini sismiche eseguite; i risultati delle indagini, sono riportati nell'Appendice 17. La campagna di prospezione sismica si è articolata in:

- n. 1 profilo sismico MASW;
- n. 2 acquisizioni di microtremori - HVSR;

Tutto ciò ha permesso di:

- caratterizzare l'area da un punto di vista geomeccanico;
- classificare il sottosuolo dal punto di vista sismico relativamente alla classificazione attuale e determinata ricorrendo alle pubblicazioni allegate alle NTC 2018.

Nell'area in oggetto le indagini sismiche eseguite sono risultate compatibili con le evidenze stratigrafiche rilevate in situ e correlate con i valori della coesione evidenziati con l'interpretazione delle indagini penetrometriche, pertanto hanno consentito di ottenere informazioni sulla caratterizzazione sismostratigrafica dei terreni, il calcolo dei parametri elastico-dinamici e della categoria di suolo ai fini della normativa sismica.

4.2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI DELLA ZONA

L'area oggetto dell'intervento è situata nel Comune di Terricciola, in Via Volterrana dove è prevista la realizzazione di una stazione di utenza in prossimità della Cabina Primaria di trasformazione 132/15 kV "Terricciola" (PI) di proprietà di e-distribuzione.

La zona interessata occupa un'area pianeggiante ad una quota di circa 60 m s.l.m. e si colloca ai margini della piana alluvionale del Fiume Era allo sbocco nella sua valle del solco vallivo del Botro A Regno. L'area, dal momento che si presenta pianeggiante, non appare suscettibile di dissesti e al momento del rilevamento non sono state individuati fenomeni di impaludamento.

Tuttavia si segnala la presenza di erosione accelerata lungo le sponde dell'idrografia presente ed in particolare della fossa campestre che separa l'area di interesse dalla viabilità. Si tratta di fenomeni localizzati e di piccola entità dovuti con molta probabilità al cattivo stato di manutenzione.

Nell'Appendice 2 è riportata la base topografica attuale la quale risulta da un rilevamento plano-altimetrico di dettaglio che permette di apprezzare la morfologia dell'area.

4.3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La zona esaminata è situata all'interno del Graben della Val d'Era, fossa tettonica instauratasi a partire dal Miocene superiore in seguito a movimenti di tipo distensivo.

La Valdera risulta infatti interessata da due grandi dislocazioni distensive ad opposta immersione. Una faglia, occidentale rispetto alla Valdera, passa ad Ovest di Volterra e raggiunge la pianura dell'Arno con una direzione Sud Sud Est - Nord Nord Ovest e immersione del piano verso Est. Una faglia passa ad Est di Volterra e anch'essa raggiunge la Valle dell'Arno ad Est di Pontedera con una direzione Sud Sud Est – Nord Nord Ovest e immersione del piano verso Ovest.

Le due immersioni opposte del piano delle faglie determinano un basso strutturale al centro solcato dal Fiume Era: Graben della Val d'Era.

I sedimenti più antichi che si sono depositi all'interno del graben sono di tipo lacustre; seguono sedimenti salmastri indicanti l'ingressione del mare che, nel Pliocene, sommerse tutta la zona lasciando un'isola in corrispondenza di Casciana Terme.

I sedimenti del Pliocene superiore indicano una regressione del mare che si ritira definitivamente nel Quaternario antico; seguono depositi di tipo continentale via via più recenti fino alle alluvioni attuali.

La giacitura delle formazioni è, a scala generale, disposta in monoclinale immergente verso la zona più depressa del bacino.

L'area è caratterizzata dall'affioramento di litologie argillose di elevato spessore in cui si intercalano orizzonti sabbiosi di potenza variabile, talvolta non continui; nel fondovalle sono presenti depositi alluvionali recenti e attuali raccordati ai pendii circostanti da livelli di alluvioni terrazzate.

Di seguito viene riportata, in dettaglio, la descrizione della formazione affiorante nell'area di intervento (vedi Appendice 14).

Depositi alluvionali: sono distribuite nelle valli fluviali, a seguito delle esondazioni dei corsi d'acqua di maggiore rilevanza; la composizione delle alluvioni, in relazione con le rocce affioranti nel bacino, è prevalentemente argilloso-limosa e sabbiosa di colore marrone.

Data la natura dei litotipi riscontrati anche a seguito del rilevamento geologico di dettaglio che conferma in affioramento la formazione geologica dei Depositi Alluvionali è da ritenere confermata la Classe di Vulnerabilità Idrogeologica attribuita nella cartografia del Piano Strutturale Intercomunale in adozione riportata in Appendice 13.

4.4. PERICOLOSITÀ AI SENSI DEL DPGR 5/R/2020

4.4.1. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

L'area oggetto delle indagini per la pericolosità geologica è classificata dal POC ai sensi del DPGR 53R/2011 nella classe G1.

Ai sensi del Piano Strutturale Intercomunale redatto ai sensi del DPGR 5R/2020 l'area ricade nella classe Pericolosità geologica media - G.2.

Le indagini eseguite hanno di fatto confermato la sostanziale assenza di fenomeni morfoevolutivi nell'area di progetto, evidenziando comunque alcuni fenomeni di erosione di sponda lungo i corsi d'acqua.

Pertanto si conferma la classificazione dell'area di studio ai sensi del DPGR 5R/2020 così come riportata nel PSI (vedi Appendice 18):

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA MEDIA (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

4.4.2. PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE

L'area oggetto delle indagini per la pericolosità idraulica è classificata dal POC ai sensi del DPGR 53R/2011 nella classe I.2.

Le indagini svolte hanno confermato tale classificazione anche alla luce degli studi di PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale che classifica l'area in pericolosità P1 – Pericolosità bassa (Tr>200anni).

Pertanto la classificazione dell'area di studio ai sensi del DPGR 5R/2020 è la seguente (vedi Appendice 19):

PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE (P.1): aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010

4.4.3. PERICOLOSITÀ SISMICA

L'area oggetto delle indagini per la pericolosità sismica non è classificata dal POC ai sensi del DPGR 53R/2011 né dal Piano Strutturale Intercomunale redatto ai sensi del DPGR 5R/2020, in

quanto non rientra nelle aree urbanizzate che sono state oggetto dello studio di supporto allo strumento urbanistico. I risultati ottenuti dalle indagini eseguite nel sito di interesse che hanno messo in luce un contrasto di impedenza fra gli orizzonti presenti che dà origine ad un picco HVSR pari (almeno in un caso) a $A_0 = 3,20$ che individua una situazione che può definirsi “ad alto contrasto di impedenza”.

Pertanto la classificazione dell’area di studio ai sensi del DPGR 5R/2020 è la seguente (vedi Appendice 20):

PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE ELEVATA (S.3): (...) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna.

4.5. FATTIBILITÀ AI SENSI DEL DPGR 5/R/2020

In funzione delle pericolosità individuate vengono di seguito riportate i criteri generali di fattibilità ai sensi del DPGR 5/R/2020.

4.5.1. FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Nelle aree caratterizzate da **PERICOLOSITÀ GEOLOGICA MEDIA (G.2)** le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

4.5.2. FATTIBILITÀ RISCHIO ALLUVIONI

Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla LR 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.

La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell’articolo 8, comma 1 della LR 41/2018.

Nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla LR 41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all’articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l’utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici.

In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti.

Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l’evento alluvionale l’incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l’utilizzo dell’elemento esposto in fase di evento. Durante l’evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e

alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Nelle aree di fondovalle poste in situazione morfologica sfavorevole, la fattibilità degli interventi è condizionata alla realizzazione di studi idraulici finalizzati all'aggiornamento e riesame delle mappe di pericolosità di alluvione di cui alla LR 41/2018.

Nello specifico l'area si trova in pericolosità da alluvioni P1 - Pericolosità bassa ($T_r > 200$ anni) ai sensi del PGRA per cui non è soggetta a quanto disposto dalla LR 41/2018.

Si consiglia comunque di sopraelevare il piano di calpestio dei fabbricati e delle strutture di almeno di 40 cm.

4.5.3. FATTIBILITÀ SISMICA

Nelle aree caratterizzate da **PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE ELEVATA (S.3)**, in sede di piano attuativo o, in sua assenza, dei progetti edilizi, sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti: (...) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella sismica a rifrazione o riflessione.

5. VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ PAESAGGISTICA

5.1. VERIFICA DELLA PRESENZA DI AREE BOSCADE TUTELATE AI SENSI DELL'ART. 142, C.1, LETT. G) DEL D. LGS 42/2004 E S.M.I.

Rimandando al documento **INS-RT-020** per ulteriori dettagli, è stata effettuata una valutazione di dettaglio della presenza del bosco ai sensi dell'art. 142, c.1, lett. g) del D.lgs. 42/2004 e s.m.i., perché la cartografia predisposta per il P.O. del Comune di Terricciola seppur di maggior dettaglio rispetto a quella del PIT-PPR, riveste anch'essa carattere ricognitivo, sia per la scala in cui viene redatta (scala 1: 10.000), sia per le variazioni che può subire, dato che il bosco è un bene paesaggistico che, per sua natura, è soggetto a trasformazioni.

Lo stesso P.O. prevede infatti la possibilità, in caso di interventi in aree che rientrano nel perimetro del bosco, di accertare, attraverso una relazione tecnica ed una cartografia di maggior dettaglio redatta da professionista abilitato, l'effettiva presenza del bosco con una diversa perimetrazione. Preliminarmente sono stati effettuati dei rilievi plano-altimetrici dell'area di intervento da parte di Getas Petrogeo S.r.l., mediante GNSS e UAS in data 10/01/2025.

L'elaborazione è stata eseguita con tecnica "Structure from motion", basandosi su 6 GCP a terra (Ground Control Points). Nella restituzione, in formato dwg, sono state classificate piante, edifici e infrastrutture, allo scopo di discriminare il dato relativo al terreno. I rilievi da drone hanno restituito una base planimetrica vettoriale dello stato dei luoghi, più aggiornata e di maggior dettaglio rispetto alla CTR 10K utilizzata per le indagini di P.O. comunale. I rilievi da drone hanno restituito una base planimetrica vettoriale dello stato dei luoghi, più aggiornata e di maggior dettaglio rispetto alla CTR 10K utilizzata per le indagini di P.O. comunale. Grazie ai rilievi da drone è stato possibile inoltre ottenere un'ortofoto in alta definizione dello stato attuale.



Figura 5.1/1 – Ortofoto in alta definizione dello stato attuale dell'area

I rilievi sopra descritti, insieme ai sopralluoghi effettuati nel mese di Gennaio 2025, hanno potuto confermare che la vegetazione ripariale presente nei pressi dell'area di intervento non costituisce bosco ai sensi dell'art. 142, c.1, lett. g) del D.lgs. 42/2004 e s.m.i., in quanto non risponde ai criteri di cui all'Elaborato 7B del PIT-PPR, ovvero non ha le caratteristiche di cui all'art.3, c.1 e c.4, della L.R. 39/2000, perché si tratta di aree di larghezza inferiore a 20 metri, misurata al piede delle piante di confine.

Dai sopralluoghi effettuati risulta che la vegetazione ripariale del fosso è rappresentata da alcune piante di pioppo con il piede all'interno del fosso stesso, con chioma rada e secca nelle parti distali, con tronco ed a volte rami coperti da edera (*Hedera helix*), che certamente non ha i requisiti di legge per poter essere definita "bosco". Infatti, gli alberi sono disposti generalmente in un filare unico irregolare, con qualche esemplare costituito da più tronchi o alberi singoli che escono dalla fila, raggiungendo, in questi ultimi casi, la larghezza media, misurata al piede delle piante di confine (ai sensi dell'art. 3 della LR. 39/2000), di 5-10 m.; mai si raggiungono i 20 m. Sono presenti, sempre all'interno del fosso, rare piante di querciole di dimensioni arbustive, nella porzione sud, al di fuori del perimetro dell'area di intervento.

6. DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO

Si rimanda al documento **PEL-RT-021** per i dettagli, di seguito si riporta una sintesi delle opere di progetto previste.

Fabbricati

I fabbricati sono costituiti da un, composto da un locale comando e controllo e telecomunicazioni; un locale controllo aerogeneratori; un locale per i trasformatori MT/BT, un locale quadri MT ed un locale misure e rifasamento. Il pavimento potrà essere realizzato di tipo flottante con area sottostante adibita al passaggio cavi.

Nella stazione sarà realizzato un edificio in muratura (edificio quadri e comando e controllo) a pianta rettangolare di dimensioni esterne 29.5 x 6.75 m circa, con altezza fuori terra di ca. 3 m. La superficie coperta sarà di ca. 200 m² e la cubatura totale di ca. 600 m³.

La copertura di tutti gli edifici sarà a tetto piano e opportunamente coibentata e impermeabilizzata; gli infissi saranno in alluminio anodizzato naturale.

La superficie occupata dalla stazione elettrica è di circa 1.500 m².

Non è prevista la presenza di personale in stazione, poiché essa sarà telecontrollata.

Strade e piazzole

Le strade interne all'area della stazione saranno asfaltate e con una larghezza non inferiore a 4 m, le piazzole per l'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT.

L'ingresso alla stazione avrà una larghezza non inferiore ai 7 m.

Fondazioni e cunicoli cavi

Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in stazione, sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; per le sbarre e per le apparecchiature, con l'esclusione degli interruttori, potranno essere realizzate anche fondazioni di tipo prefabbricato con caratteristiche, comunque, uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera. Le caratteristiche delle fondazioni sono riportate nei disegni allegati.

Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV con resistenza di 2000 daN.

I cunicoli per cavetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza di 5000 daN.

Smaltimento acque reflue e fognarie

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.).

Lo smaltimento delle acque meteoriche è regolamentato dagli enti locali; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà essere in semplice tubo, da collegare alla rete fognaria mediante sifone o pozzetti ispezionabili, da un pozzo perdente, da un sistema di sub-irrigazione o altro.

Ingressi e recinzioni

Il collegamento dell'impianto alla viabilità ordinaria sarà garantito dalla adiacente strada di accesso alla stazione elettrica esistente, avente caratteristiche idonee per qualsiasi tipo di mezzo di trasporto su strada.

Per l'ingresso alla stazione, è previsto un cancello carrabile largo m 7,00 di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

La recinzione perimetrale deve essere conforme alla norma CEI 99-2.

Illuminazione

L'illuminazione della stazione sarà realizzata con pali tradizionali di tipo stradale, con proiettori orientabili.

Essa sarà compatibile con la normativa contro l'inquinamento luminoso, in quanto sarà utilizzata per i corpi illuminanti la tecnologia led, e le lampade saranno orientate in modo che la parte attiva sia parallela alla superficie del terreno.

L'apparecchio illuminante scelto per l'illuminazione dell'area esterna della stazione di utenza è un proiettore IP66 in doppio isolamento (classe II) con lampade a LED ed ottica asimmetrica da 104W tipo Indio della Disano o modello equivalente posto sulla sommità del palo e con inclinazione parallela al terreno. Quindi, la morsettiera a cui saranno attestati i cavi dovrà essere anche essa in classe II e i pali utilizzati, se metallici, non dovranno essere collegati a terra.

L'impiego degli apparecchi a LED rispetto a quelli di tipo tradizionale, a parità di valori illuminotecnici da raggiungere nelle varie aree, comporta potenze di installazione minori per singolo corpo illuminante (favorendo quindi il risparmio energetico) e costi di manutenzione ridotti, grazie alla lunga aspettativa di vita e durata dei LED.

Movimenti di terra

I rilievi effettuati sull'area in oggetto, evidenziano che il terreno, dove dovrà sorgere la nuova stazione, è pianeggiante; per cui non sono da prevedere movimenti di terra se non di trascurabile entità.

Di seguito si riportano alcune elaborati grafici di progetto della Stazione di utenza.

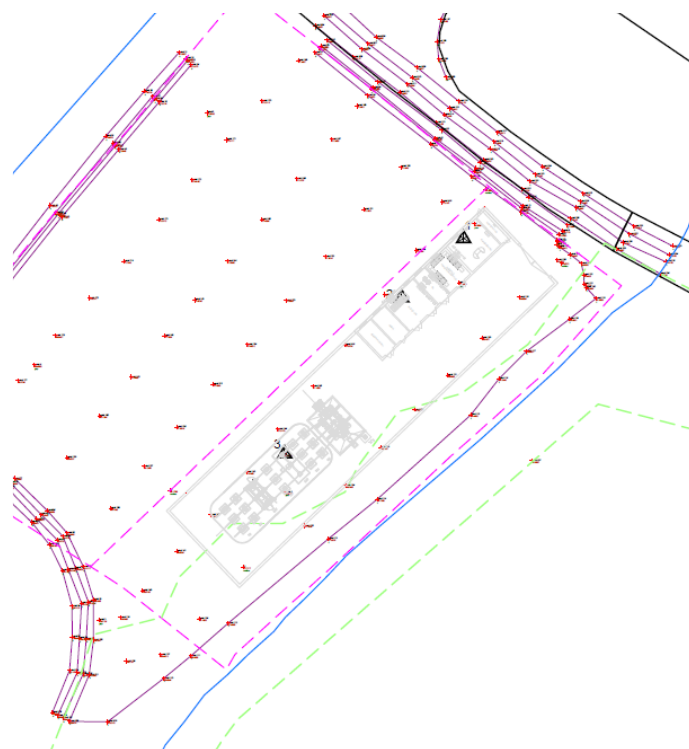


Figura 6/1 – Stato di progetto – planimetria generale

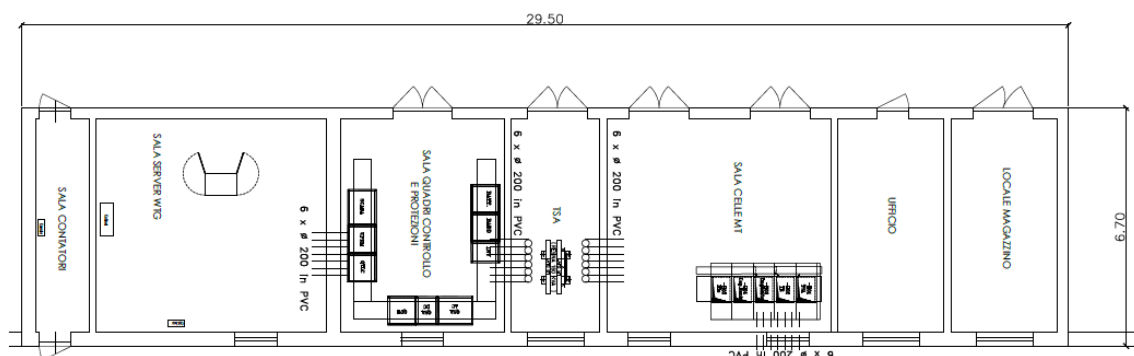


Figura 6/2- Stato di progetto – dettaglio fabbricato edifici quadri comando e controllo

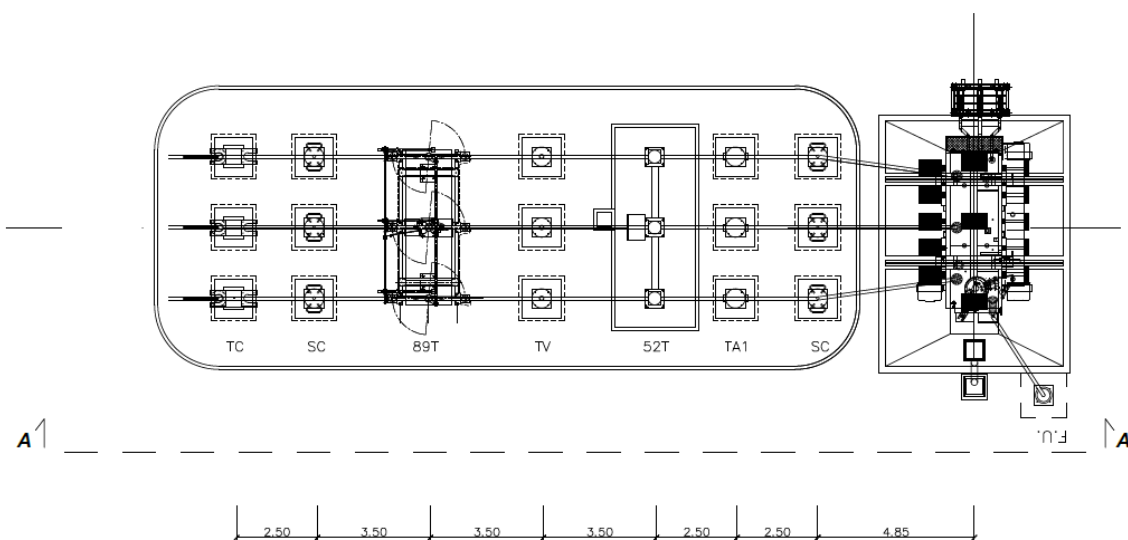


Figura 6/3 - Stato di progetto – dettaglio impianto

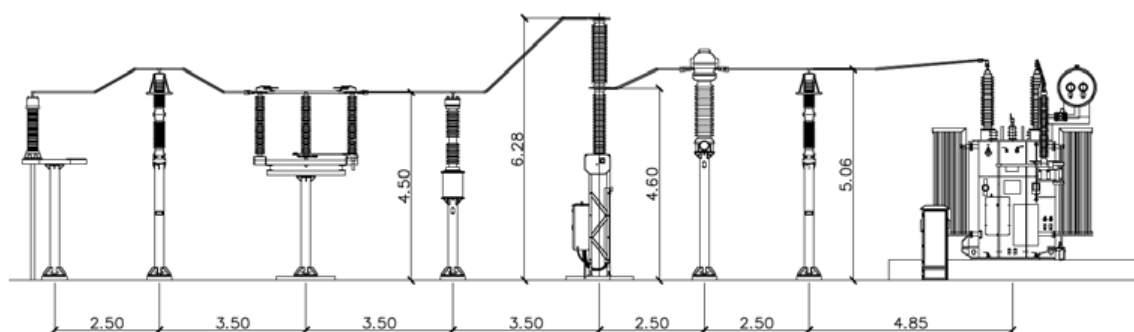


Figura 6/4 - Stato di progetto – Sezione AA

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

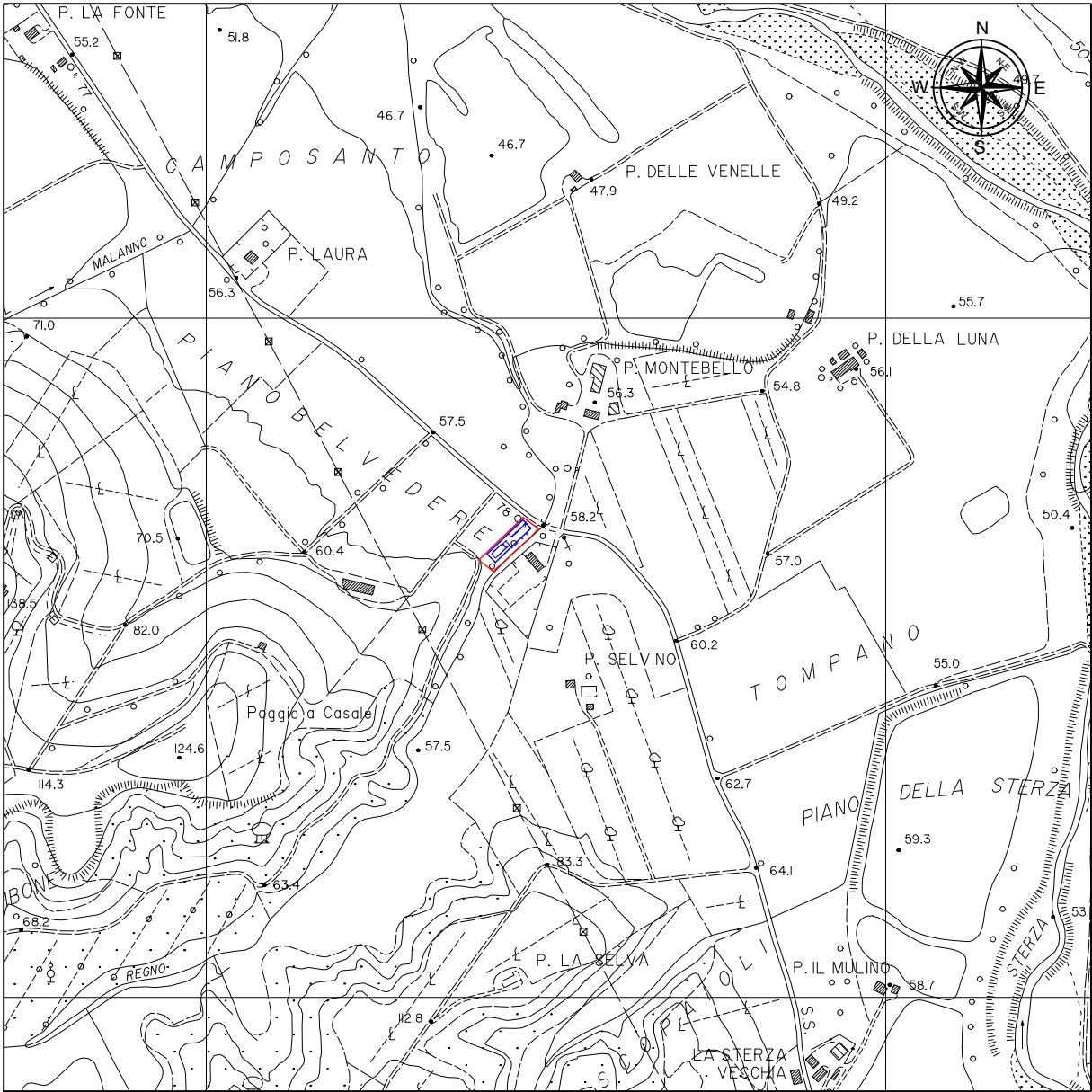
L'insieme delle indagini eseguite descritte nel documento **GEO-RT-020**, i dati raccolti e le valutazioni paesaggistiche e sulla presenza di vincoli, hanno permesso di concludere che il sito indagato risulta idoneo dal punto di vista geologico, geotecnico ed idrogeologico alla realizzazione dell'intervento e alla variazione di destinazione d'uso. L'area interessata dall'intervento risulta morfologicamente stabile e risulterà tale anche a seguito dell'intervento di progetto.

Anche se l'intervento non interessa aree boscate tutelate ai sensi dell'art. 142, c.1, lett. g) del D.lgs. 42/2004 e s.m.i., data la natura e la tipologia delle opere in progetto, si prevede la messa in atto di alcune semplici misure di mitigazione di carattere ambientale, al fine di tutelare l'area dal rischio incendi ai sensi dell'art. 29.9 del PTCP della Provincia di Pisa:

- Taglio degli alberi di pioppo presenti nel raggio di 50 ml; in alternativa taglio dei rami e dei fusti (soprattutto delle piante policormiche e quindi più fragili) che si protendono verso l'impianto;
- Taglio periodico della vegetazione arbustiva ed erbacea presente nel fosso;
- Previsione di lavorazioni meccaniche periodiche del terreno per almeno 10 ml dall'impianto rivolte a garantire che rimangano libere da vegetazione.

Si ritiene non opportuno prevedere quinte verdi con funzione di schermo paesaggistico perché potrebbero rappresentare un pericolo di incendio

Appendice n° 1



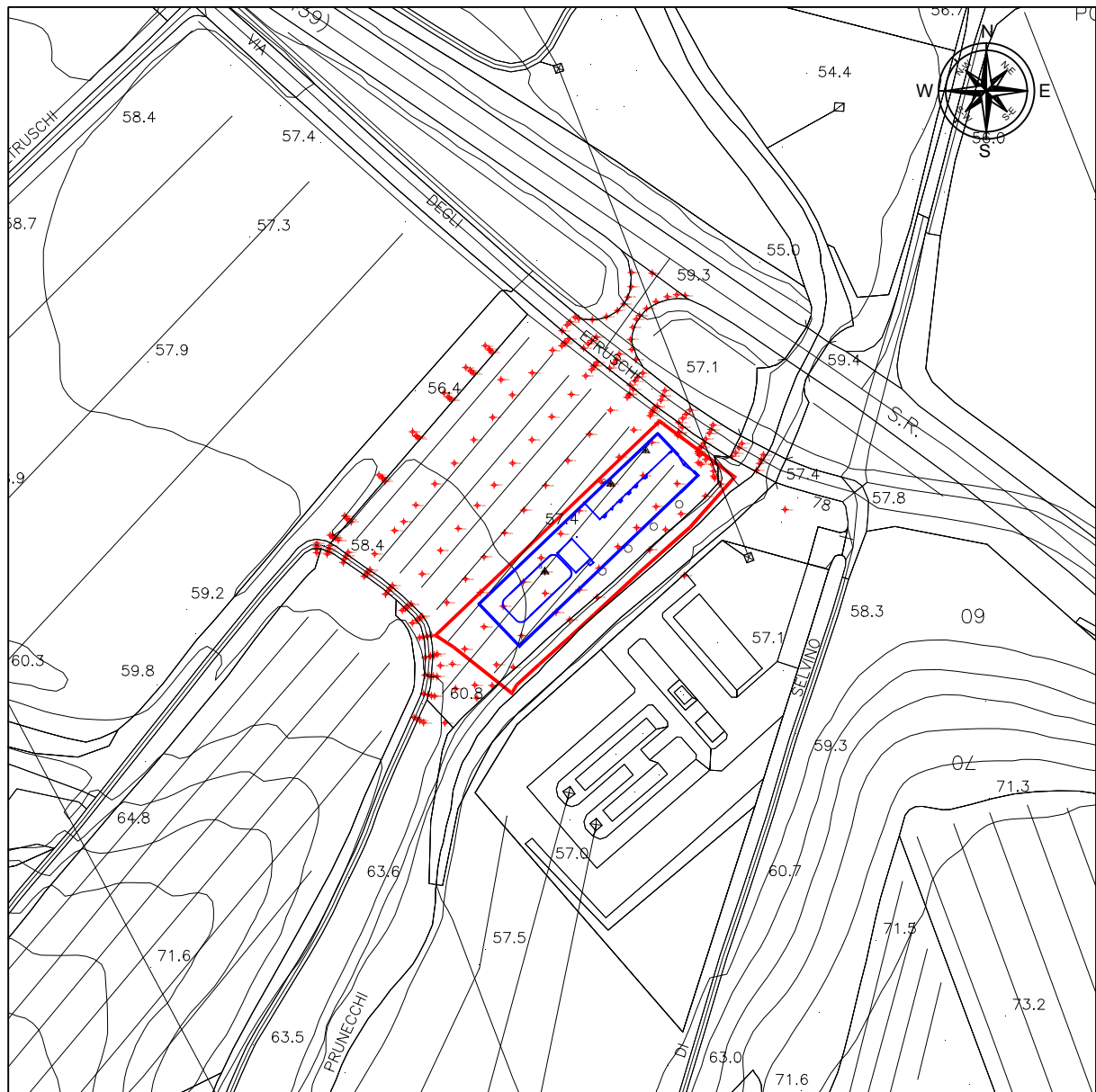
UBICAZIONE - Scala 1:10.000

LEGENDA




Area di intervento

Appendice n° 2

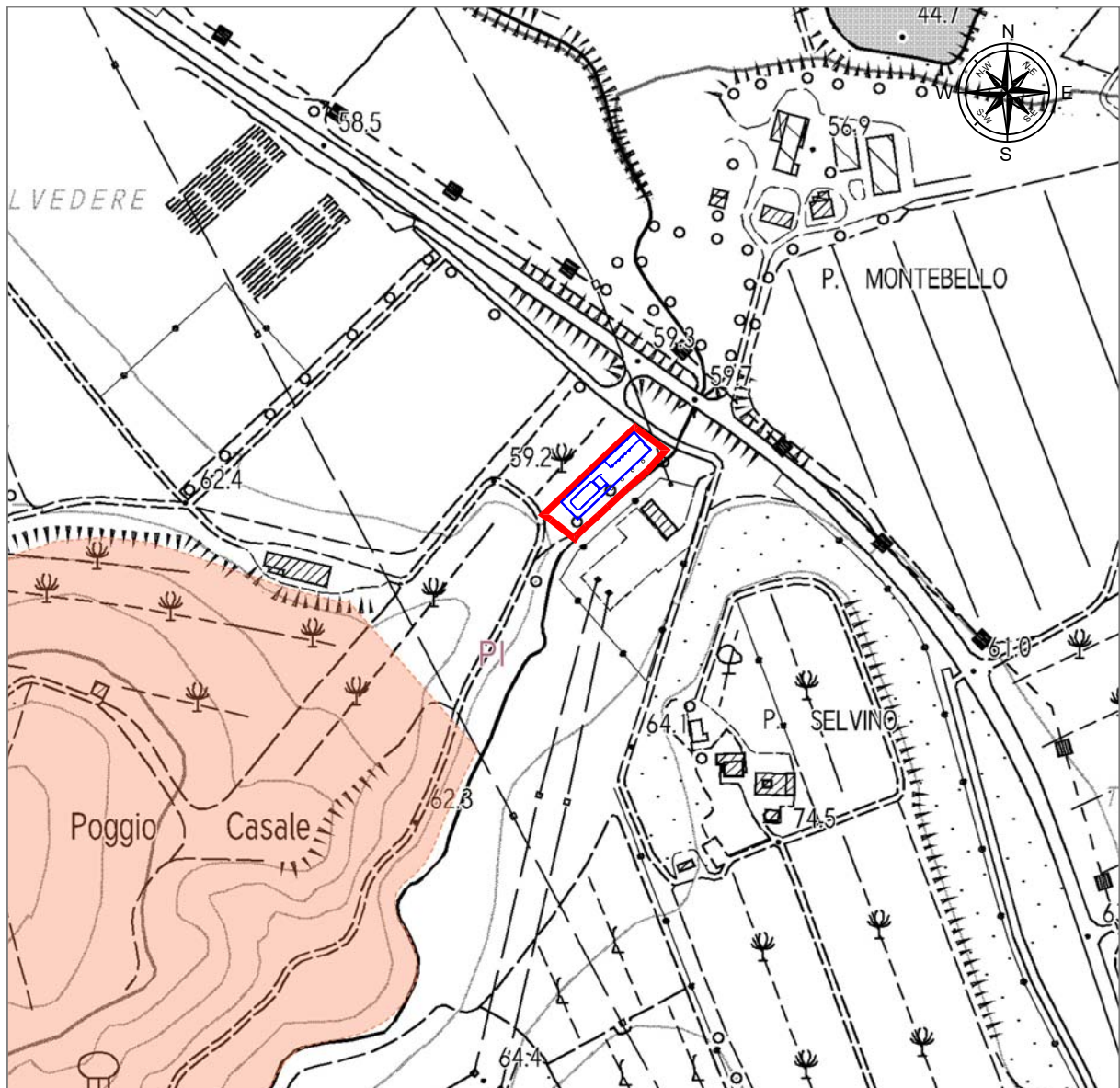


PLANIMETRIA INTERVENTO - RILIEVO PLANIMETRICO - Scala 1:2.000

LEGENDA

 Area di intervento

Appendice n° 3



VINCOLO IDROGEOLOGICO - Scala 1:5.000 - Estratta da SITA – Vincolo idrogeologico
<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/idrogeol.html>

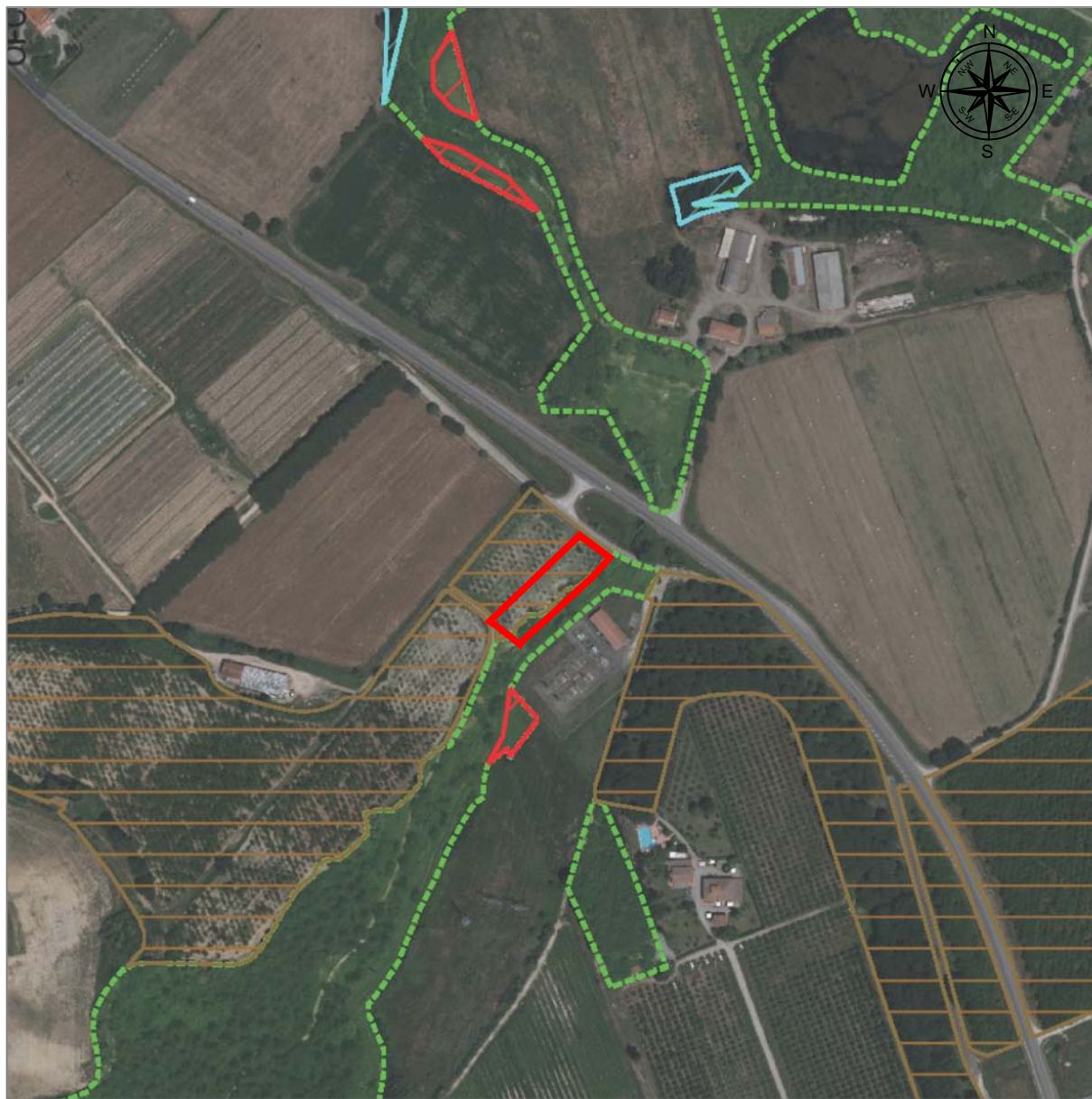
LEGENDA

Regio Decreto 3267/1923 (Fonte Amministrazioni Provinciali)



 Area di intervento

Appendice n° 4









VERIFICA DELLE AREE BOScate - Scala 1:5.000

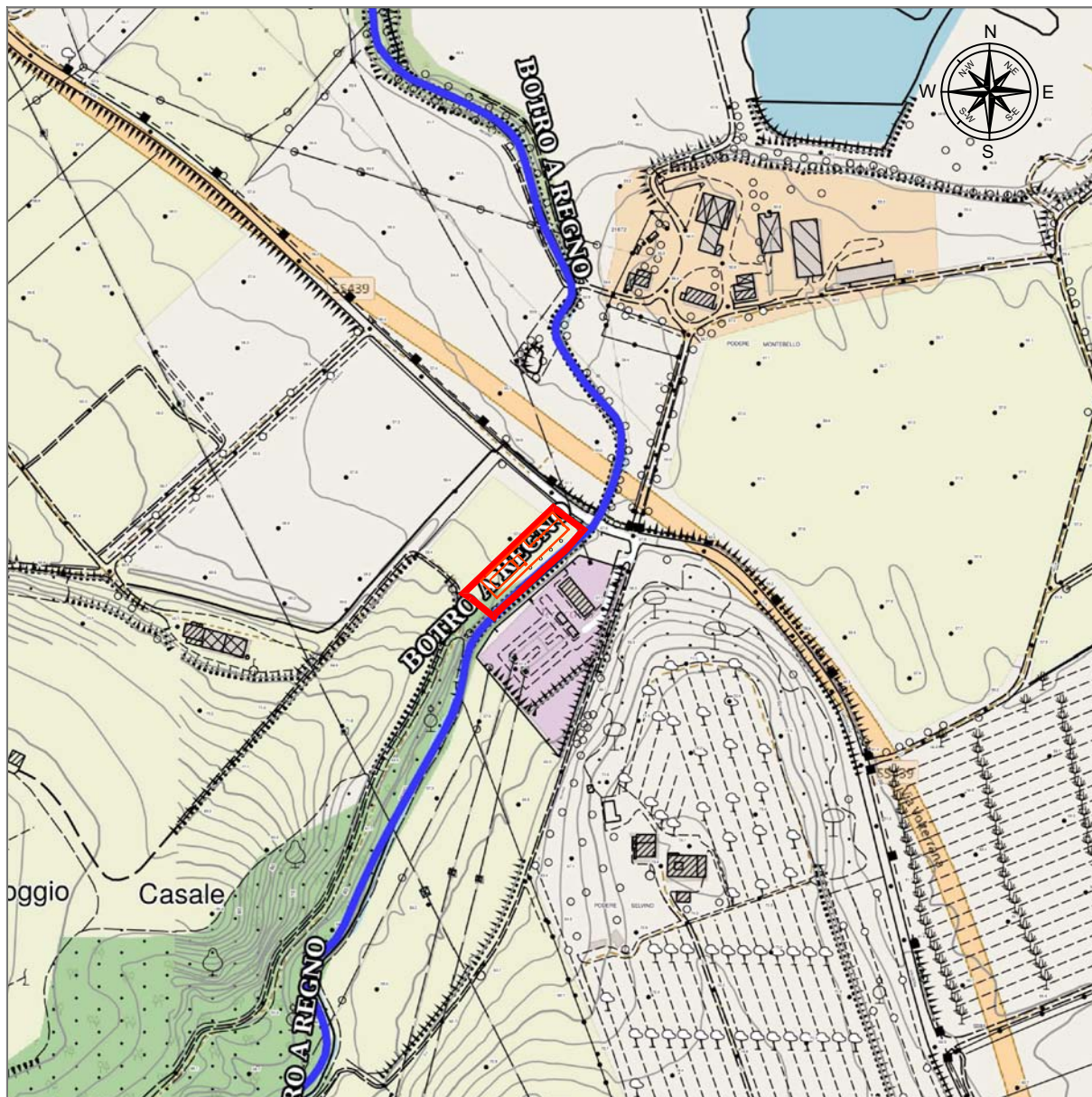
Estratta da Piano Operativo del Comune di Terricciola approvato con DCC n. 38 del 17 luglio 2023

https://enti.digitech-group.com/terricciola/allegati_delibera_cc_approvazione.7z

LEGENDA

-  Confini comunali
-  Aree boscate da cartografia PIT/PPR
-  Aree non assimilabili a bosco
-  Aree boscate da aggiungere
-  Arboricoltura da legno
-  Area di intervento

Appendice n° 5



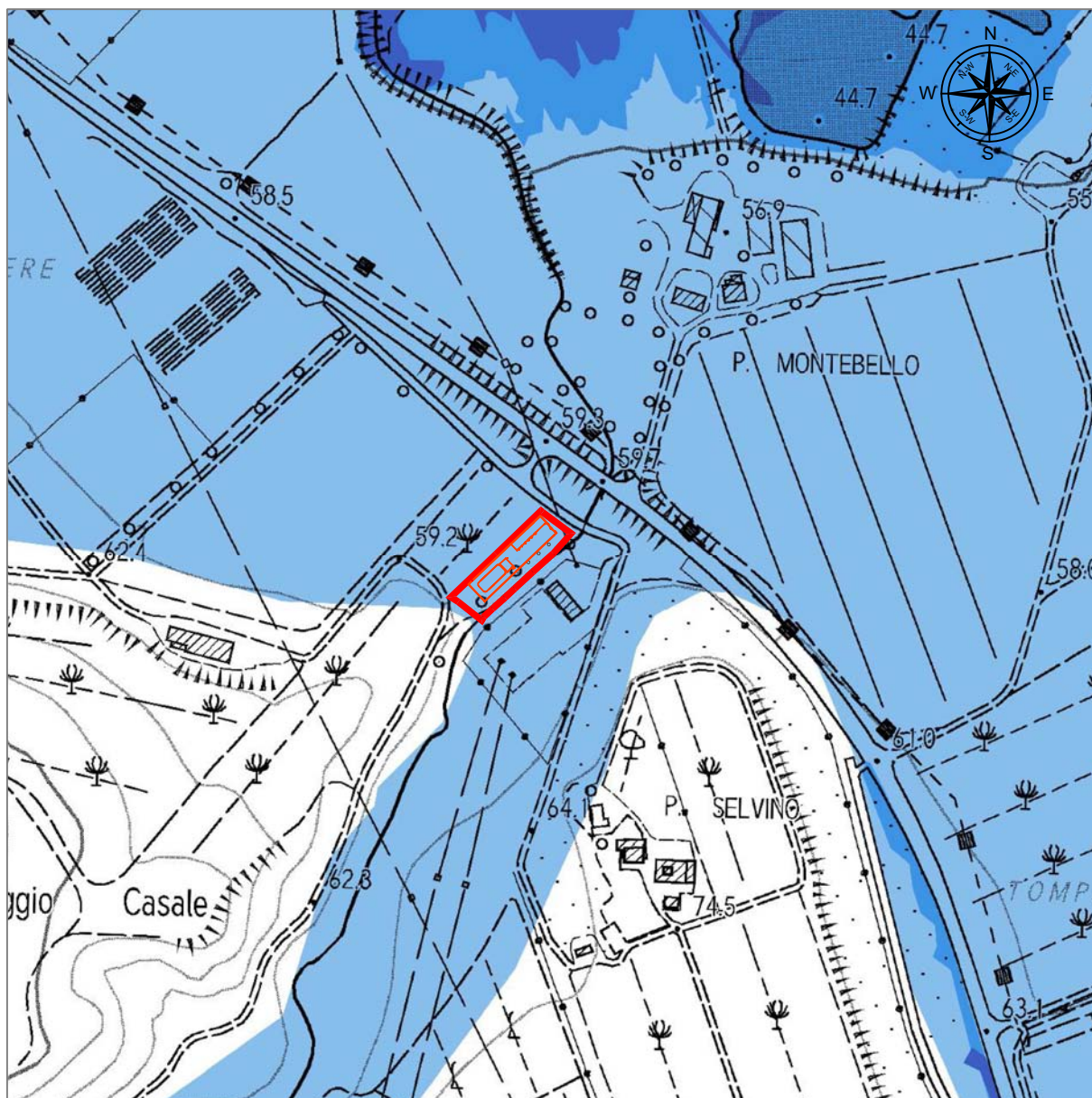
RETICOLO IDROGRAFICO L.R. 79/2012 - Scala 1:5.000 - Estratta da Reticolo Enti Gestori - Consorzio LaMMA
https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/openlayers/265

LEGENDA

Ret. gestione aggiornato con DCR 25/2024

- Tratto in gestione
- Area di intervento

Appendice n° 6



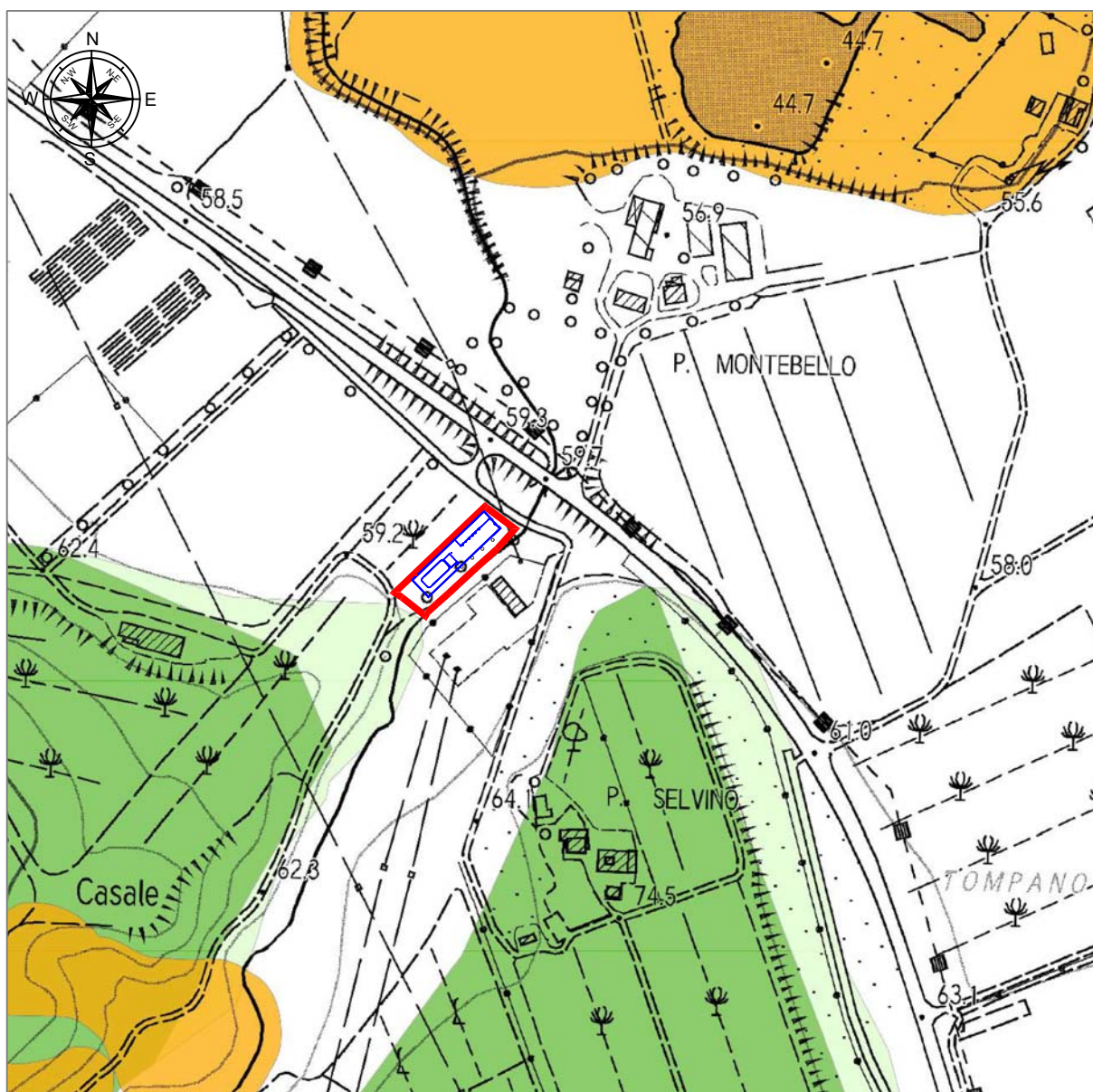
MAPPA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE FLUVIALE (PGRA) - Scala 1:5.000
Estratta da AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE
https://www.appenninosettentrionale.it/itc/?page_id=5262

LEGENDA

- P1 - Pericolosità bassa ($Tr > 200$ anni)
- P2 - Pericolosità media ($30 < Tr \leq 200$ anni)
- P3 - Pericolosità elevata ($Tr \leq 30$ anni)

Area di intervento

Appendice n° 7



PERIMETRAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITA' DA FRANA - Scala 1:5.000
Estratta da PIANO DI BACINO DEL FIUME ARNO stralcio "ASSETTO IDROGEOLOGICO"
https://www.appenninosettentrionale.it/itc/?page_id=3487

LEGENDA

Aree con propensione al dissesto

PF1 - bassa

PF2 - media

Aree con pericolosità da frana

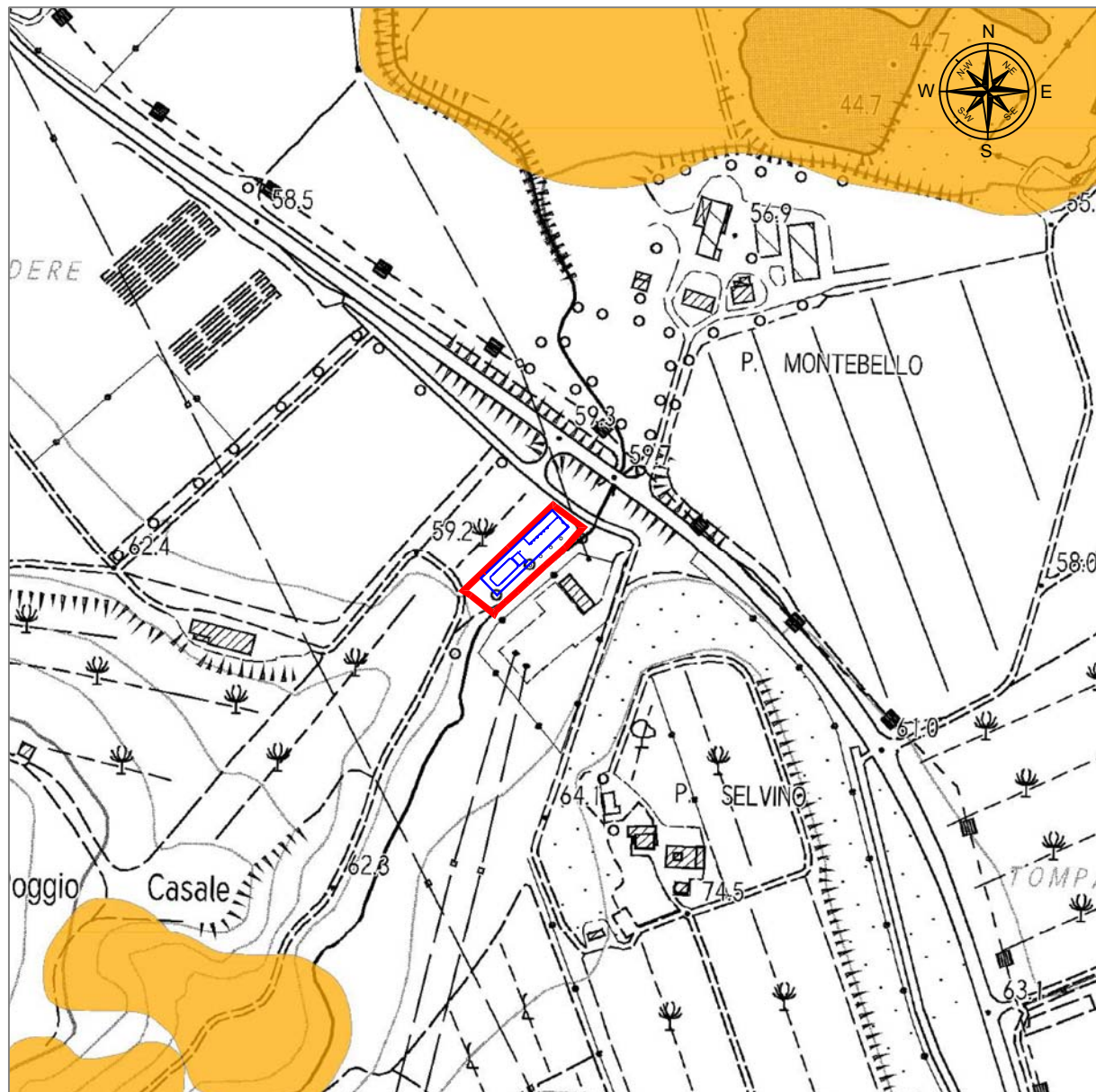
PF2 - media

PF3 - elevata

PF4 - molto elevata

Area di intervento

Appendice n° 8







PAI - DISSESTI GEOMORFOLOGICI - Scala 1:5.000

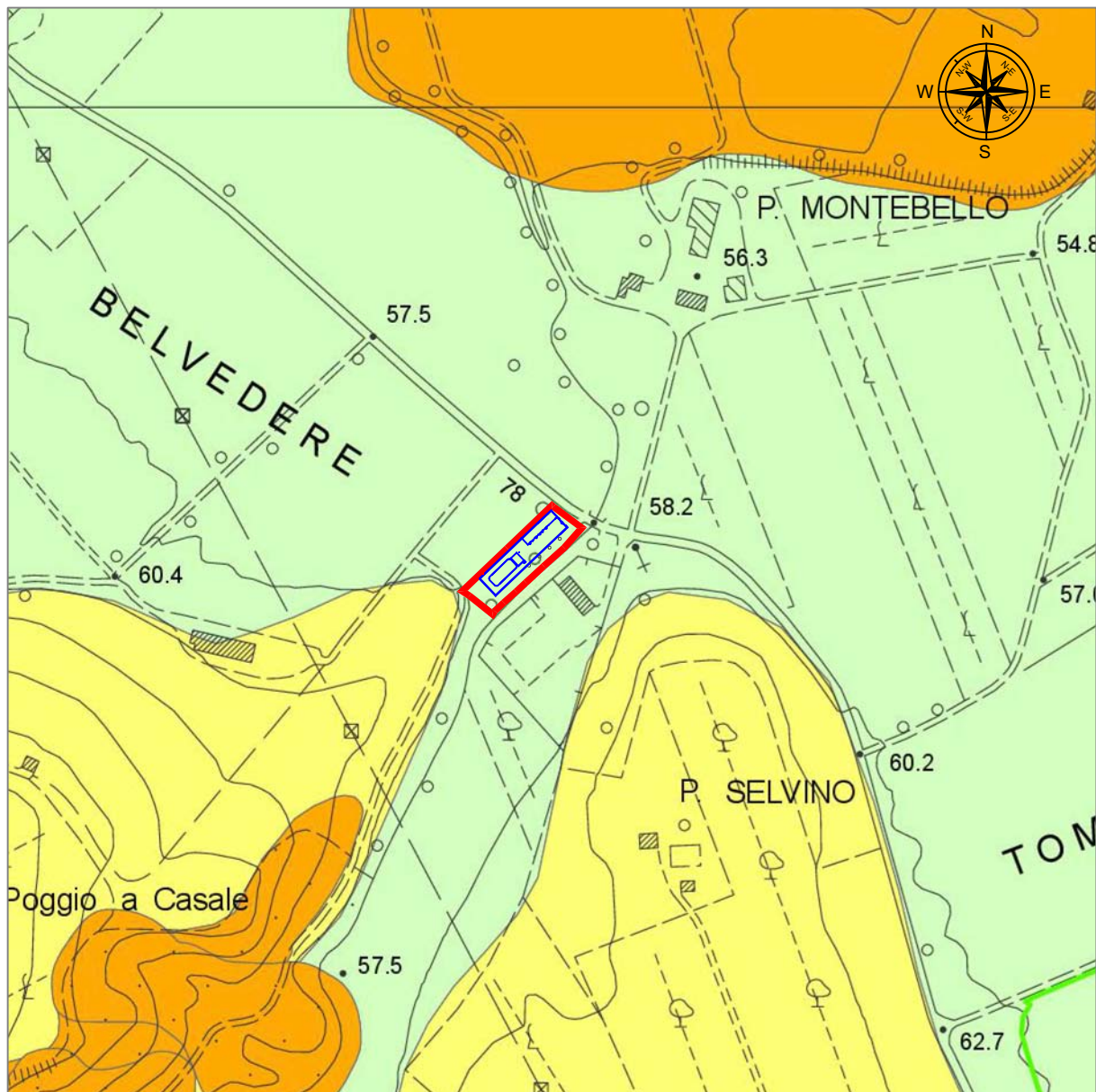
Estratta da AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE adottato con CIP n. 39 del 28/03/2024

https://www.appenninosettentrionale.it/itc/?page_id=3487

LEGENDA

-  P3a Pericolosità elevata tipo a
-  P3b Pericolosità elevata tipo b
-  P4 Pericolosità molto elevata
-  Area di intervento

Appendice n° 9



CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA - Scala 1:5.000

Estratta da Piano Operativo del Comune di Terricciola approvato con DCC n. 38 del 17 luglio 2023

https://enti.digitech-group.com/terricciola/allegati_delibera_cc_approvazione.7z

LEGENDA

G.4

Pericolosità geologica molto elevata – aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi e da aree definite ad elevata pericolosità nel quadro conoscitivo di P.S.

G.3

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

G.2

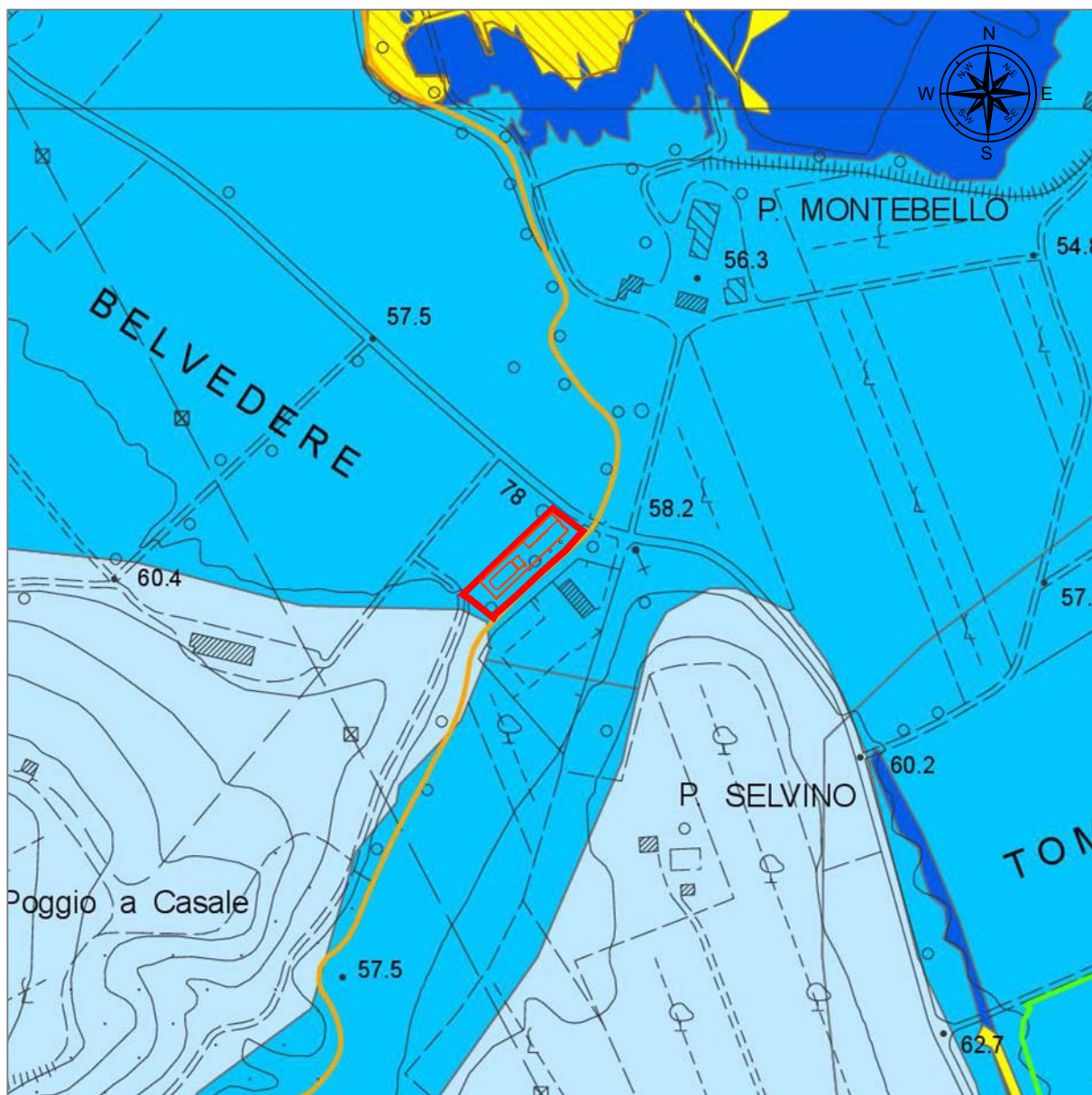
Pericolosità geologica media – aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori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

G.1

Pericolosità geologica bassa – aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori preponderanti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

— Area di intervento

Appendice n° 10









CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA - Scala 1:5.000

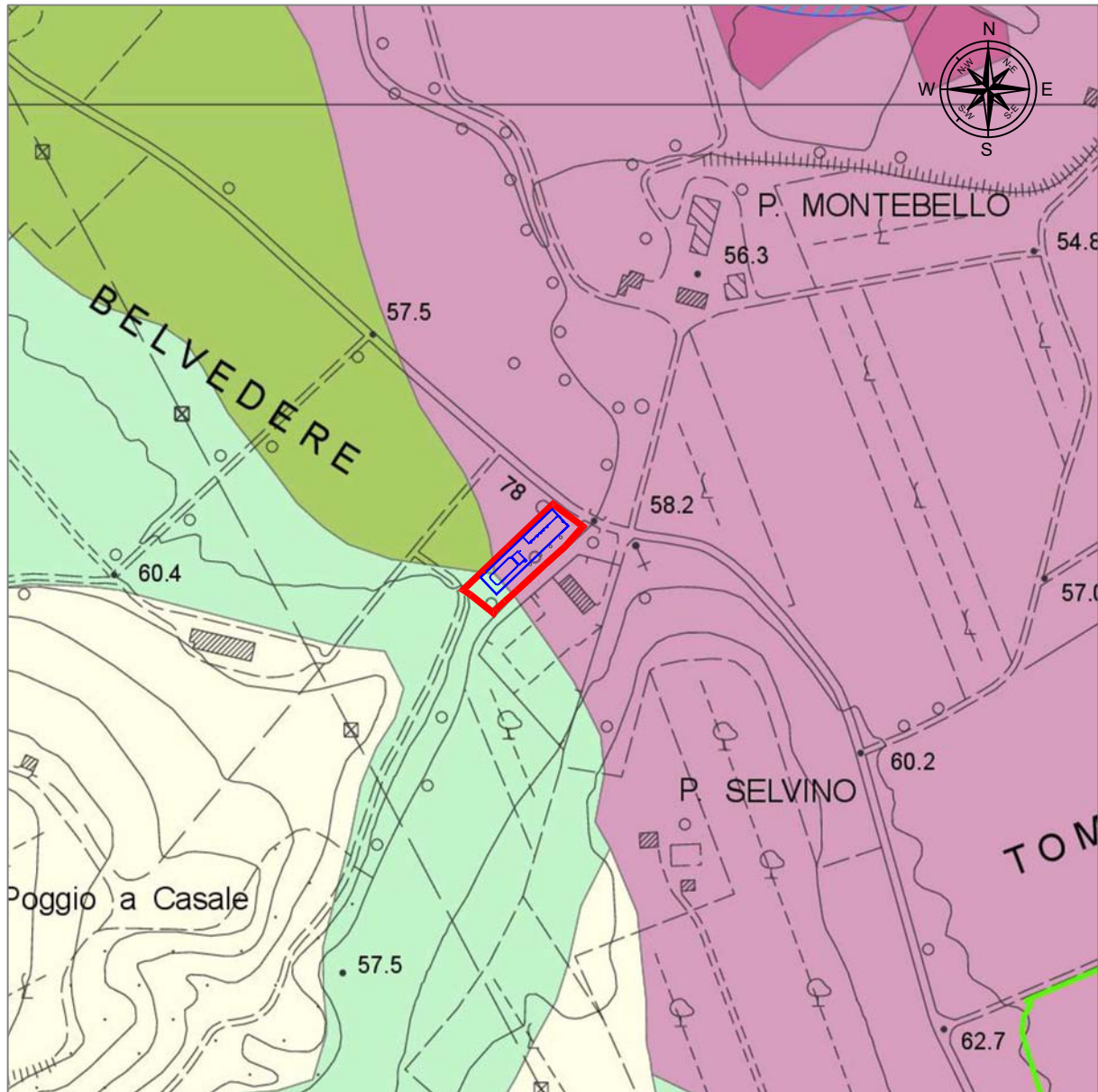
Estratta da Piano Operativo del Comune di Terricciola approvato con DCC n. 38 del 17 luglio 2023

https://enti.digitech-group.com/terricciola/allegati_delibera_cc_approvazione.7z

LEGENDA

-  I4 - Pericolosità idraulica molto elevata
-  I3 - Pericolosità idraulica elevata
-  I2 - Pericolosità idraulica media
-  I1 - Pericolosità idraulica bassa
-  Interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico
(Tratto da: Piano di Bacino stralcio - Riduzione Rischio Idraulico - fiume Arno)
-  Area di intervento

Appendice n° 11



CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA - Scala 1:5.000

Estratta da Piano Operativo del Comune di Terricciola approvato con DCC n. 38 del 17 luglio 2023

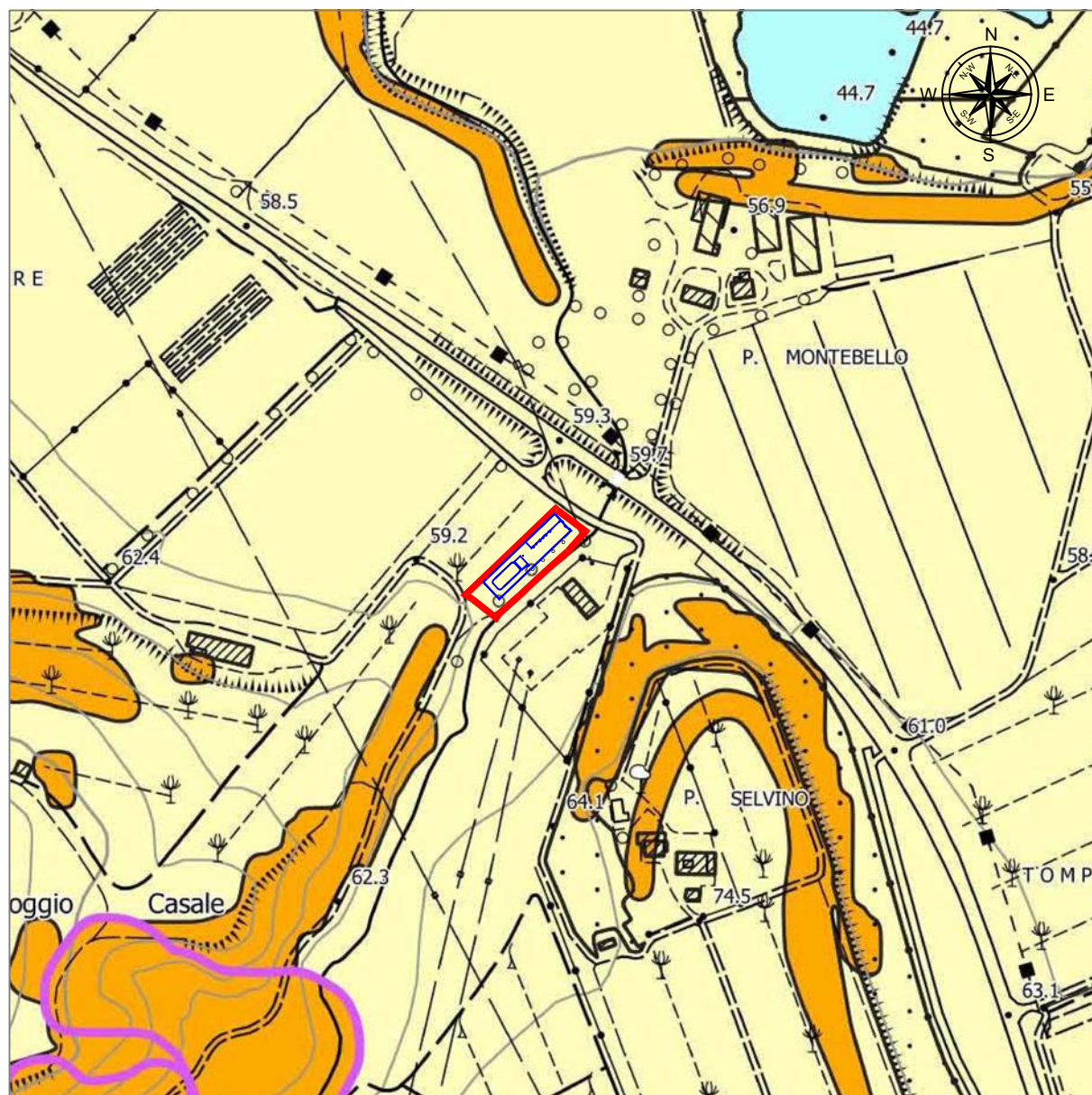
https://enti.digitech-group.com/terricciola/allegati_delibera_cc_approvazione.7z

LEGENDA

- 1** **CLASSE 1** - vulnerabilità intermedia: riguarda le aree in cui la risorsa idrica considerata non è presente, essendo i terreni praticamente privi di circolazione idrica sotterranea, per cui gli eventuali inquinanti raggiungono direttamente la zona acque superficiali o ristagnano sul terreno; in essa ricadono: a) esempio i complessi massivi e argillosi e alcuni complessi sedimentari metamorfici;
- 2** **CLASSE 2** - vulnerabilità bassa: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è apparentemente non vulnerabile, in base a caratteristiche riguardanti la natura degli eventuali acquiferi e quella dei terreni di copertura, ma per cui permangono margini di incertezza dovuti a diversi fattori, quali la scarsa disponibilità di dati, la non precisa definizione delle connessioni idrogeologiche, e simili, corrisponde, altresì alle situazioni in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda superiori a 30 giorni; in essa ricadono corpi idrici multifalda caratterizzati dalla presenza o assenza tra falde e diversa ma comunque bassa permeabilità non completamente definita o scarsa idrogeologica, terreni a bassa permeabilità sottili o fessili con pendici superiori al 20 per cento o con paccottina media profonda, terreni alluvionali in vallate secondarie in cui non si rilevano indizi certi di circolazione idrica e con bacino di alimentazione caratterizzato in affioramento da litologie argillose sabbiose;
- 3** **CLASSE 3** - vulnerabilità media: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantire la salvaguardia; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 15 ed i 30 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali, localmente permeabili con falda prossima al piano campagna, da falde idriche in materiali a medio-bassa permeabilità con paccottina depressa per cause naturali, da falde idriche spesso sospese arretrate in terreni alluvionali non direttamente connessi con gli acquiferi principali ovvero in estesi corpi idrici pedocollari, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità e le zone interessate da falde idriche arretrate in complessi idrici sufficientemente estesi o con evidenze di circolazione idrica;
- 3A** **Sottoclasse 3a**: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione medio-basso; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle di falda libere in materiali alluvionali, localmente permeabili con livelli paccottati prossimi al piano campagna, quelle di ricarica di acquiferi confinati a bassa permeabilità, quelle considerate in contatto alluvionali aridici costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, quelle a permeabilità medio-alta ma con superficie idrica depressa per cause naturali, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni idrici a media permeabilità, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni scisti o di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco permeabili;
- 3B** **Sottoclasse 3b**: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione medio-alto; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle di ricarica di acquiferi confinati a media permeabilità, quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali molto permeabili con falda prossima al piano campagna, quelle considerate in contatto alluvionali aridici costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni idrici altamente permeabili, le zone di affioramento di terreni scisti o permeabili arretrate con sufficiente estensione e ricarica, le zone di infiltrazione in terreni a permeabilità medio-alta, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie molto permeabili;
- 4** **CLASSE 4** - vulnerabilità elevata: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è esposta, cioè in cui si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di eventuali inquinanti; in essa ricadono zone di ricarica di acquiferi confinati ad alta permeabilità, zone di avveo o di piena morfologicamente depressa nelle quali la falda è esposta e protetta soltanto da argilla spessa di sedimenti, zone nelle quali, per cause naturali o per azioni antropiche, si verifica una alimentazione indotta con acque facilmente contaminabili nelle falde fresche e semiconfinite, zone interessate da rete acquifera in materiali carboniferi a cuneo completo ed altamente sviluppate, zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie molto permeabili, zone di cava con falda esposta nelle pianure alluvionali;
- 4A** **Sottoclasse 4a**: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle di ricarica di acquiferi confinati a media permeabilità, quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali molto permeabili con falda prossima al piano campagna, quelle considerate in contatto alluvionali aridici costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni idrici altamente permeabili, le zone di affioramento di terreni scisti o permeabili arretrate con sufficiente estensione e ricarica, le zone di infiltrazione in terreni a permeabilità medio-alta, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie molto permeabili;
- 4B** **Sottoclasse 4b**: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è esposta, cioè in cui si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di eventuali inquinanti; in essa ricadono zone di ricarica di acquiferi confinati ad alta permeabilità, zone di avveo o di piena morfologicamente depressa nelle quali la falda è esposta e protetta soltanto da argilla spessa di sedimenti, zone nelle quali, per cause naturali o per azioni antropiche, si verifica una alimentazione indotta con acque facilmente contaminabili nelle falde fresche e semiconfinite, zone interessate da rete acquifera in materiali carboniferi a cuneo completo ed altamente sviluppate, zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie molto permeabili, zone di cava con falda esposta nelle pianure alluvionali;

Area di intervento

Appendice n° 12



CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA - Scala 1:5.000

Estratta da Piano Strutturale Intercomunale del Comune di Terricciola adottato con DCC n. 28 del 08 giugno 2023

<https://comune.peccioli.pi.it/uploads/files/PU/elab-geologici.rar>

LEGENDA

Classi di pericolosità geologica ai sensi del DPGR 30/01/2020 n.5/R

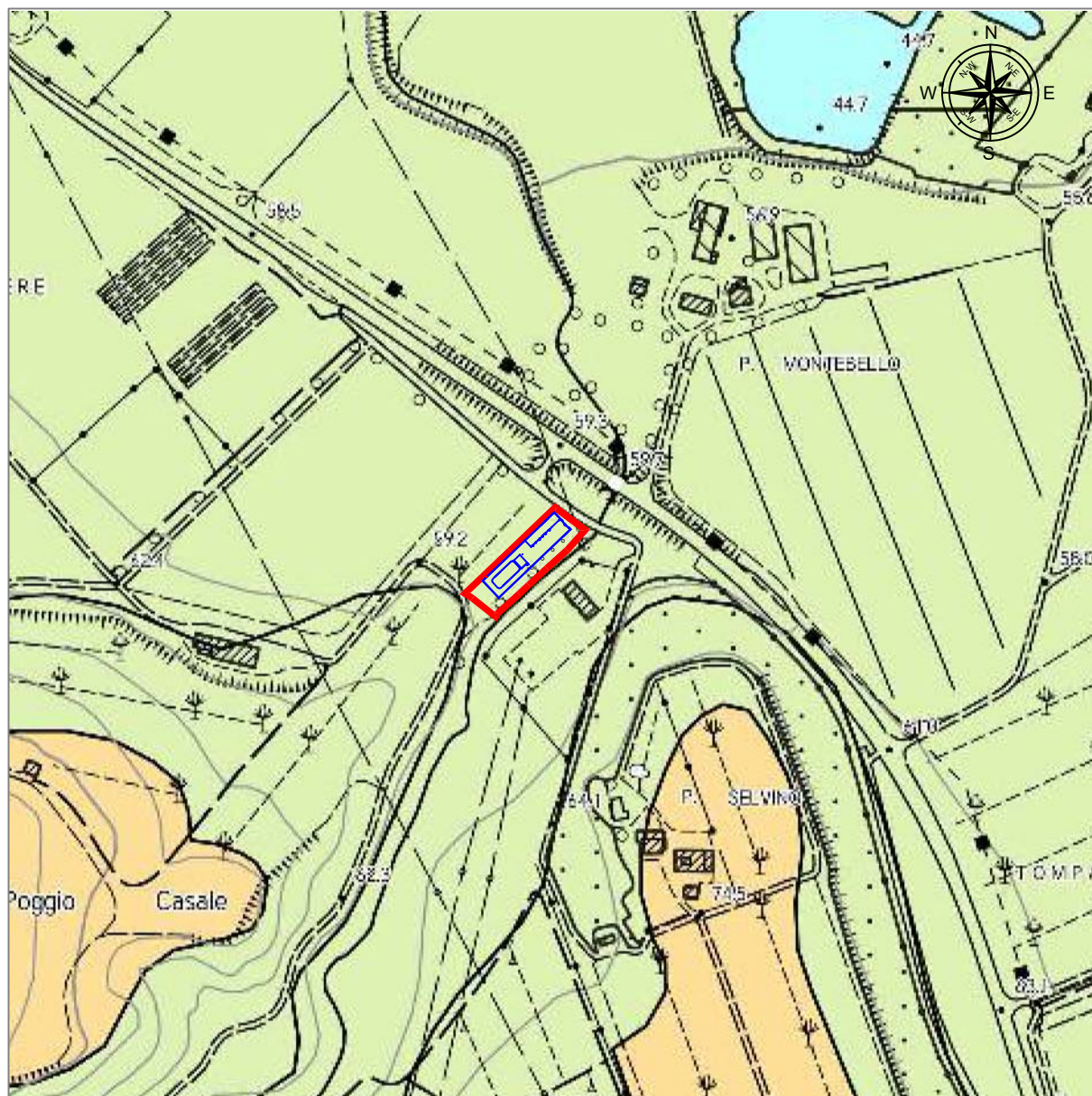
- Classe G4 - pericolosità molto elevata
- Classe G3 - pericolosità elevata
- Classe G2 - pericolosità media
- Classe G1 - pericolosità bassa

Area di intervento

Classi di pericolosità ai sensi del PAI dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale

- Classe P4 - pericolosità molto elevata
- Classe P3 - pericolosità elevata

Appendice n° 13






CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA - Scala 1:5.000

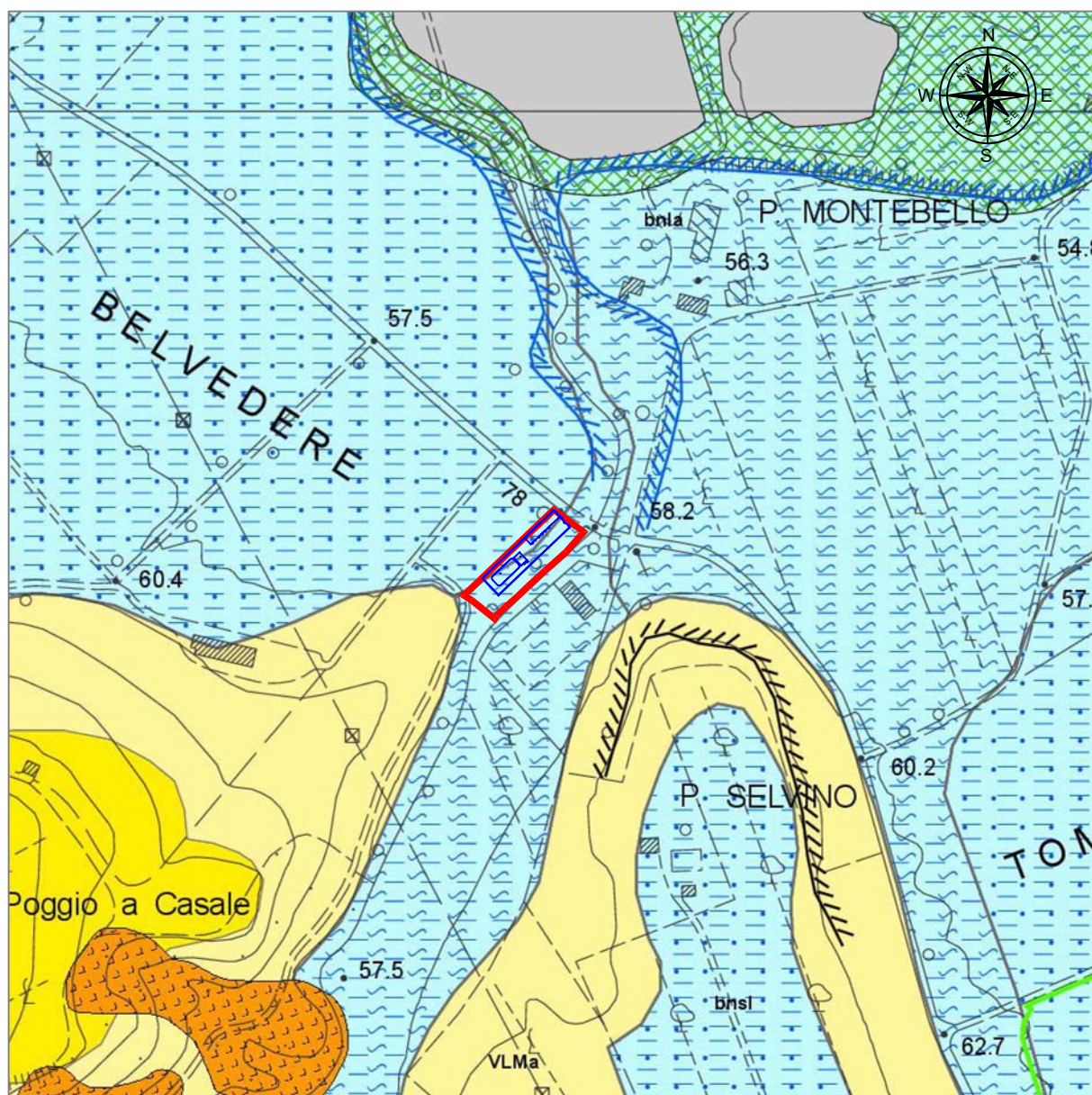
Estratta da Piano Strutturale Intercomunale del Comune di Terricciola adottato con DCC n. 28 del 08 giugno 2023

<https://comune.peccioli.pi.it/uploads/files/PU/elab-geologici.rar>

LEGENDA

-  Classe 3: Sottoclasse 3A: Vulnerabilità media
-  Classe 3: Sottoclasse 3B - Vulnerabilità media
-  Area di intervento

Appendice n° 14a



CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA - Scala 1:5.000

Estratta da Piano Operativo del Comune di Terricciola approvato con DCC n. 38 del 17 luglio 2023

https://enti.digitech-group.com/terricciola/allegati_delibera_cc_approvazione.7z

LEGENDA

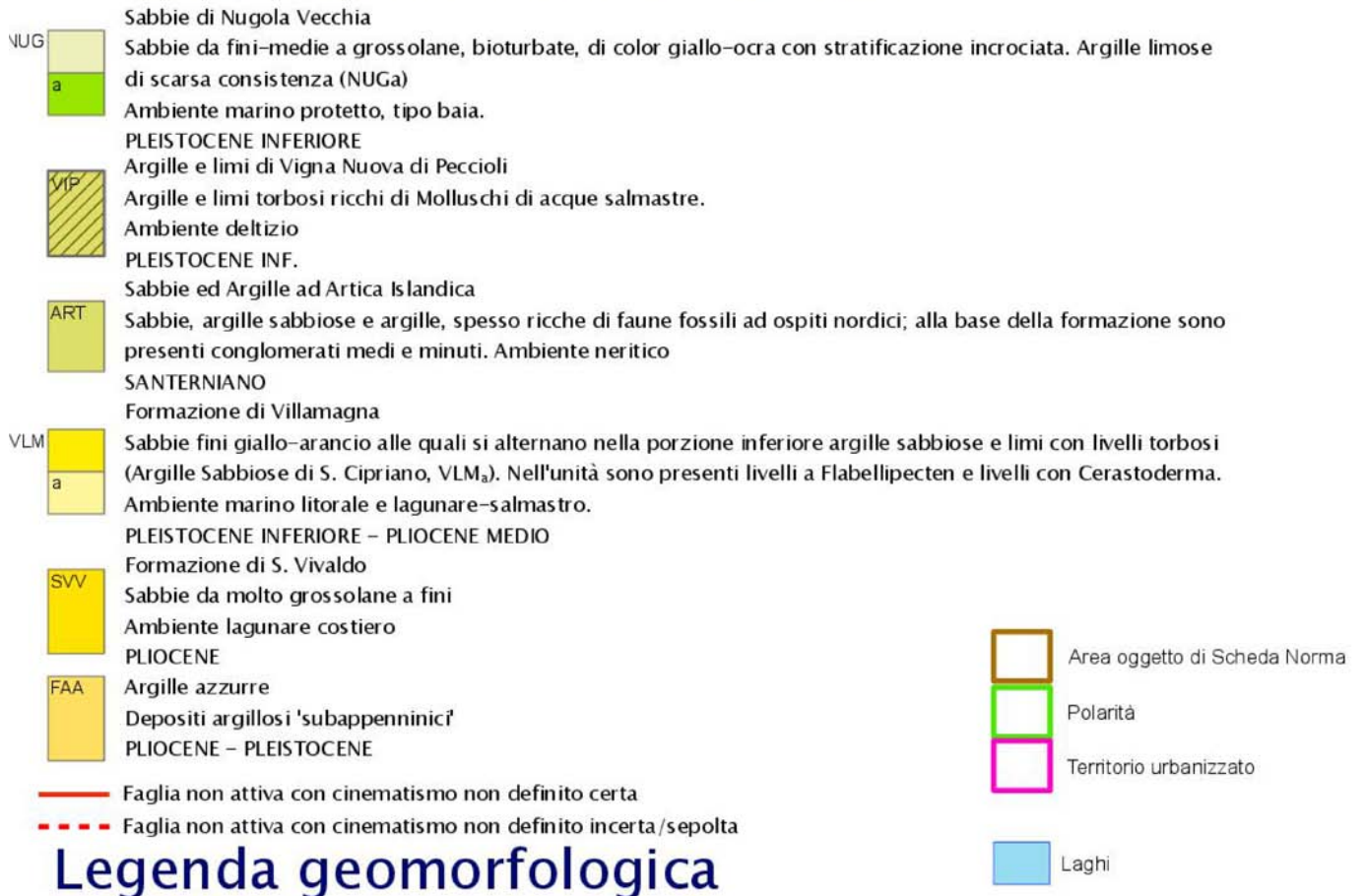
— Area di intervento

Appendice n° 14b

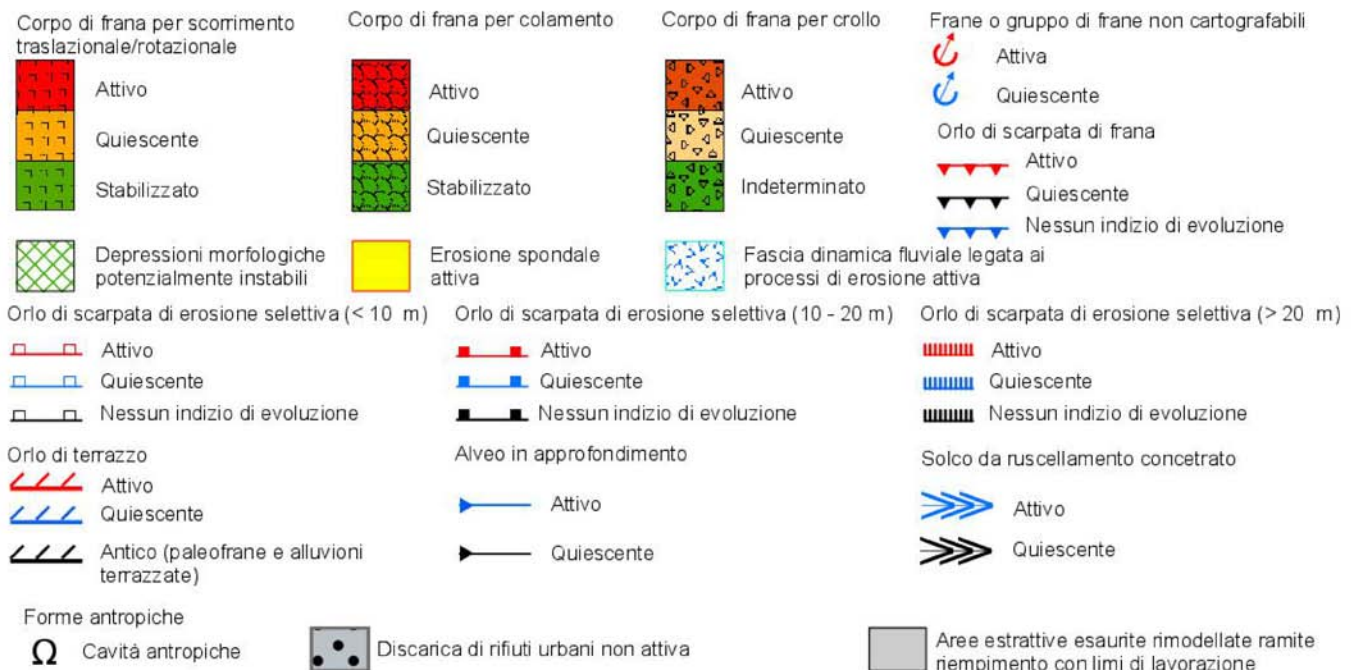
DEPOSITI CONTINENTALI RECENTI E ATTUALI



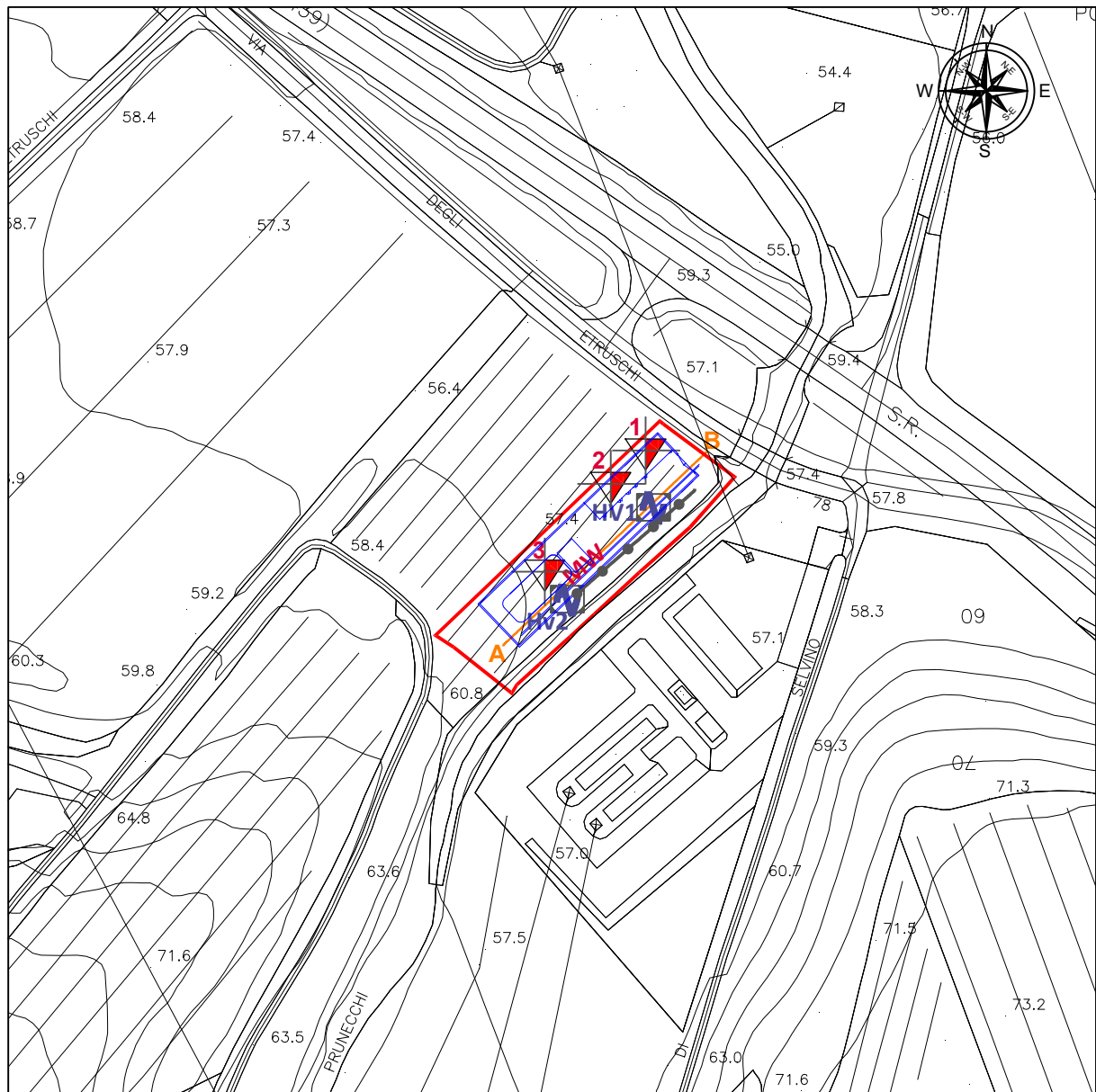
SUCCESSIONE NEOGENICO-QUATERNARIA



Legenda geomorfologica








Appendice n° 15



UBICAZIONE INDAGINI E SEZIONE - Scala 1:2.000

LEGENDA

- 
 Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
- 
 MASW
- 
 Stazione microtremore a stazione singola
- 
 Traccia sezione A-B
- 
 Area di intervento



RELAZIONE TECNICA

Committente: Novatosc srl

Località: Terricciola (PI)

Data Indagine: 15/01/2025

Codice lavoro: 250115b

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT

Dott. Jacopo Martini

GAIA Servizi S.r.l.

Via Lenin, 132/Q

56017 San Giuliano Terme (PI)

Tel/Fax: 050 9910582

e-mail: info@gaiaservizi.com

P.IVA: 01667250508

Data elaborazione: 20/01/2025

GAIA Servizi S.r.l.

Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 1: Postazione prova penetrometrica CPT 1



Figura 2: Postazione prova penetrometrica CPT 2



Figura 3: Postazione prova penetrometrica CPT 3

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
TG63-200Stat - Pagani - Piacenza

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing = 35.7 \text{ mm}$ - $h = 133 \text{ mm}$ - $A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: $q_c (\text{kg/cm}^2) = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale: $f_s (\text{kg/cm}^2) = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale : $R_t (\text{kg/cm}^2) = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : nonostante la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata alla stessa quota della punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N \approx 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t/m² = 10 kg/cm²

1 kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:

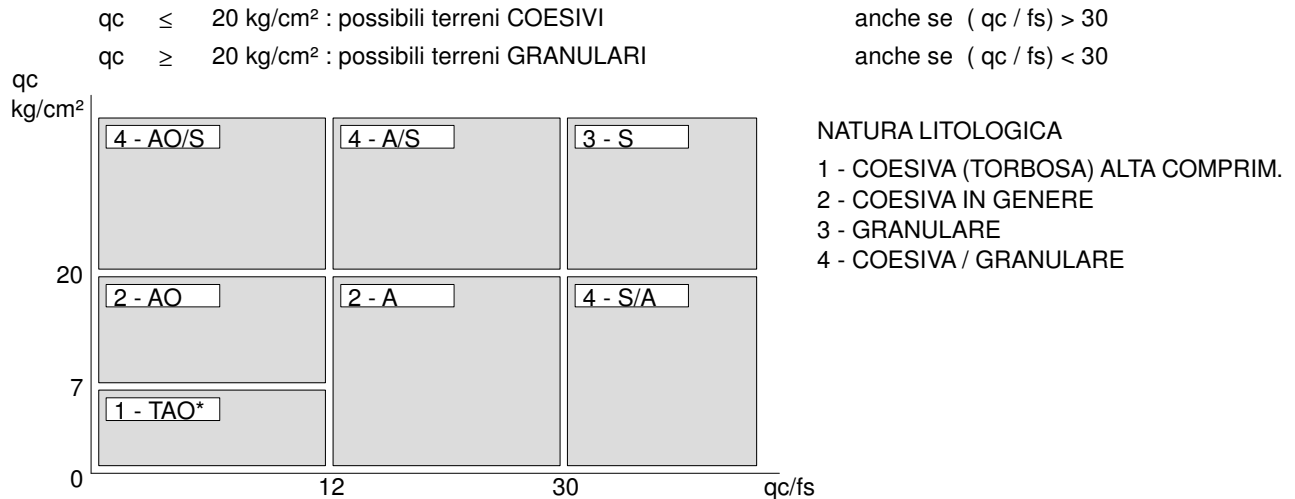
- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno immerso in falda [correlaz.: $\gamma' - q_c - \text{natura}$]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : $C_u - q_c$]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - $C_u - \sigma'_{vo}$]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p $I_p = \text{ind.plast.}$]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - $q_c - \text{natura}$]
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - $R_p - \sigma'_{vo}$ (Schmertmann 1976)]
- \emptyset' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : $\emptyset' - Dr - q_c \sigma'_{vo}$]
 \emptyset'_{Ca} - Caquot (1948) \emptyset'_{Ko} - Koppejan (1948)
 \emptyset'_{DB} - De Beer (1965) \emptyset'_{Sc} - Schmertmann (1978)
 \emptyset'_{DM} - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) \emptyset'_{Me} - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = fattore di liquefazione (F.L.1 = Sabbie Pulite, F.L.2 = Sabbie Limose)
- Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	Riferimento	250115b
	Certificato	027/25

Committente	Novatosc srl	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	15/01/2025
Cantiere	250115b	Pagina	1	Data certificato	20/01/2025
Località	Terricciola (PI)	Elaborato		Falda	Non rilevata

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	0,0	0,0	0	0,0	0,00										
0,40	14,0	24,0	0	14,0	0,67	21	4,8								
0,60	19,0	43,0	0	19,0	1,60	12	8,4								
0,80	13,0	33,0	0	13,0	1,35	10	10,4								
1,00	21,0	42,0	0	21,0	1,40	15	6,7								
1,20	17,0	36,0	0	17,0	1,27	13	7,5								
1,40	24,0	59,0	0	24,0	2,33	10	9,7								
1,60	48,0	74,0	0	48,0	1,73	28	3,6								
1,80	33,0	84,0	0	33,0	3,40	10	10,3								
2,00	22,0	60,0	0	22,0	2,53	9	11,5								
2,20	16,0	45,0	0	16,0	1,91	8	11,9								
2,40	15,0	36,0	0	15,0	1,40	11	9,3								
2,60	20,0	36,0	0	20,0	1,07	19	5,4								
2,80	20,0	38,0	0	20,0	1,20	17	6,0								
3,00	22,0	39,0	0	22,0	1,13	19	5,1								
3,20	16,0	37,0	0	16,0	1,40	11	8,8								
3,40	13,0	30,0	0	13,0	1,13	12	8,7								
3,60	13,0	26,0	0	13,0	0,87	15	6,7								
3,80	9,0	16,0	0	9,0	0,47	19	5,2								
4,00	10,0	18,0	0	10,0	0,53	19	5,3								
4,20	12,0	21,0	0	12,0	0,60	20	5,0								
4,40	9,0	20,0	0	9,0	0,73	12	8,1								
4,60	8,0	16,0	0	8,0	0,53	15	6,6								
4,80	9,0	17,0	0	9,0	0,53	17	5,9								
5,00	10,0	19,0	0	10,0	0,60	17	6,0								
5,20	9,0	18,0	0	9,0	0,60	15	6,7								
5,40	9,0	14,0	0	9,0	0,30	30	3,3								
5,60	12,0	22,0	0	12,0	0,67	18	5,6								
5,80	10,0	19,0	0	10,0	0,60	17	6,0								
6,00	12,0	21,0	0	12,0	0,60	20	5,0								
6,20	12,0	20,0	0	12,0	0,53	23	4,4								
6,40	11,0	19,0	0	11,0	0,53	21	4,8								
6,60	8,0	14,0	0	8,0	0,40	20	5,0								
6,80	9,0	15,0	0	9,0	0,40	23	4,4								
7,00	12,0	18,0	0	12,0	0,40	30	3,3								
7,20	12,0	18,0	0	12,0	0,40	30	3,3								
7,40	11,0	19,0	0	11,0	0,53	21	4,8								
7,60	8,0	14,0	0	8,0	0,40	20	5,0								
7,80	7,0	16,0	0	7,0	0,60	12	8,6								
8,00	6,0	10,0	0	6,0	0,27	22	4,5								
8,20	10,0	15,0	0	10,0	0,33	30	3,3								
8,40	12,0	16,0	0	12,0	0,27	44	2,3								
8,60	11,0	15,0	0	11,0	0,27	41	2,5								
8,80	14,0	21,0	0	14,0	0,47	30	3,4								
9,00	12,0	19,0	0	12,0	0,47	26	3,9								
9,20	13,0	19,0	0	13,0	0,40	33	3,1								
9,40	9,0	16,0	0	9,0	0,47	19	5,2								
9,60	9,0	15,0	0	9,0	0,40	23	4,4								
9,80	11,0	18,0	0	11,0	0,47	23	4,3								
10,00	10,0	16,0	0	10,0	0,40	25	4,0								
10,20	12,0	18,0	0	12,0	0,40	30	3,3								
10,40	18,0	23,0	0	18,0	0,33	55	1,8								
10,60	11,0	15,0	0	11,0	0,27	41	2,5								
10,80	12,0	16,0	0	12,0	0,27	44	2,3								
11,00	10,0	14,0	0	10,0	0,27	37	2,7								
11,20	14,0	18,0	0	14,0	0,27	52	1,9								
11,40	16,0	22,0	0	16,0	0,40	40	2,5								
11,60	40,0	50,0	0	40,0	0,67	60	1,7								
11,80	49,0	68,0	0	49,0	1,27	39	2,6								
12,00	34,0	46,0	0	34,0	0,80	43	2,4								
12,20	33,0	52,0	0	33,0	1,27	26	3,8								
12,40	96,0	109,0	0	96,0	0,87	110	0,9								
12,60	67,0	93,0	0	67,0	1,73	39	2,6								
12,80	86,0	118,0	0	86,0	2,13	40	2,5								
13,00	96,0	132,0	0	96,0	2,40	40	2,5								
13,20	126,0	150,0	0	126,0	1,60	79	1,3								
13,40	164,0	219,0	0	164,0	3,67	45	2,2								
13,60	168,0	259,0	0	168,0	6,07	28	3,6								
13,80	176,0	280,0	0	176,0	6,93	25	3,9								
14,00	190,0	270,0	0	190,0	5,33	36	2,8								
14,20	162,0	265,0	0	162,0	6,87	24	4,2								
14,40	156,0	264,0	0	156,0	7,20	22	4,6								
14,60	180,0	290,0	0	180,0	7,33	25	4,1								
14,80	205,0	330,0	0	205,0	8,33	25	4,1								

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

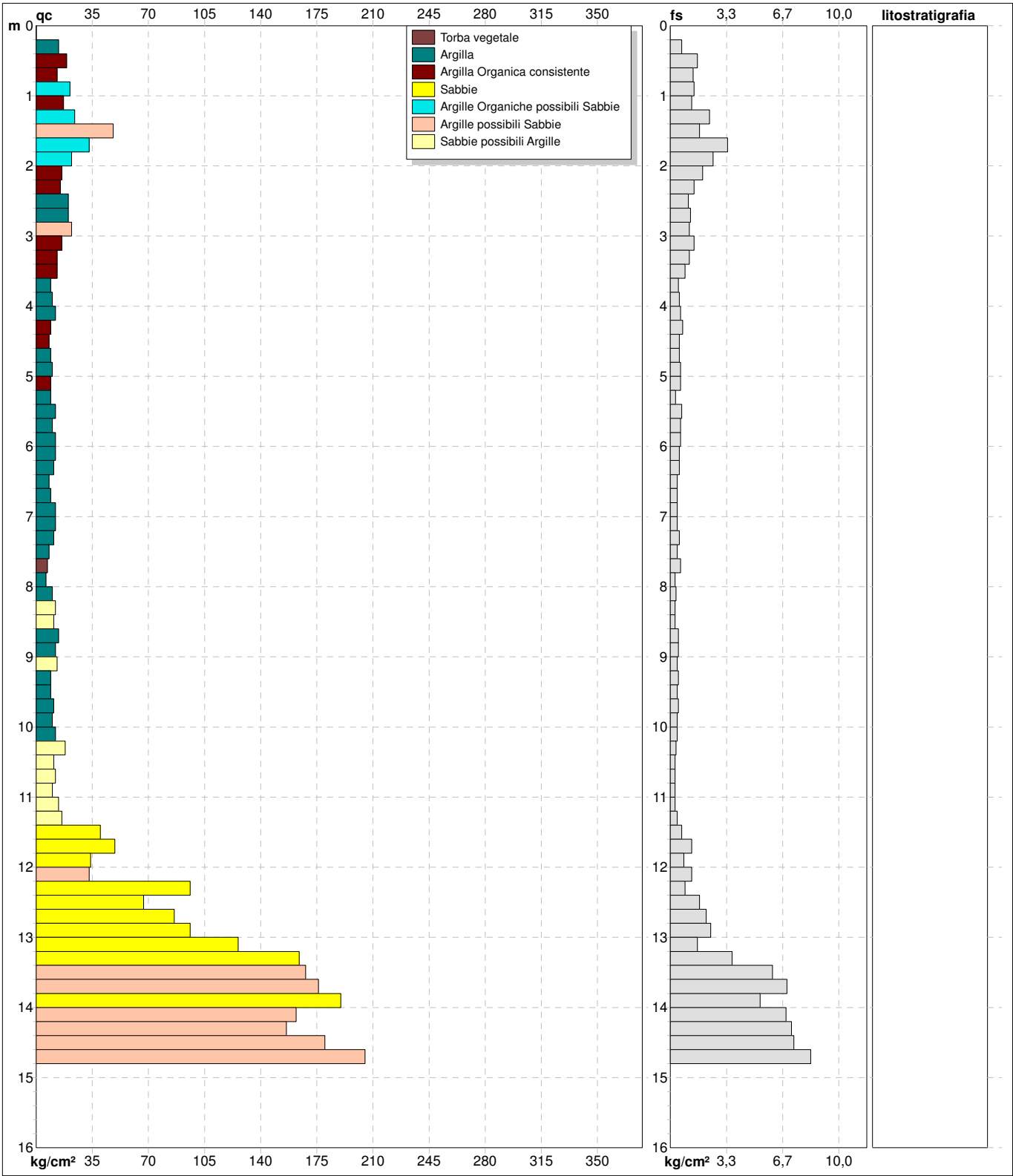
qc = resistenza punta
 fs = resistenza laterale
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

FON165

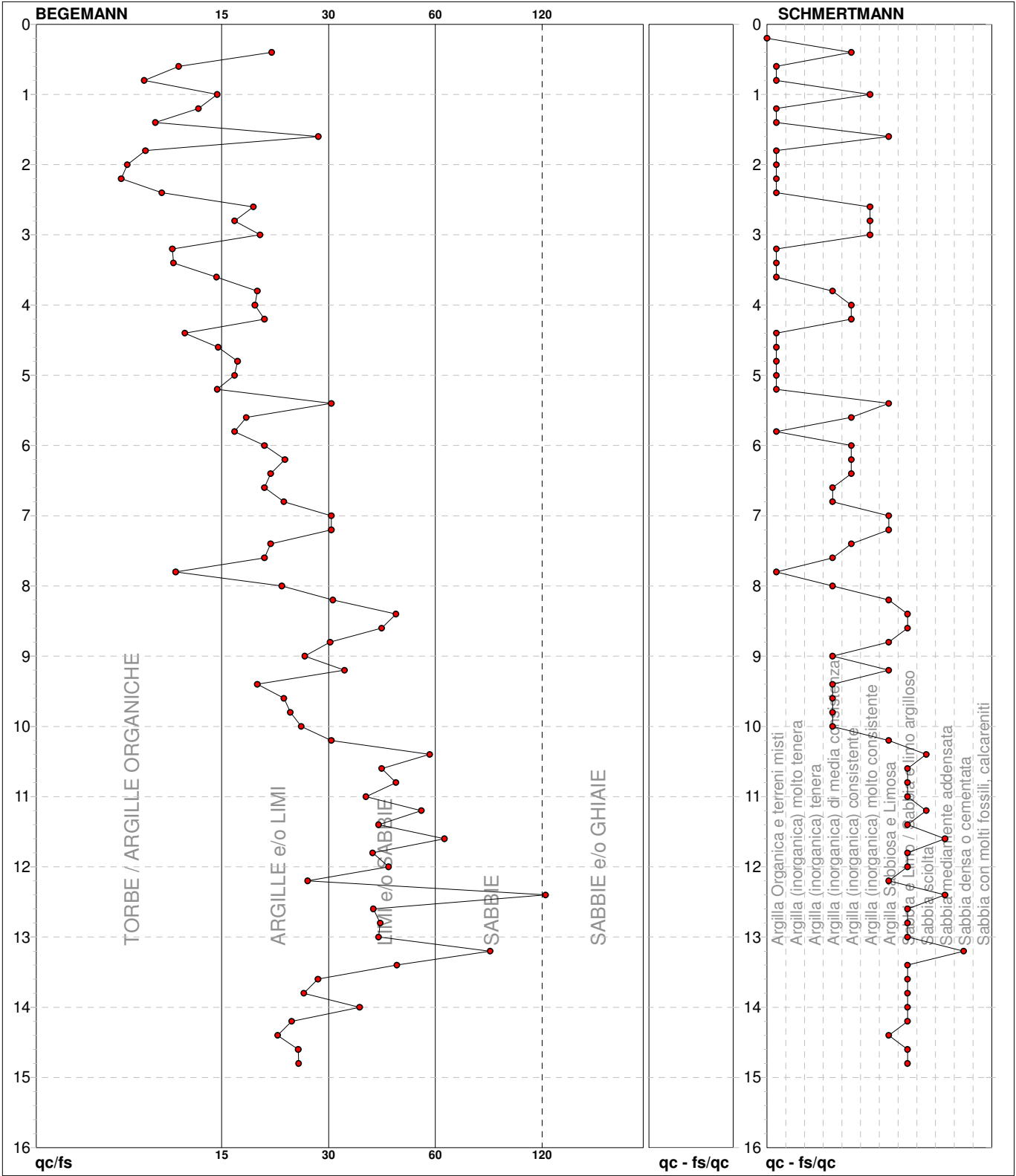
Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA	CPT	1
	Riferimento	250115b
	Certificato	027/25

Committente	Novatosc srl	U.M.:	kg/cm²	Data eseg.	15/01/2025
Cantiere	250115b	Scala:	1:80	Data certificato	20/01/2025
Località	Terricciola (PI)	Pagina	1	Quota inizio:	
		Elaborato		Falda	Non rilevata



		Litology:	Personalizzata	preforo	m
		Penetrometro:	TG63-200Stat	Corr.astine:	kg/ml
		Responsabile:	Jacopo Martini		
		Assistente:		Cod. tip:	



● 250115b [1] : 14,80 m

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI						CPT	1
						Riferimento	250115b
						Certificato	027/25

Committente	Novatosc srl	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	15/01/2025
Cantiere	250115b	Pagina	1	Data certificato	20/01/2025
Località	Terricciola (PI)	Elaborato		Falda	Non rilevata

						NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE												
H	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0,20	--	--	?	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	14,0	20,9	2	1,94	0,08	0,64	89,7	108,2	162,3	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	19,0	11,9	2	1,99	0,12	0,78	67,8	131,8	197,8	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	13,0	9,6	2	1,93	0,15	0,60	34,6	102,8	154,2	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	21,0	15,0	4	1,93	0,19	0,82	38,6	140,0	210,0	63,0	59	38	33	30	28	37	27	35,0	52,5	63,0	--	--	
1,20	17,0	13,4	2	1,97	0,23	0,72	26,0	123,0	184,5	54,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	24,0	10,3	4	1,94	0,27	0,89	27,7	151,1	226,7	72,0	55	38	32	29	27	36	28	40,0	60,0	72,0	--	--	
1,60	48,0	27,7	4	2,01	0,31	1,60	48,6	272,0	408,0	144,0	75	40	35	32	30	39	31	80,0	120,0	144,0	--	--	
1,80	33,0	9,7	4	1,97	0,35	1,10	26,2	187,0	280,5	99,0	59	38	32	29	28	37	29	55,0	82,5	99,0	--	--	
2,00	22,0	8,7	4	1,93	0,39	0,85	16,6	143,8	215,8	66,0	43	36	30	27	25	34	28	36,7	55,0	66,0	--	--	
2,20	16,0	8,4	2	1,96	0,43	0,70	11,5	118,3	177,4	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	15,0	10,7	2	1,95	0,47	0,67	9,8	113,8	170,6	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	20,0	18,7	4	1,93	0,51	0,80	11,1	136,0	204,0	60,0	33	35	28	25	23	32	27	33,3	50,0	60,0	--	--	
2,80	20,0	16,7	4	1,93	0,54	0,80	10,2	136,0	204,0	60,0	32	35	28	25	23	31	27	33,3	50,0	60,0	--	--	
3,00	22,0	19,5	4	1,93	0,58	0,85	10,0	143,9	215,8	66,0	33	35	28	25	23	32	28	36,7	55,0	66,0	--	--	
3,20	16,0	11,4	2	1,96	0,62	0,70	7,2	154,5	231,7	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	13,0	11,5	2	1,93	0,66	0,60	5,6	178,2	267,3	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	13,0	14,9	2	1,93	0,70	0,60	5,2	191,6	287,4	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	9,0	19,1	2	1,88	0,74	0,45	3,4	207,2	310,7	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	10,0	18,9	2	1,90	0,78	0,50	3,6	218,9	328,3	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	12,0	20,0	2	1,92	0,81	0,57	4,0	227,0	340,5	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	9,0	12,3	2	1,88	0,85	0,45	2,8	227,9	341,9	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	8,0	15,1	2	1,86	0,89	0,40	2,3	216,7	325,1	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	9,0	17,0	2	1,88	0,93	0,45	2,5	237,1	355,6	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	10,0	16,7	2	1,90	0,96	0,50	2,8	255,8	383,6	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	9,0	15,0	2	1,88	1,00	0,45	2,3	244,0	366,0	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	9,0	30,0	4	1,85	1,04	0,45	2,2	246,8	370,2	37,8	--	31	21	17	16	25	26	15,0	22,5	27,0	--	--	
5,60	12,0	17,9	2	1,92	1,08	0,57	2,8	288,9	433,3	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	10,0	16,7	2	1,90	1,12	0,50	2,3	271,3	406,9	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	12,0	20,0	2	1,92	1,15	0,57	2,6	298,6	447,9	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	12,0	22,6	2	1,92	1,19	0,57	2,5	302,7	454,0	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	11,0	20,8	2	1,91	1,23	0,54	2,2	293,7	440,5	42,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	8,0	20,0	2	1,86	1,27	0,40	1,5	233,6	350,3	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	9,0	22,5	2	1,88	1,30	0,45	1,7	259,5	389,2	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	12,0	30,0	4	1,88	1,34	0,57	2,2	315,0	472,4	44,6	--	31	21	17	16	25	26	20,0	30,0	36,0	--	--	
7,20	12,0	30,0	4	1,88	1,38	0,57	2,1	317,3	476,0	44,6	--	31	21	17	16	25	26	20,0	30,0	36,0	--	--	
7,40	11,0	20,8	2	1,91	1,42	0,54	1,9	304,3	456,4	42,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	8,0	20,0	2	1,86	1,46	0,40	1,2	237,0	355,5	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	7,0	11,7	1	1,84	1,48	0,35	1,0	45,4	68,2	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	6,0	22,2	2	1,82	1,52	0,30	0,8	180,0	270,0	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	10,0	30,3	4	1,86	1,56	0,50	1,5	291,3	437,0	40,0	--	31	19	15	15	25	26	16,7	25,0	30,0	--	--	
8,40	12,0	44,4	4	1,88	1,60	0,57	1,7	327,4	491,1	44,6	--	31	20	16	16	25	26	20,0	30,0	36,0	--	--	
8,60	11,0	40,7	4	1,87	1,63	0,54	1,6	311,6	467,5	42,5	--	31	19	16	15	25	26	18,3	27,5	33,0	--	--	
8,80	14,0	29,8	2	1,94	1,67	0,64	1,9	360,4	540,6	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	12,0	25,5	2	1,92	1,71	0,57	1,6	331,1	496,6	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	13,0	32,5	4	1,88	1,75	0,60	1,7	348,5	522,7	46,5	--	31	20	16	15	25	26	21,7	32,5	39,0	--	--	
9,40	9,0	19,1	2	1,88	1,79	0,45	1,1	268,5	402,7	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	9,0	22,5	2	1,88	1,82	0,45	1,1	268,8	403,3	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	11,0	23,4	2	1,91	1,86	0,54	1,3	316,5	474,8	42,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	10,0	25,0	2	1,90	1,90	0,50	1,2	297,3	446,0	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	12,0	30,0	4	1,88	1,94	0,57	1,4	336,3	504,4	44,6	--	31	19	15	15	25	26	20,0	30,0	36,0	--	--	
10,40	18,0	54,5	4	1,91	1,97	0,75	1,9	425,0	637,4	56,2	--	31	21	17	16	25	27	30,0	45,0	54,0	--	--	
10,60	11,0	40,7	4	1,87	2,01	0,54	1,2	318,8	478,1	42,5	--	31	18	15	14	25	26	18,3	27,5	33,0	--	--	
10,80	12,0	44,4	4	1,88	2,05	0,57	1,3	338,2	507,2	44,6	--	31	19	15	14	25	26	20,0	30,0	36,0	--	--	
11,00	10,0	37,0	4	1,86	2,09	0,50	1,1	299,3	448,9	40,0	--	31	18	14	13	25	26	16,7	25,0	30,0	--	--	
11,20	14,0	51,9	4	1,89	2,12	0,64	1,4	373,9	560,8	48,2	--	31	19	16	15	25	26	23,3	35,0	42,0	--	--	
11,40	16,0	40,0	4	1,90	2,16	0,70	1,5	405,2	607,8	51,8	--	31	20	16	15	25	27	26,7	40,0	48,0	--	--	
11,60	40,0	59,7	3	1,90	2,20	--	--	--	--	--	21	34	24	21	20	27	30	66,7	100,0	120,0	--	--	
11,80	49,0	38,6	3	1,92	2,24	--	--	--	--	--	28	35	25	22	21	28	31	81,7	122,5	147,0	--	--	
12,00	34,0	42,5	3	1,89	2,28	--	--	--	--	--	15	33	23	20	19	26	29	56,7	85,0	102,0	--	--	
12,20	33,0	26,0	4	1,97	2,32	1,10	2,5	584,8	877,2	99,0	13	33	23	20	19	26	29	55,0	82,5	99,0	--	--	
12,40	96,0	110,3	3	1,99	2,36	--	--	--	--	--	50	37	28	25	24	32	34	160,0	240,0	288,0	--	--	

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	2
	Riferimento	250115b
	Certificato	028/25

Committente	Novatosc srl	U.M.:	kg/cm²	Data eseg.	15/01/2025
Cantiere	250115b	Pagina	1	Data certificato	20/01/2025
Località	Terricciola (PI)	Elaborato		Falda	Non rilevata

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	0,0	0,0	0	0,0	0,00										
0,40	10,0	16,0	0	10,0	0,40	25	4,0								
0,60	11,0	21,0	0	11,0	0,67	16	6,1								
0,80	11,0	25,0	0	11,0	0,93	12	8,5								
1,00	10,0	25,0	0	10,0	1,00	10	10,0								
1,20	15,0	27,0	0	15,0	0,80	19	5,3								
1,40	13,0	29,0	0	13,0	1,07	12	8,2								
1,60	11,0	25,0	0	11,0	0,93	12	8,5								
1,80	18,0	25,0	0	18,0	0,47	38	2,6								
2,00	17,0	27,0	0	17,0	0,67	25	3,9								
2,20	18,0	31,0	0	18,0	0,87	21	4,8								
2,40	16,0	29,0	0	16,0	0,87	18	5,4								
2,60	20,0	32,0	0	20,0	0,80	25	4,0								
2,80	15,0	34,0	0	15,0	1,27	12	8,5								
3,00	15,0	30,0	0	15,0	1,00	15	6,7								
3,20	12,0	26,0	0	12,0	0,93	13	7,8								
3,40	12,0	25,0	0	12,0	0,87	14	7,3								
3,60	12,0	22,0	0	12,0	0,67	18	5,6								
3,80	12,0	21,0	0	12,0	0,60	20	5,0								
4,00	11,0	20,0	0	11,0	0,60	18	5,5								
4,20	9,0	15,0	0	9,0	0,40	23	4,4								
4,40	8,0	14,0	0	8,0	0,40	20	5,0								
4,60	7,0	13,0	0	7,0	0,40	18	5,7								
4,80	8,0	12,0	0	8,0	0,27	30	3,4								
5,00	8,0	12,0	0	8,0	0,27	30	3,4								
5,20	8,0	12,0	0	8,0	0,27	30	3,4								
5,40	7,0	11,0	0	7,0	0,27	26	3,9								
5,60	8,0	12,0	0	8,0	0,27	30	3,4								
5,80	8,0	12,0	0	8,0	0,27	30	3,4								
6,00	8,0	11,0	0	8,0	0,20	40	2,5								
6,20	10,0	13,0	0	10,0	0,20	50	2,0								
6,40	9,0	12,0	0	9,0	0,20	45	2,2								
6,60	10,0	13,0	0	10,0	0,20	50	2,0								
6,80	9,0	13,0	0	9,0	0,27	33	3,0								
7,00	6,0	12,0	0	6,0	0,39	15	6,5								
7,20	11,0	13,0	0	11,0	0,13	85	1,2								
7,40	11,0	13,0	0	11,0	0,13	85	1,2								
7,60	9,0	13,0	0	9,0	0,27	33	3,0								
7,80	13,0	18,0	0	13,0	0,33	39	2,5								
8,00	11,0	15,0	0	11,0	0,27	41	2,5								
8,20	14,0	19,0	0	14,0	0,33	42	2,4								
8,40	17,0	26,0	0	17,0	0,60	28	3,5								
8,60	16,0	30,0	0	16,0	0,93	17	5,8								
8,80	18,0	24,0	0	18,0	0,40	45	2,2								
9,00	20,0	32,0	0	20,0	0,80	25	4,0								
9,20	14,0	24,0	0	14,0	0,67	21	4,8								
9,40	10,0	16,0	0	10,0	0,40	25	4,0								
9,60	10,0	14,0	0	10,0	0,27	37	2,7								
9,80	8,0	14,0	0	8,0	0,40	20	5,0								
10,00	8,0	12,0	0	8,0	0,27	30	3,4								
10,20	8,0	14,0	0	8,0	0,40	20	5,0								
10,40	7,0	15,0	0	7,0	0,53	13	7,6								
10,60	8,0	15,0	0	8,0	0,47	17	5,9								
10,80	10,0	21,0	0	10,0	0,73	14	7,3								
11,00	8,0	15,0	0	8,0	0,47	17	5,9								
11,20	9,0	17,0	0	9,0	0,53	17	5,9								
11,40	9,0	17,0	0	9,0	0,53	17	5,9								
11,60	12,0	21,0	0	12,0	0,60	20	5,0								
11,80	11,0	18,0	0	11,0	0,47	23	4,3								
12,00	12,0	19,0	0	12,0	0,47	26	3,9								
12,20	17,0	24,0	0	17,0	0,47	36	2,8								
12,40	13,0	21,0	0	13,0	0,53	25	4,1								
12,60	12,0	20,0	0	12,0	0,53	23	4,4								
12,80	13,0	21,0	0	13,0	0,53	25	4,1								
13,00	11,0	18,0	0	11,0	0,47	23	4,3								
13,20	11,0	20,0	0	11,0	0,60	18	5,5								
13,40	13,0	21,0	0	13,0	0,53	25	4,1								
13,60	14,0	21,0	0	14,0	0,47	30	3,4								
13,80	90,0	130,0	0	90,0	2,67	34	3,0								
14,00	120,0	140,0	0	120,0	1,33	90	1,1								
14,20	300,0	331,0	0	300,0	2,04	147	0,7								

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

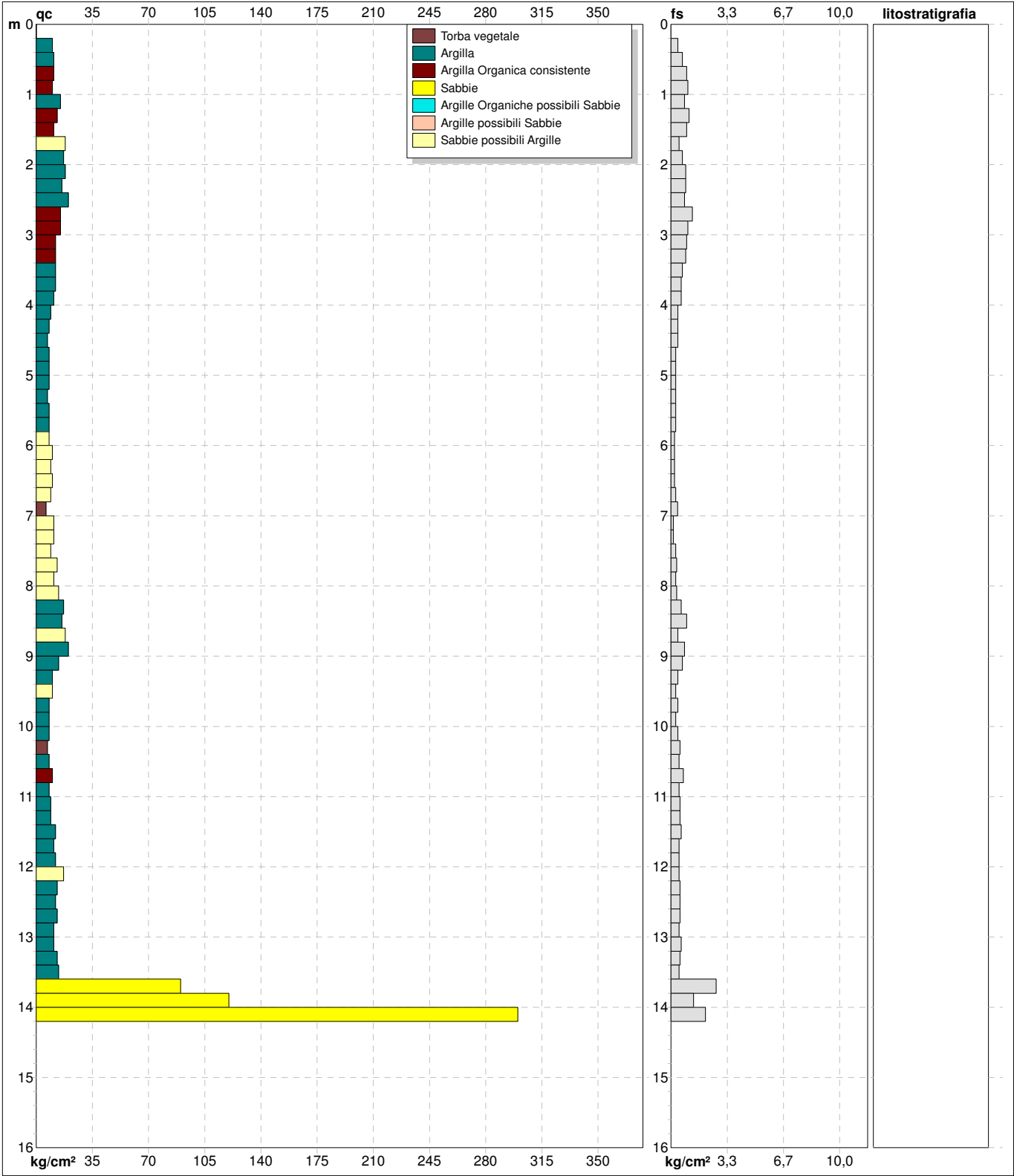
qc = resistenza punta
 fs = resistenza laterale
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

FON165

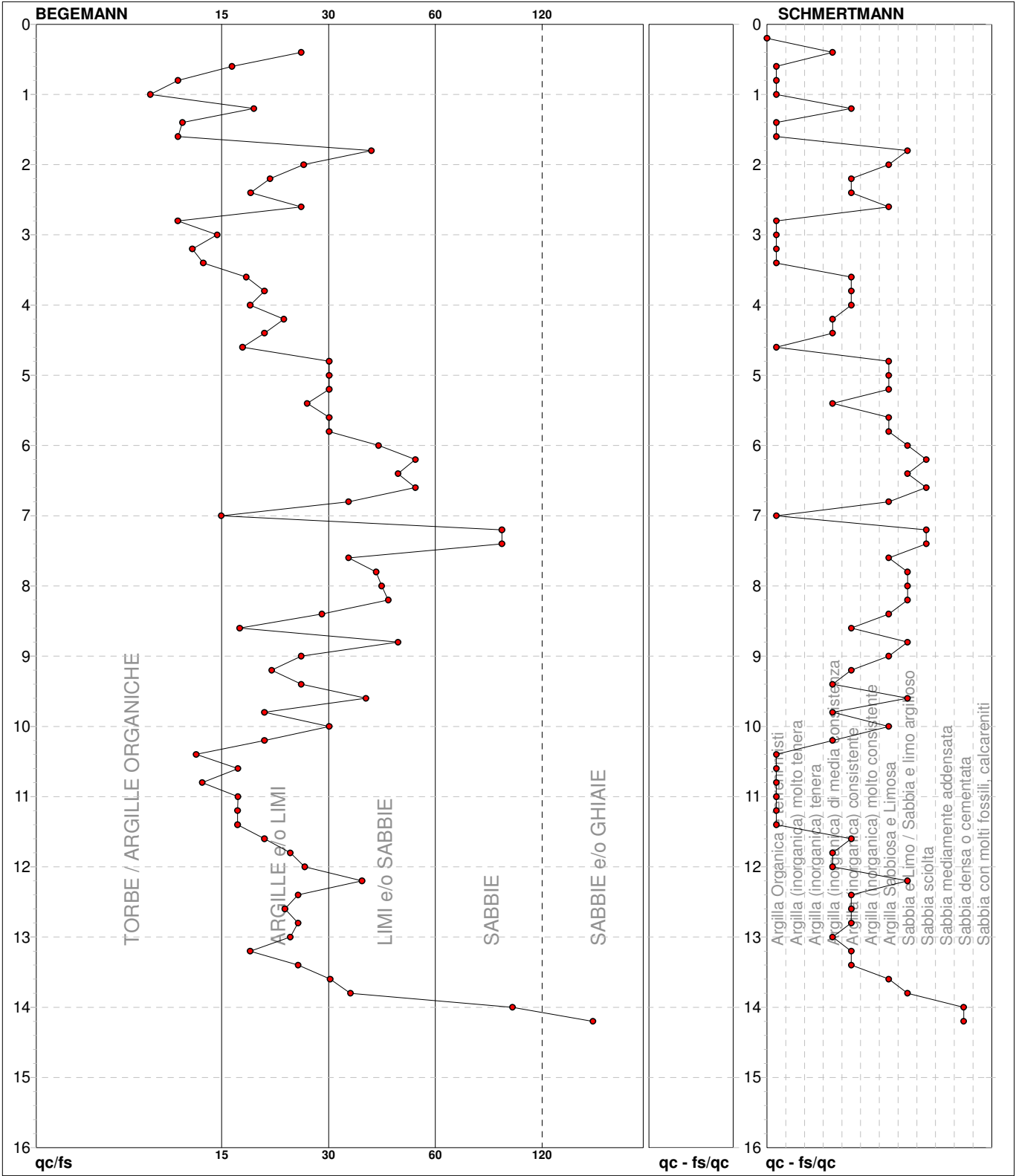
Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA	CPT	2
	Riferimento	250115b
	Certificato	028/25

Committente	Novatosc srl	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	15/01/2025
Cantiere	250115b	Scala:	1:80	Data certificato	20/01/2025
Località	Terricciola (PI)	Pagina	1	Quota inizio:	
		Elaborato		Falda	Non rilevata



		Litology:	Personalizzata	preforo	m
		Penetrometro:	TG63-200Stat	Corr.astine:	kg/ml
		Responsabile:	Jacopo Martini		
		Assistente:		Cod. tip:	



● 250115b [2] : 14,20 m

Certificato	028/25
--------------------	--------

Data esec.	15/01/2025
Data certificato	20/01/2025
Falda	Non rilevata

FON165

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	3
	Riferimento	250115b
	Certificato	029/25

Committente	Novatosc srl	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	15/01/2025
Cantiere	250115b	Pagina	1	Data certificato	20/01/2025
Località	Terricciola (PI)	Elaborato		Falda	-4,90 m da p.c.

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	0,0	0,0		0,0	0,00			15,20	96,0	169,0		96,0	4,87	20	5,1
0,40	14,0	21,0		14,0	0,47	30	3,4	15,40	115,0	190,0		115,0	5,00	23	4,3
0,60	13,0	26,0		13,0	0,87	15	6,7								
0,80	12,0	28,0		12,0	1,07	11	8,9								
1,00	15,0	29,0		15,0	0,93	16	6,2								
1,20	17,0	32,0		17,0	1,00	17	5,9								
1,40	14,0	29,0		14,0	1,00	14	7,1								
1,60	20,0	32,0		20,0	0,80	25	4,0								
1,80	13,0	30,0		13,0	1,13	12	8,7								
2,00	15,0	29,0		15,0	0,93	16	6,2								
2,20	19,0	34,0		19,0	1,00	19	5,3								
2,40	15,0	32,0		15,0	1,13	13	7,5								
2,60	22,0	33,0		22,0	0,73	30	3,3								
2,80	22,0	40,0		22,0	1,20	18	5,5								
3,00	17,0	29,0		17,0	0,80	21	4,7								
3,20	15,0	27,0		15,0	0,80	19	5,3								
3,40	16,0	26,0		16,0	0,67	24	4,2								
3,60	10,0	22,0		10,0	0,80	13	8,0								
3,80	13,0	19,0		13,0	0,40	33	3,1								
4,00	10,0	16,0		10,0	0,40	25	4,0								
4,20	10,0	14,0		10,0	0,27	37	2,7								
4,40	11,0	15,0		11,0	0,27	41	2,5								
4,60	9,0	13,0		9,0	0,27	33	3,0								
4,80	9,0	13,0		9,0	0,27	33	3,0								
5,00	6,0	9,0		6,0	0,20	30	3,3								
5,20	7,0	14,0		7,0	0,47	15	6,7								
5,40	10,0	15,0		10,0	0,33	30	3,3								
5,60	10,0	16,0		10,0	0,40	25	4,0								
5,80	13,0	17,0		13,0	0,27	48	2,1								
6,00	12,0	17,0		12,0	0,33	36	2,8								
6,20	12,0	18,0		12,0	0,40	30	3,3								
6,40	12,0	18,0		12,0	0,40	30	3,3								
6,60	12,0	18,0		12,0	0,40	30	3,3								
6,80	14,0	20,0		14,0	0,40	35	2,9								
7,00	15,0	21,0		15,0	0,40	38	2,7								
7,20	15,0	24,0		15,0	0,60	25	4,0								
7,40	18,0	28,0		18,0	0,67	27	3,7								
7,60	23,0	34,0		23,0	0,73	32	3,2								
7,80	18,0	30,0		18,0	0,80	23	4,4								
8,00	16,0	26,0		16,0	0,67	24	4,2								
8,20	16,0	25,0		16,0	0,60	27	3,8								
8,40	16,0	24,0		16,0	0,53	30	3,3								
8,60	18,0	28,0		18,0	0,67	27	3,7								
8,80	21,0	30,0		21,0	0,60	35	2,9								
9,00	20,0	32,0		20,0	0,80	25	4,0								
9,20	20,0	34,0		20,0	0,93	22	4,7								
9,40	22,0	34,0		22,0	0,80	28	3,6								
9,60	18,0	32,0		18,0	0,93	19	5,2								
9,80	16,0	25,0		16,0	0,60	27	3,8								
10,00	16,0	25,0		16,0	0,60	27	3,8								
10,20	16,0	24,0		16,0	0,53	30	3,3								
10,40	17,0	23,0		17,0	0,40	43	2,4								
10,60	16,0	25,0		16,0	0,60	27	3,8								
10,80	14,0	21,0		14,0	0,47	30	3,4								
11,00	9,0	17,0		9,0	0,53	17	5,9								
11,20	8,0	15,0		8,0	0,47	17	5,9								
11,40	10,0	14,0		10,0	0,27	37	2,7								
11,60	11,0	15,0		11,0	0,27	41	2,5								
11,80	10,0	14,0		10,0	0,27	37	2,7								
12,00	8,0	15,0		8,0	0,47	17	5,9								
12,20	8,0	15,0		8,0	0,47	17	5,9								
12,40	12,0	20,0		12,0	0,53	23	4,4								
12,60	10,0	16,0		10,0	0,40	25	4,0								
12,80	14,0	27,0		14,0	0,87	16	6,2								
13,00	11,0	16,0		11,0	0,33	33	3,0								
13,20	12,0	20,0		12,0	0,53	23	4,4								
13,40	13,0	27,0		13,0	0,93	14	7,2								
13,60	20,0	40,0		20,0	1,33	15	6,7								
13,80	24,0	33,0		24,0	0,60	40	2,5								
14,00	23,0	31,0		23,0	0,53	43	2,3								
14,20	22,0	34,0		22,0	0,80	28	3,6								
14,40	28,0	44,0		28,0	1,07	26	3,8								
14,60	33,0	58,0		33,0	1,67	20	5,1								
14,80	85,0	115,0		85,0	2,00	43	2,4								
15,00	116,0	147,0		116,0	2,07	56	1,8								

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
 fs = resistenza laterale
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

FON165

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

Committente

Novatosc srl

Cantiere

250115b

Località

Terricciola (PI)

U.M.:

kg/cm²

Scala:

1:80

Pagina

1

Elaborato

Data eseg.

15/01/2025

Data certificato

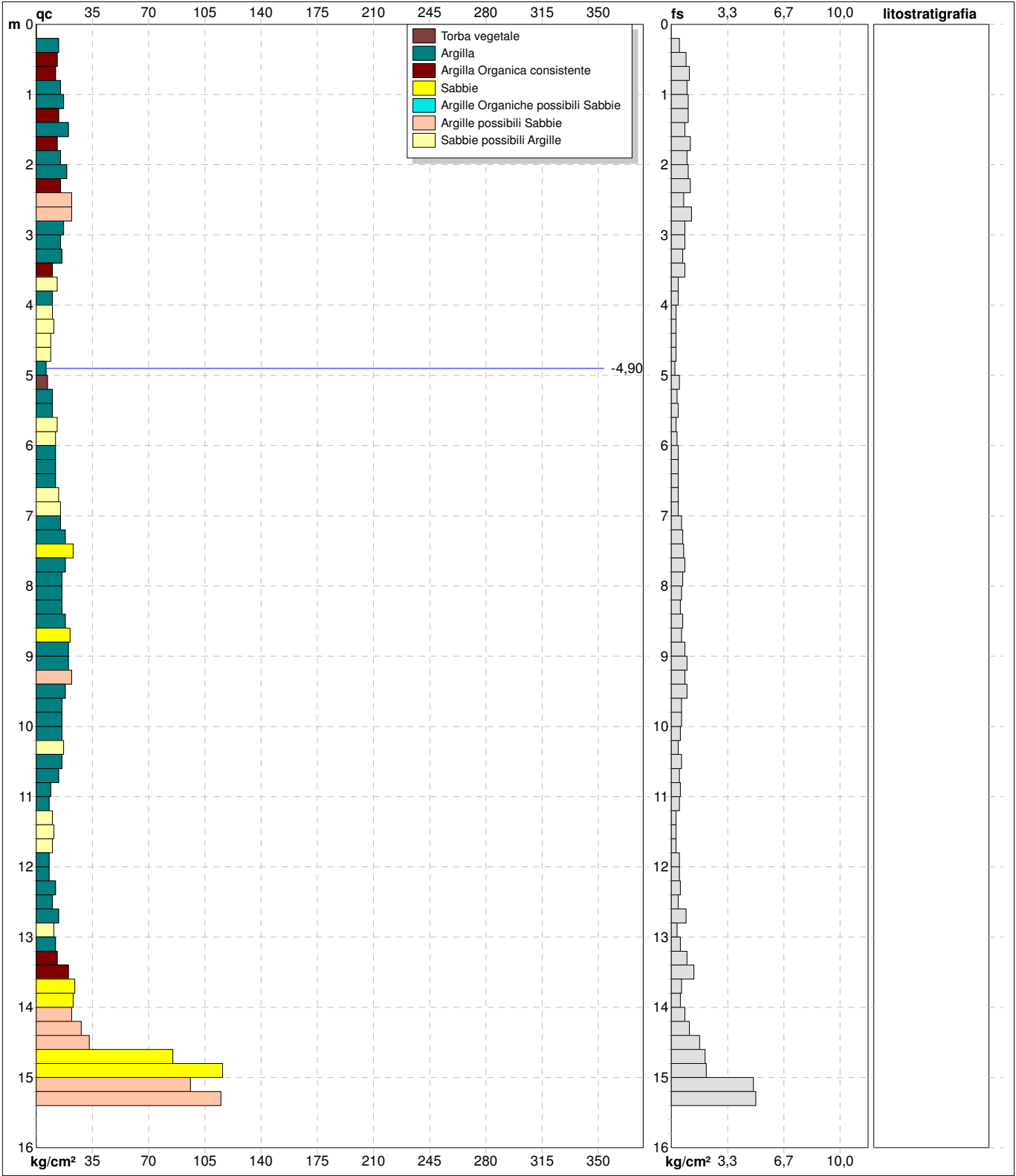
20/01/2025

Quota inizio:

Falda

-4,90 m

da p.c.



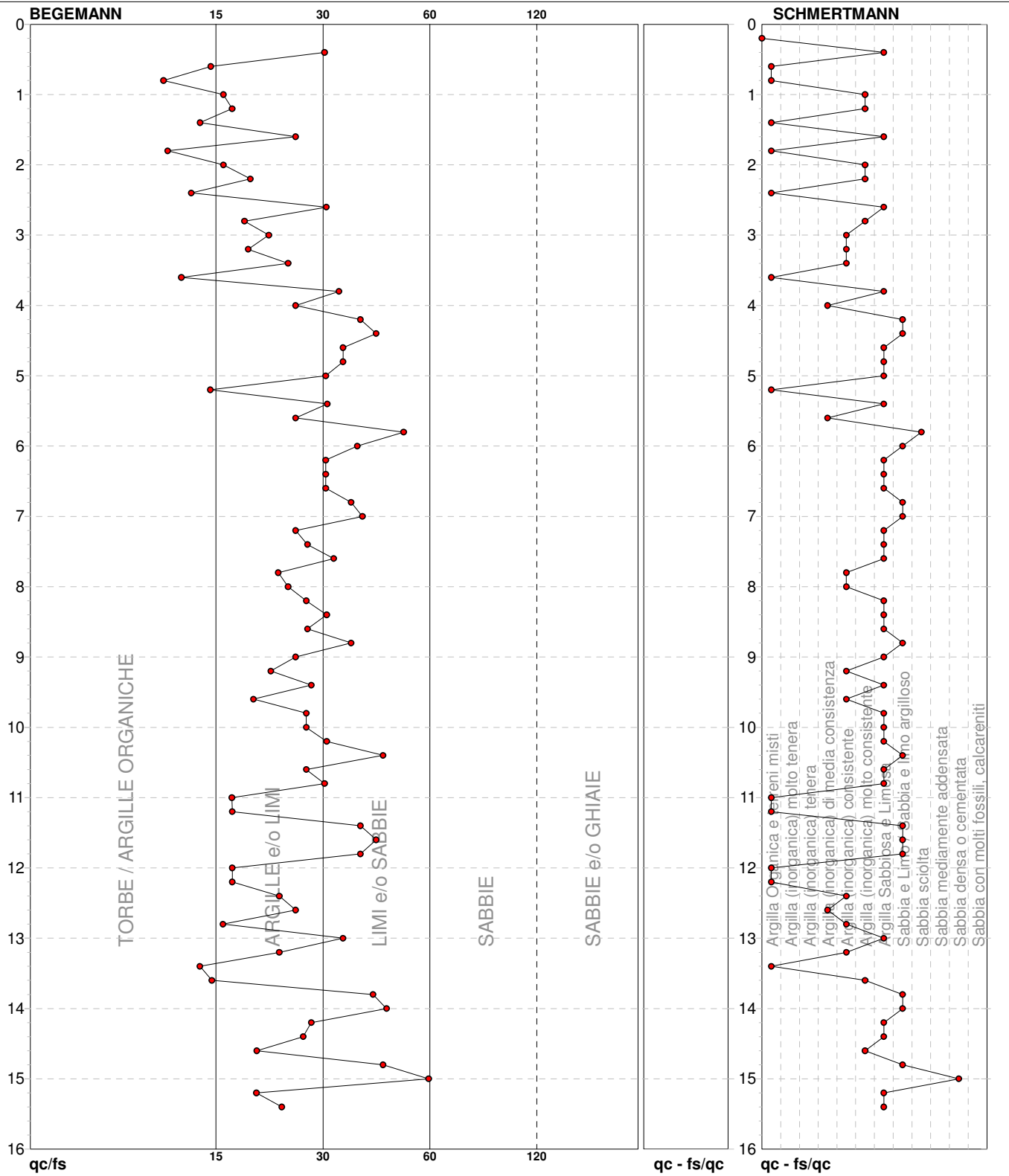
		Litology:	Personalizzata	preforo	m
		Penetrometro:	TG63-200Stat	Corr.astine:	kg/ml
		Responsabile:	Jacopo Martini		
		Assistente:		Cod. tip:	

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	3
Riferimento	250115b
Certificato	029/25

Committente **Novatosc srl**
Cantiere **250115b**
Località **Terricciola (PI)**

U.M.: kg/cm²	Data eseg. 15/01/2025
Scala: 1:80	Data certificato 20/01/2025
Pagina 1	
Elaborato	Falda -4,90 m da p.c.



● 250115b [3] : 15,40 m

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI						CPT	3
						Riferimento	250115b
						Certificato	029/25

Committente	Novatosc srl	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	15/01/2025
Cantiere	250115b	Pagina	1	Data certificato	20/01/2025
Località	Terricciola (PI)	Elaborato		Falda	-4,90 m da p.c.

						NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE												
H	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0,20	--	--	?	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	14,0	29,8	2	1,94	0,08	0,64	89,7	108,2	162,3	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	13,0	14,9	2	1,93	0,11	0,60	50,3	102,8	154,2	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	12,0	11,2	2	1,92	0,15	0,57	32,7	97,1	145,7	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	15,0	16,1	2	1,95	0,19	0,67	29,8	113,3	170,0	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	17,0	17,0	2	1,97	0,23	0,72	26,1	123,0	184,5	54,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	14,0	14,0	2	1,94	0,27	0,64	18,3	108,2	162,3	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	20,0	25,0	4	1,93	0,31	0,80	20,7	136,0	204,0	60,0	45	37	30	27	26	35	27	33,3	50,0	60,0	--	--	
1,80	13,0	11,5	2	1,93	0,35	0,60	12,6	102,8	154,2	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	15,0	16,1	2	1,95	0,39	0,67	12,4	113,3	170,0	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	19,0	19,0	2	1,99	0,43	0,78	13,3	131,8	197,8	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	15,0	13,3	2	1,95	0,46	0,67	9,9	113,6	170,4	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	22,0	30,1	3	1,86	0,50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	22,0	18,3	4	1,93	0,54	0,85	11,0	143,8	215,8	66,0	37	36	29	25	24	32	28	36,7	55,0	66,0	--	--	
3,00	17,0	21,3	2	1,97	0,58	0,72	8,3	138,2	207,4	54,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	15,0	18,8	2	1,95	0,62	0,67	6,9	156,3	234,4	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	16,0	23,9	2	1,96	0,66	0,70	6,7	167,6	251,4	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	10,0	12,5	2	1,90	0,70	0,50	4,2	194,4	291,7	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	13,0	32,5	4	1,88	0,73	0,60	4,9	203,0	304,4	46,5	9	32	24	21	20	27	26	21,7	32,5	39,0	--	--	
4,00	10,0	25,0	2	1,90	0,77	0,50	3,6	217,9	326,9	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	10,0	37,0	4	1,86	0,81	0,50	3,4	227,8	341,7	40,0	--	31	22	19	18	25	26	16,7	25,0	30,0	--	--	
4,40	11,0	40,7	4	1,87	0,85	0,54	3,6	238,9	358,3	42,5	--	31	23	19	18	26	26	18,3	27,5	33,0	--	--	
4,60	9,0	33,3	4	1,85	0,88	0,45	2,7	232,2	348,3	37,8	--	31	21	18	17	25	26	15,0	22,5	27,0	--	--	
4,80	9,0	33,3	4	1,85	0,92	0,45	2,6	236,5	354,7	37,8	--	31	21	18	17	25	26	15,0	22,5	27,0	--	--	
5,00	6,0	30,0	4	0,82	0,94	0,30	1,5	174,8	262,3	28,8	--	31	19	15	15	25	26	10,0	15,0	18,0	--	--	
5,20	7,0	14,9	1	0,46	0,95	0,35	1,8	42,9	64,4	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	10,0	30,3	4	0,86	0,96	0,50	2,8	255,7	383,5	40,0	--	31	21	18	17	25	26	16,7	25,0	30,0	--	--	
5,60	10,0	25,0	2	0,90	0,98	0,50	2,7	258,0	387,0	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	13,0	48,1	4	0,88	1,00	0,60	3,4	280,3	420,4	46,5	2	31	23	19	18	26	26	21,7	32,5	39,0	--	--	
6,00	12,0	36,4	4	0,88	1,02	0,57	3,1	279,3	419,0	44,6	--	31	22	19	18	25	26	20,0	30,0	36,0	--	--	
6,20	12,0	30,0	4	0,88	1,03	0,57	3,0	282,3	423,4	44,6	--	31	22	19	18	25	26	20,0	30,0	36,0	--	--	
6,40	12,0	30,0	4	0,88	1,05	0,57	2,9	285,1	427,6	44,6	--	31	22	18	17	25	26	20,0	30,0	36,0	--	--	
6,60	12,0	30,0	4	0,88	1,07	0,57	2,9	287,7	431,6	44,6	--	31	22	18	17	25	26	20,0	30,0	36,0	--	--	
6,80	14,0	35,0	4	0,89	1,09	0,64	3,2	302,5	453,8	48,2	2	32	22	19	18	26	26	23,3	35,0	42,0	--	--	
7,00	15,0	37,5	4	0,89	1,10	0,67	3,3	309,7	464,6	49,5	4	32	23	19	18	26	27	25,0	37,5	45,0	--	--	
7,20	15,0	25,0	2	0,95	1,12	0,67	3,3	313,9	470,8	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	18,0	26,9	2	0,98	1,14	0,75	3,7	322,6	483,8	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	23,0	31,5	3	0,86	1,16	--	--	--	--	--	18	33	25	21	20	28	28	38,3	57,5	69,0	--	--	
7,80	18,0	22,5	2	0,98	1,18	0,75	3,6	333,0	499,5	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	16,0	23,9	2	0,96	1,20	0,70	3,2	332,9	499,4	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	16,0	26,7	2	0,96	1,22	0,70	3,1	336,6	504,9	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	16,0	30,2	4	0,90	1,24	0,70	3,1	339,8	509,8	51,8	4	32	22	19	18	26	27	26,7	40,0	48,0	--	--	
8,60	18,0	26,9	2	0,98	1,26	0,75	3,3	351,4	527,1	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	21,0	35,0	3	0,85	1,27	--	--	--	--	--	12	33	24	20	19	27	27	35,0	52,5	63,0	--	--	
9,00	20,0	25,0	4	0,93	1,29	0,80	3,5	363,7	545,5	60,0	10	33	23	20	19	27	27	33,3	50,0	60,0	--	--	
9,20	20,0	21,5	4	0,93	1,31	0,80	3,4	368,1	552,2	60,0	10	32	23	20	19	26	27	33,3	50,0	60,0	--	--	
9,40	22,0	27,5	4	0,93	1,33	0,85	3,6	375,1	562,6	66,0	13	33	24	20	19	27	28	36,7	55,0	66,0	--	--	
9,60	18,0	19,4	2	0,98	1,35	0,75	3,0	369,0	553,6	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	16,0	26,7	2	0,96	1,37	0,70	2,7	359,2	538,8	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	16,0	26,7	2	0,96	1,39	0,70	2,7	361,5	542,2	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	16,0	30,2	4	0,90	1,40	0,70	2,6	363,6	545,3	51,8	1	31	22	18	17	25	27	26,7	40,0	48,0	--	--	
10,40	17,0	42,5	4	0,91	1,42	0,72	2,7	373,6	560,4	54,1	2	32	22	19	18	25	27	28,3	42,5	51,0	--	--	
10,60	16,0	26,7	2	0,96	1,44	0,70	2,5	367,6	551,4	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	14,0	29,8	2	0,94	1,46	0,64	2,2	348,4	522,6	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	9,0	17,0	2	0,88	1,48	0,45	1,4	263,9	395,9	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,20	8,0	17,0	2	0,86	1,50	0,40	1,2	237,6	356,3	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	10,0	37,0	4	0,86	1,51	0,50	1,6	290,2	435,2	40,0	--	31	19	16	15	25	26	16,7	25,0	30,0	--	--	
11,60	11,0	40,7	4	0,87	1,53	0,54	1,7	308,6	462,9	42,5	--	31	20	16	15	25	26	18,3	27,5	33,0	--	--	
11,80	10,0	37,0	4	0,86	1,55	0,50	1,5	291,1	436,6	40,0	--	31	19	16	15	25	26	16,7	25,0	30,0	--	--	
12,00	8,0	17,0	2	0,86	1,56	0,40	1,1	238,4	357,6	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,20	8,0	17,0	2	0,86	1,58	0,40	1,1	238,6	357,9	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,40	12,0	22,6	2	0,92	1,60	0,57	1,7	327,6	491,4	44,6	--</												



Appendice n. 17

dott. geol. Florindo Granucci

- Geologia
- Idrogeologia
- Geologia ambientale

Via della Chiesa di Gragnano, 25

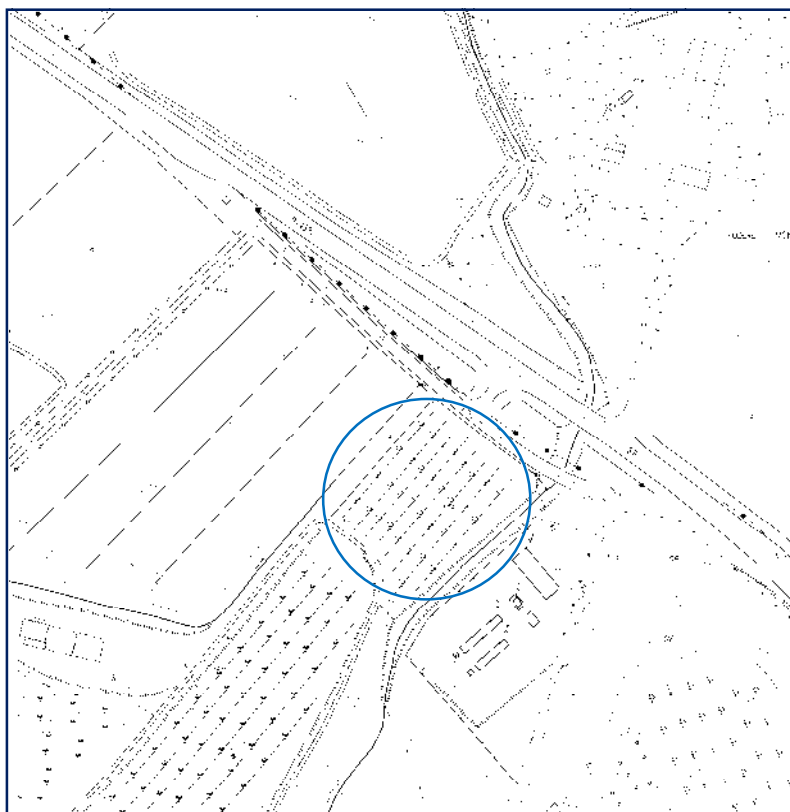
55010 Gragnano - Lucca

tel. 347 5788371

COMUNE DI TERRICCIOLA
Provincia di Pisa

**REPORT INDAGINI SISMICHE DI SUPPORTO AL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI
SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENZA E COLLEGAMENTO ALLA CP DI TERRICCIOLA**

PROSPEZIONE MASW E HVSR



Committente: NOVATOSC srl

Gennaio 2025

Dott. Geol. Florindo Granucci

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INDAGINE MASW	3
2.1	ACQUISIZIONE	6
2.2	ATTREZZATURE E METODOLOGIE IMPIEGATE	6
2.3	MASW STESA TERRICCIOLA	6
2.3.1	<i>Configurazione della linea sismica</i>	<i>7</i>
2.3.2	<i>Elaborazione</i>	<i>8</i>
2.3.3	<i>Conclusioni</i>	<i>12</i>
3	ALLEGATI	14
3.1	GRAFICI MASW	15
3.1.1	<i>Onde Rayleigh componente verticale.....</i>	<i>16</i>
3.1.2	<i>Onde Rayleigh componente radiale</i>	<i>23</i>
3.2	GRAFICI HVSR	30

I diritti del presente lavoro sono riservati, qualsiasi riproduzione, anche parziale, se non espressamente autorizzata, sarà perseguita a norma di legge

1 PREMESSA

La presente relazione sintetizza e illustra i risultati delle indagini sismiche, eseguite per conto della NOVATOSC srl, svolte di supporto al *progetto di realizzazione di sottostazione elettrica di utenza e collegamento alla CP di Terricciola*, Comune di Terricciola (PI).

L'indagine sismica è stata effettuata nel sito dell'intervento, lo sviluppo dell'area ha consentito di effettuare una stesa della lunghezza di 46.0 m con l'esecuzione di due shot ad entrambi gli estremi.

È stata realizzata un'indagine sismica MASW, in base alle cui risultanze e al confronto delle indagini è stato possibile ricostruire il profilo delle V_{seq} .

2 INDAGINE MASW

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata una serie di acquisizioni MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*), analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva (e.g. *Park et al., 1999*) utili a definire il profilo verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle *Norme tecniche per le costruzioni* del DM 17 Gennaio 2018, che, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

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

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

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

N numero di strati;

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

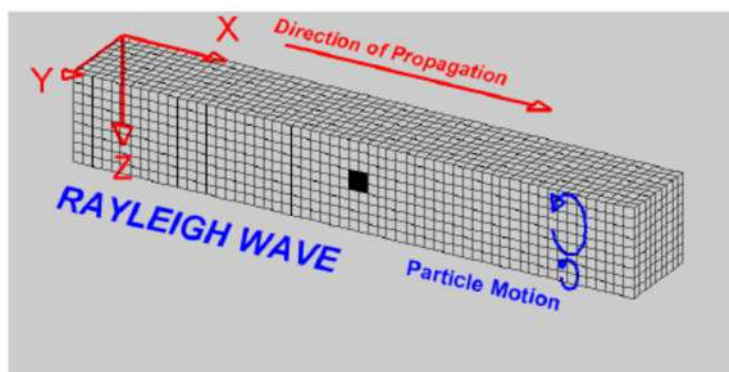
Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{seq} è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

GENERALITÀ SUL METODO MASW

Le onde sismiche che si propagano in un mezzo si dividono, principalmente, in onde di corpo e onde di superficie, fra queste ultime si hanno le onde di Rayleigh, le onde di Love e le onde di Lamb.

Le onde di Rayleigh, in particolare, sono originate dall'interazione fra le onde di pressione e le onde di taglio verticali quando esista una superficie libera in un mezzo omogeneo e isotropo.

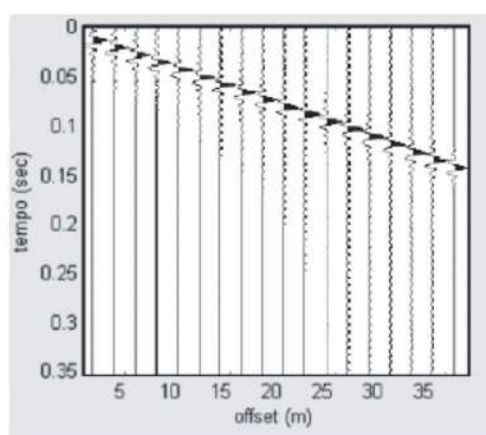


Il moto delle particelle è di tipo ellittico retrogrado, il quale si inverte a una profondità di $\lambda/2\pi$, l'ampiezza dello spostamento decresce secondo una legge esponenziale.

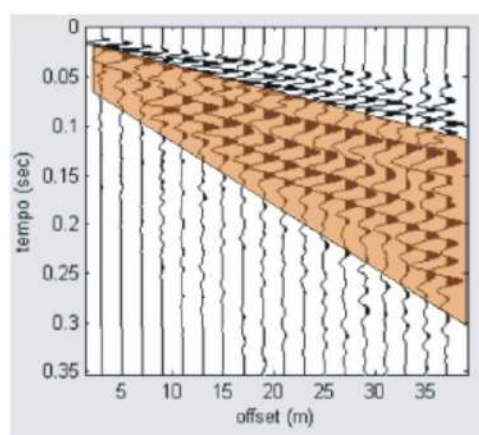
L'energia convertita in onde di Rayleigh è, in percentuale, molto maggiore rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P ed S, inoltre l'ampiezza delle onde di superficie varia con la radice quadrata di r , e non con r come avviene per le onde di corpo.

Le onde di Rayleigh presentano una velocità del 90% circa rispetto a quella delle onde di taglio; in presenza di un semispazio omogeneo, la velocità di tali onde non varia in funzione della frequenza, non si ha cioè dispersione, la deformazione di un treno di onde dovuta alla variazione della velocità di propagazione in funzione della frequenza.

Questa deformazione si manifesta invece quando il terreno presenta una stratificazione; la velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda viene influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a una profondità dell'ordine di $\lambda/2$ circa.



mezzo non stratificato



mezzo stratificato = dispersione

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale.

Quindi una metodologia che utilizzi le onde superficiali è in grado di rilevare variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

Nel caso che l'obiettivo sia di verificare le caratteristiche delle velocità delle onde S nel terreno, questo tipo di indagine è molto utile, in quanto la V_s è il fattore che governa le caratteristiche della dispersione; inoltre il metodo non è limitato dalla presenza di inversioni di velocità, e presenta una buona risoluzione. L'indagine secondo la tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) prevede l'energizzazione mediante sorgente attiva, con registrazione simultanea su 12 o più canali; vengono utilizzati geofoni a componente verticale sensibili alle basse frequenze (un valore tipico sono 4,5 Hz).

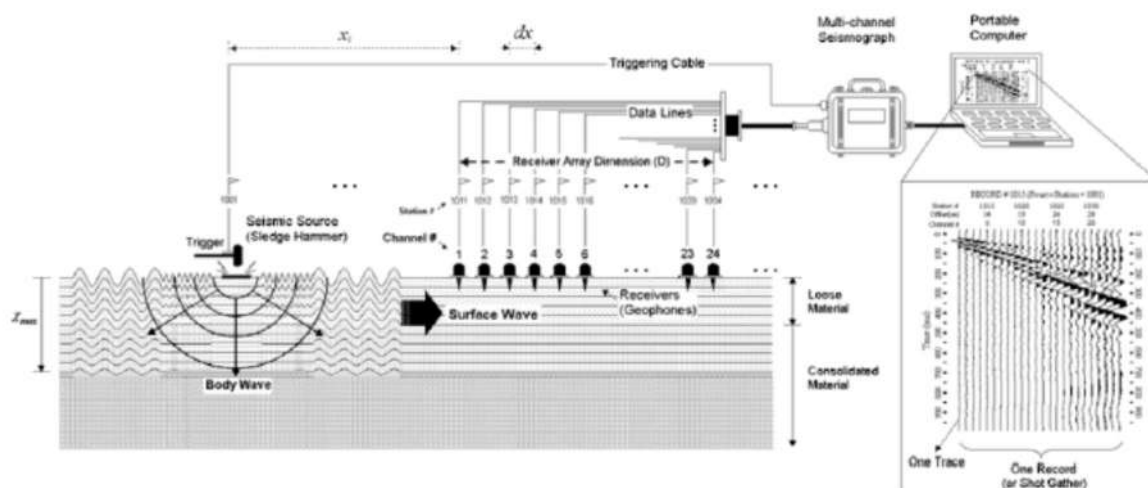


Figura 1. Illustrazione della tecnica di indagine eseguita (SurfSeis – Active Masw, 2006)

La distanza dalla sorgente di energizzazione e il primo ricevitore condiziona l_{max} e quindi la profondità di indagine; anche la lunghezza dello stendimento geofonico è in relazione alla profondità di indagine, mentre la distanza intergeofonica condiziona lo spessore dello strato più sottile rilevabile.

E' importante osservare che nel sismogramma possono comparire diversi tipi di onde: onde di corpo, onde superficiali non piane, onde riverberate dalle disomogeneità superficiali, oltre al rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Questo comporta una difficoltà aggiuntiva nella "lettura" dello spettro di velocità e quindi nella successiva individuazione della curva di dispersione.

Le onde di corpo sono di solito riconoscibili; le onde superficiali riverberate (back scattered) possono risultare prevalenti in un sismogramma quando siano presenti discontinuità orizzontali; le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

In sintesi l'indagine comporta:

- l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- la determinazione di uno spettro di velocità, con velocità di fase in funzione della frequenza;
- l'identificazione della curva di dispersione, cioè la determinazione dei punti che, sullo spettro di velocità, appartengono a un certo modo di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh;
- l'inversione della curva di dispersione, al fine di ottenere il profilo verticale delle Vs.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando come riferimento la curva di dispersione precedentemente ottenuta; per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione è necessaria l'assunzione di valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità. La procedura di inversione utilizzata dal software *winMASW* è legata agli "algoritmi genetici", il quale approccio consente di ottenere risultati più affidabili rispetto ai metodi di inversione basati sulla matrice Jacobiana.

È estremamente utile, per una interpretazione affidabile, poter disporre di dati di riferimento, sia per fornire uno spazio di ricerca iniziale al processo di inversione, sia per effettuare una “modellazione diretta” di ausilio a un corretto “picking” della curva di dispersione.

2.1 Acquisizione

2.2 Attrezzature e metodologie impiegate

Per l'acquisizione è stato impiegato un sismografo digitale *DoReMi* della *Sara Instruments*, collegato ad un computer portatile su cui è installato il programma di acquisizione *DoReMi*, avente le seguenti caratteristiche:

Classe strumentale: sismografo multicanale per geofisica
 Topologia: rete differenziale RS485 half-duplex multipunto
 Lunghezza max rete: virtualmente illimitata con l'uso di ripetitori
 N. max canali per tratta: 255
 Dimensioni elemento: 80x55x18 mm
 Peso: 250 g (per elemento con cavo di 5 metri)
 Cavo: per geofisica 1x2x0.5 + 1x2x0.25 schermato
 Memoria: 60 kBytes (30000 campioni)
 Frequenze selezionabili: da 500 a 20000 Hz (da 2 to 0.05 ms)
 Convertitore: tipo SAR a 16 bit (96 dB)
 Amplificatore: ultra-low noise con ingresso differenziale
 Banda passante: 2Hz - 200Hz
 Rilezione modo comune: >80dB
 Diafonia (crosstalk): zero, la trasmissione è digitale
 Dinamica del sistema
 Risoluzione: 7.6 μ V @ 27dB; 0.076 μ V @ 60dB
 Dinamica di base: 96dB (16 bit)
 S/N ratio fra 0.5 e 30Hz: >94dB (> 150dB con l'uso del PGA)
 Alimentazione: batteria ricaricabile interna operativa 10-15Vdc
 Consumo di energia: Interfaccia 80 mA, canale 30mA per una stringa da 12 canali: < 500mA

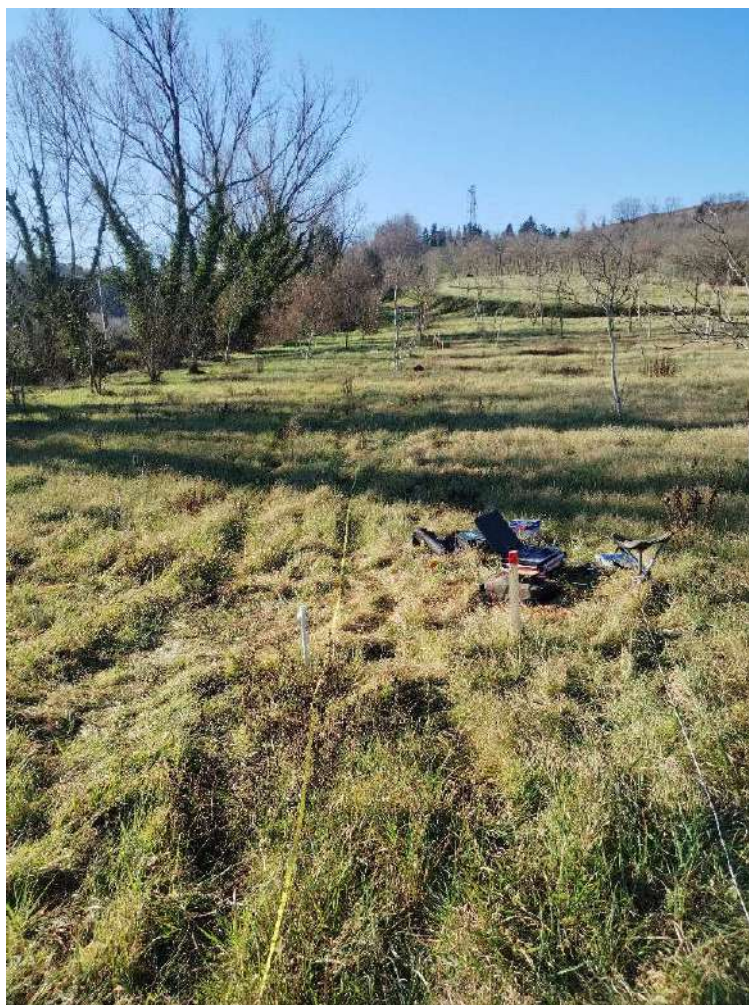
Inoltre, l'attrezzatura è completata da 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz per la ricezione della componente verticale del movimento ellittico delle onde R (Rayleigh) e 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 4,5 Hz per la ricezione della componente radiale del movimento ellittico delle onde R (Rayleigh).

Come sorgente energizzante delle onde R (Rayleigh) è stata utilizzata una mazza da 10 kg battente su piastra in PVC e geofono starter.

2.3 Masw Stesa Terricciola

L'indagine è stata effettuata sul sito di interesse in direzione NE - SW, dove c'era uno spazio sufficiente per poter avere una stesa significativa.

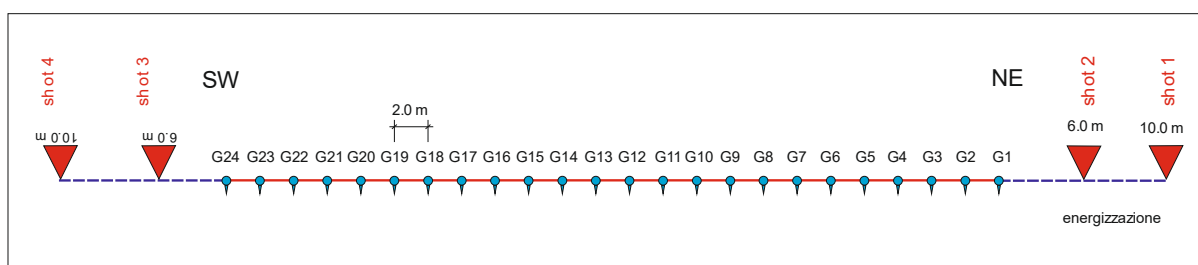
Per l'indagine, visto lo spazio disponibile, sono stati effettuati 2 shot all'estremo NE, con offset minimo dalla linea geofonica rispettivamente di 10.0 m e 6.0 m e 2 shot all'estremo SW, con offset minimo dalla linea geofonica rispettivamente di 10.0 m e 6.0 m, con tempo di acquisizione di 1 s e intervallo di campionamento di 0.200 ms.



2.3.1 Configurazione della linea sismica

Nell'area oggetto di studio, considerando la logistica del sito, è stata eseguita n°1 prospezione sismica MASW utilizzando una configurazione a 24 geofoni interspaziati di 2.00 metri (lunghezza stesa 46.0 metri) con direzione NE - SW; la configurazione della stesa è riportata nello schema che segue:

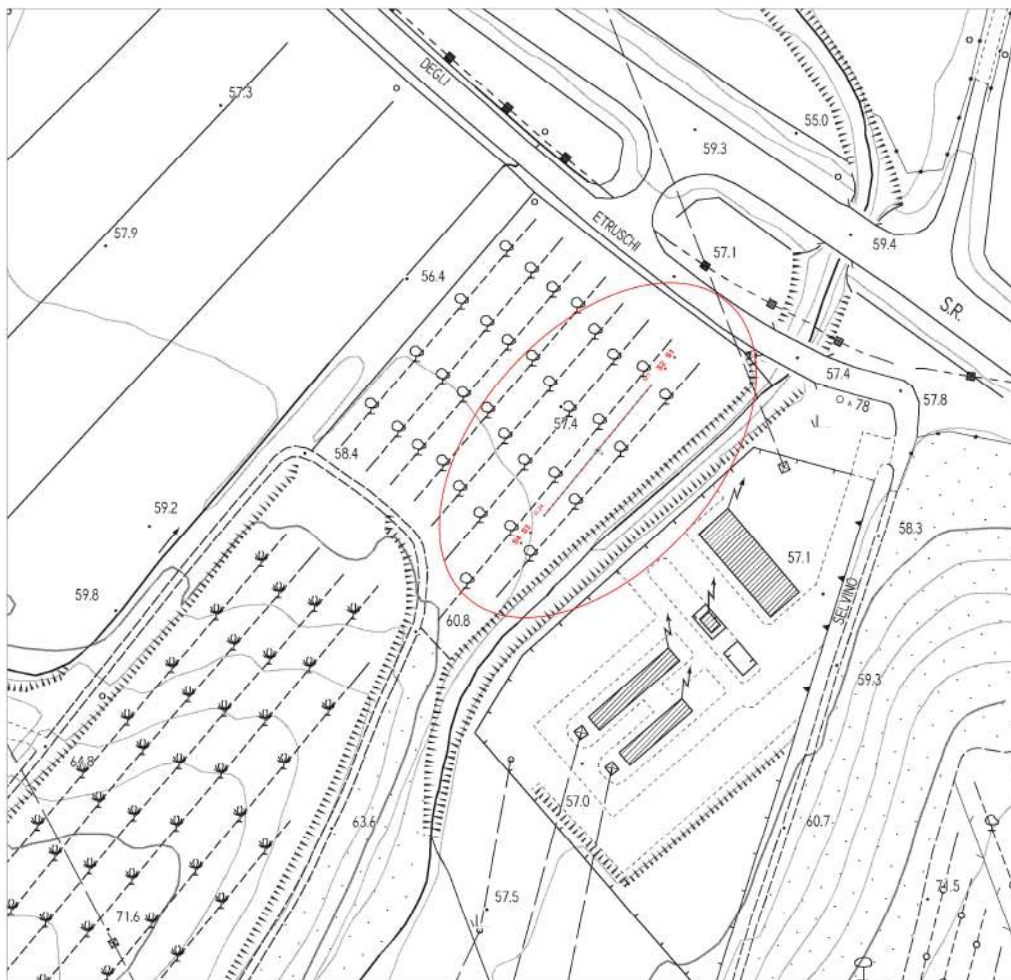
MASW TERRICCIOLA



Quota di riferimento per i geofoni (quota più vicina riportata cartografia CTR 2.000) 57.4 m slm; posizione della verticale d'esplorazione, posta circa a metà della stesa (Gauss Boaga EPSG 3003):

X= 1638438.97

Y= 4819671.87



Le registrazioni avvenute in campagna sono state ottenute, in fase di acquisizione, utilizzando la medesima sensibilità per ciascun geofono e senza l'utilizzo di filtraggio delle frequenze.

2.3.2 Elaborazione

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software *winMASW 3c 2019*, che consente la determinazione di profili della velocità delle onde di taglio V_s tramite modello diretto e tramite inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi "genetici".

Tale programma è in grado di operare sui records in formato *.SGY* prodotti dalla strumentazione *DoReMi - Sara* e di effettuare l'analisi delle curve di dispersione in onde di Rayleigh.

Terricciola – Componente verticale onde Rayleigh

Si sono dapprima confrontati gli spettri di dispersione ottenuti dai vari shots e poi il pre-trattamento e l'elaborazione sono stati effettuati sullo shot 4 avente offset minimo dalla linea geofonica pari a 10.0 m, che dava risultati confrontabili con gli altri shot con offset minimo 7.0 m e 10.0 m, ma più chiari.

Si è proceduto dapprima da modello diretto, considerando anche gli spessori dei sismostrati derivanti dall'indagine geognostica e geologica.

Alla presente relazione è allegato il grafico del common-shot gather dopo una prima “selezione” del dato e lo spettro di velocità di fase risultante; nel grafico finale sono riportate, sullo spettro di velocità di fase stesso, le curve di dispersione (3 modi) relative al modello adottato.

Il modello contempla 8 strati a diversa velocità V_s e precisamente:

Shot offset min 10.00 m	Strato	1	2	3	4	5	6	7	8
	Vsv da Rayleigh ($m s^{-1}$)	150	180	260	320	360	300	600	1000
	Spessore (m)	2.0	2.0	5.0	8.0	12.0	10.0	30.0	

Con i dati ottenuti si ha per la zona di indagine, a partire da piano campagna, una $V_{seq} = 285 m s^{-1}$.

In una seconda fase si è poi effettuata una interpretazione mediante picking e successiva inversione, prendendo come modello di partenza il modello diretto derivante dalla precedente interpretazione.

Di seguito si riporta il modello geofisico che sembra meglio adeguarsi a tutti gli spettri di dispersione:

MASW TERRICCIOLA_ZVF

<i>Litologie probabili</i>	<i>Velocità V_s ($m s^{-1}$)</i>		<i>Spessore (m)</i>	
	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
<i>Sismostrato 1 - Limi e argille</i>	99.0	210.0	1.32	2.80
<i>Sismostrato 2 - Limi e argille</i>	118.8	252.0	1.32	2.80
<i>Sismostrato 3 - Limi e argille</i>	171.6	364.0	3.30	7.00
<i>Sismostrato 4 - Limi e argille</i>	211.2	448.0	5.28	11.20
<i>Sismostrato 5 - Limi e argille</i>	237.6	504.0	7.92	16.80
<i>Sismostrato 6 - Limi e argille</i>	198.0	420.0	6.60	14.00
<i>Sismostrato 7 - Limi e argille</i>	396.0	840.0	19.80	42.00
<i>Sismostrato 8 - Limi e argille</i>	660.0	1400.0		

Il modello di suolo sopra riportato rappresenta il modello di partenza (input) per l'analisi di ricerca del modello medio e migliore della prospezione sismica MASW. Infatti, l'analisi MASW fornisce vari modelli (profili di velocità V_s monodimensionale) ottenuti mediante processo di inversione, tra i quali viene adottato quello relativo al modello stratigrafico medio.

Il modello stratigrafico risultante è il seguente:

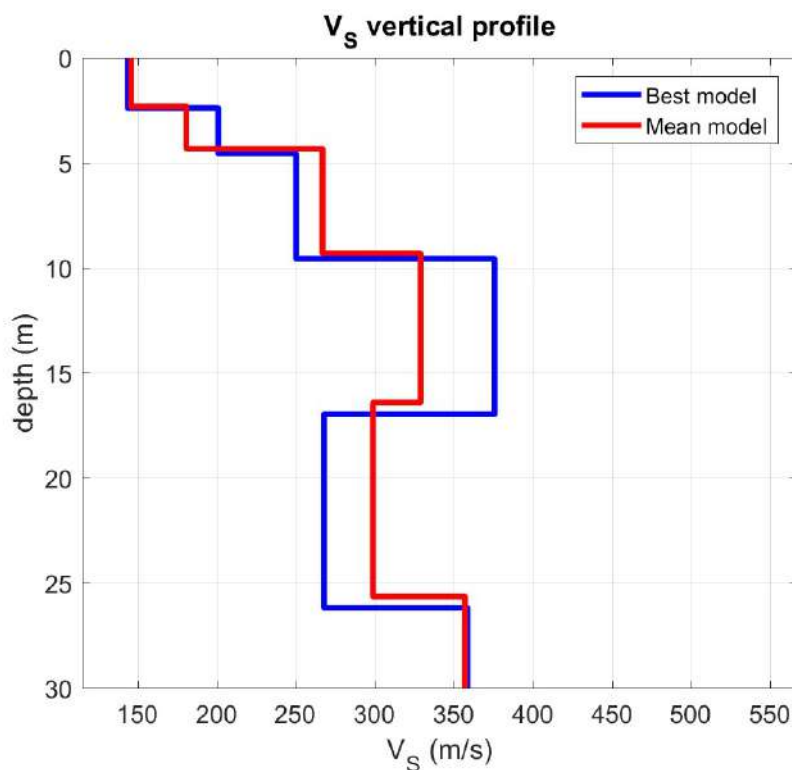
Strato	1	2	3	4	5	6	7	8
V_s ($m s^{-1}$)	146	181	267	329	299	357	690	966
Spessore (m)	2.3	2.0	5.0	7.1	9.2	7.8*	25.1	
Densità ($g cm^{-3}$)	1.81	1.82	1.91	1.96	1.94	1.98	2.12	2.16

Valori oltre 30.0 m

* spessore totale del livello, lo spessore alla profondità di calcolo è di 4.4 m

Come si osserva nei grafici relativi, il modello è confrontabile con la precedente interpretazione e si ha (a partire da piano campagna) una V_{seq} di 272 m s^{-1} , che risulta molto prossimo al modello di partenza.

Il profilo verticale delle Vs risultante è il seguente:



Terricciola – Componente radiale onde Rayleigh

Si sono dapprima confrontati gli spettri di dispersione ottenuti dai vari shots e poi il pre-trattamento e l'elaborazione sono stati effettuati sullo shot 4 avente offset minimo dalla linea geofonica pari a 10.0 m, che dava risultati confrontabili con gli altri shot con offset minimo 7.0 m e 10.0 m, ma più chiari.

Si è proceduto dapprima da modello diretto, considerando anche gli spessori dei sismostrati derivanti dall'indagine geognostica e geologica.

Alla presente relazione è allegato il grafico del common-shot gather dopo una prima "selezione" del dato e lo spettro di velocità di fase risultante; nel grafico finale sono riportate, sullo spettro di velocità di fase stesso, le curve di dispersione (3 modi) relative al modello adottato.

Il modello contempla 8 strati a diversa velocità Vs e precisamente:

Shot offset min 10.00 m	Strato	1	2	3	4	5	6	7	8
	Vsv da Rayleigh (m s^{-1})	150	180	260	320	360	300	600	1000
	Spessore (m)	2.0	2.0	5.0	8.0	12.0	10.0	30.0	

Con i dati ottenuti si ha per la zona di indagine, a partire da piano campagna, una $V_{seq} = 285 \text{ m s}^{-1}$.

In una seconda fase si è poi effettuata una interpretazione mediante picking e successiva inversione, prendendo come modello di partenza il modello diretto derivante dalla precedente interpretazione.

Di seguito si riporta il modello geofisico che sembra meglio adeguarsi a tutti gli spettri di dispersione:

MASW TERRICCIOLA_RVF

<i>Litologie probabili</i>	<i>Velocità Vs (m s⁻¹)</i>		<i>Spessore (m)</i>	
	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
<i>Sismostrato 1 - Limi e argille</i>	99.0	210.0	1.32	2.80
<i>Sismostrato 2 - Limi e argille</i>	118.8	252.0	1.32	2.80
<i>Sismostrato 3 - Limi e argille</i>	171.6	364.0	3.30	7.00
<i>Sismostrato 4 - Limi e argille</i>	211.2	448.0	5.28	11.20
<i>Sismostrato 5 - Limi e argille</i>	237.6	504.0	7.92	16.80
<i>Sismostrato 6 - Limi e argille</i>	198.0	420.0	6.60	14.00
<i>Sismostrato 7 - Limi e argille</i>	396.0	840.0	19.80	42.00
<i>Sismostrato 8 - Limi e argille</i>	660.0	1400.0		

Il modello di suolo sopra riportato rappresenta il modello di partenza (input) per l'analisi di ricerca del modello medio e migliore della prospezione sismica MASW. Infatti, l'analisi MASW fornisce vari modelli (profili di velocità Vs monodimensionale) ottenuti mediante processo di inversione, tra i quali viene adottato quello relativo al modello stratigrafico medio.

Il modello stratigrafico risultante è il seguente:

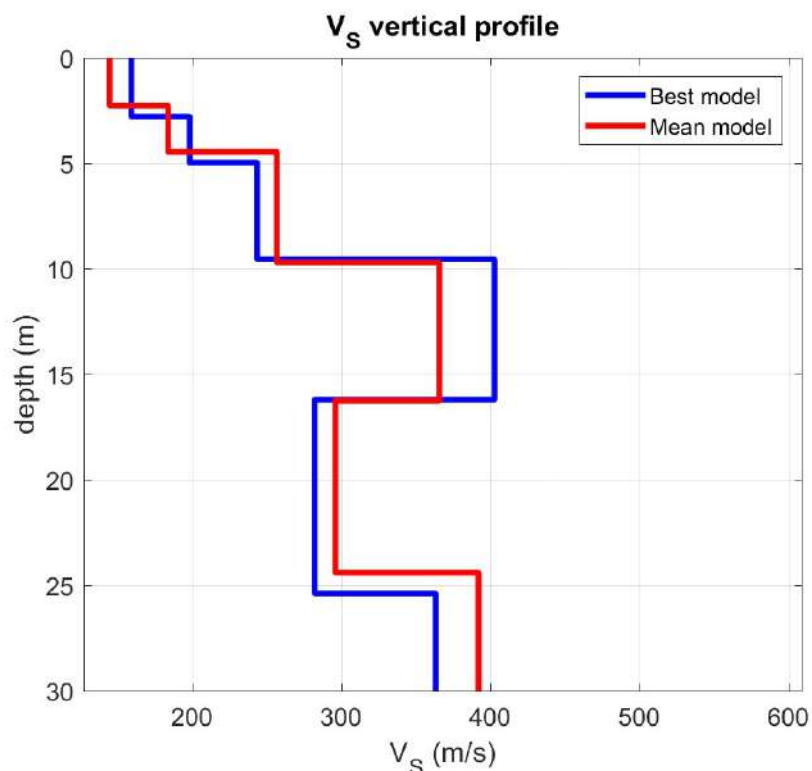
Strato	1	2	3	4	5	6	7	8	
Vs (m s ⁻¹)	145	184	257	366	296	392	771	1049	
Spessore (m)	2.3	2.0	5.2	6.5	8.2	7.6*	32.2		
Densità (g cm ⁻³)	1.80	1.82	1.90	1.99	1.94	2.00	2.14	2.18	

Valori oltre 30.0 m

* spessore totale del livello, lo spessore alla profondità di calcolo è di 5.8 m

Come si osserva nei grafici relativi, il modello è confrontabile con la precedente interpretazione e si ha (a partire da piano campagna) una **V_{seq} di 279 m s⁻¹**, che risulta molto prossimo al modello di partenza.

Il profilo verticale delle Vs risultante è il seguente:



2.3.3 Conclusioni

Sulla base dei dati raccolti in campagna e delle elaborazioni prodotte è stato possibile evidenziare che nella zona di studio si trova uno spessore consistente di alluvioni a dominante sottile che scendendo in profondità migliora le proprie caratteristiche meccaniche.

Le velocità sono basse in superficie e aumentano con la profondità.

Con i risultati ottenuti dall'indagine sismica MASW per la componente verticale delle onde R si ottiene per il sito indagato, una V_{seq} pari a **272 m s⁻¹**, con la velocità che incrementa con la profondità e con il bedrock sismico posto a profondità >30 m.

Con i risultati ottenuti dall'indagine sismica MASW per la componente radiale delle onde R si ottiene per il sito indagato, una V_{seq} pari a **279 m s⁻¹**, con la velocità che incrementa con la profondità e con il bedrock sismico posto a profondità >30 m.

Si rileva una sostanziale convergenza dei due sistemi di indagine, con piccole differenze sulle velocità e sugli spessori, ma con una interpretazione univoca del modello

In base a quanto esposto e alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018) il suolo di fondazione viene inserito nella **categoria 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.*

La misura delle V_{seq} è stata eseguita in al piano di campagna e le NTC 2018 al punto 3.2.2 riportano che la profondità di riferimento per il calcolo delle V_{s30} deve essere la seguente: *“Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita*

alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione."

Gragnano, 23 Gennaio 2025

dott. geol. Florindo Granucci

3 ALLEGATI

3.1 Grafici MASW

3.1.1 Onde Rayleigh componente verticale

Analyzing Phase velocities

==o== SECTION#1

dataset: 4_TERR_ZVF_dx2_mo10G24.sgy

minimum offset (m): 10

geophone spacing (m): 2

sampling (ms): 0.2

Dispersion curve: TERR_ZVF_04_pick2.cdp

Number of individuals: 100

Number of generations: 101

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing Phase Velocities

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 99					1.32	118.8	1.32	171.6		
3.3	211.2	5.28	237.6	7.92	198	6.6	396	19.8	660	
Adopted search space (maximum Vs & thickness): 210					2.8	252	2.8	364		
7	448	11.2	504	16.8	420	14	840	42	1400	
Adopted Poisson values: 0.39972					0.35031	0.34983	0.34992	0.34979	0.34969	0.29975
0.2										

Output folder: C:\Users\Utente\Desktop\Documenti\1 Lavori\COSTRUZIONI\la PUGLIESI
SOTTOSTAZIONE TERRICCIOLA\TERRICCIOLA PUGLIESI MASW\TERRICCIOLA
ZVF\TERR_ZVF_04_prova2

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-51.4921	-30.6227
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-47.6687	-30.1029
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-47.1931	-30.1029
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-45.3701	-30.1029
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-44.9817	-26.9295
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-42.2014	-26.9295
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-40.4188	-26.8804
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-40.5899	-26.8804
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-39.9062	-26.8804
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-38.7621	-26.8804
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-38.5955	-26.8804
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-38.6672	-26.2143
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-37.1866	-26.2143
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-36.8829	-26.2143
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-36.204	-26.2143
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-34.3924	-25.9272
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-34.4795	-25.9272
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-34.0674	-25.3292
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-32.8946	-25.3292
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-33.7671	-25.3292
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-33.6167	-25.3292
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-33.591	-25.3292
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-33.8581	-25.3292
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-34.6565	-25.3292
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-34.5842	-25.3292
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:	-34.2237	-25.1964

[illegible]

Optimizing Vs & Thickness - generation: 87; average & best misfits: -31.6775 -24.5275
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 88; average & best misfits: -32.5582 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 89; average & best misfits: -31.9826 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 90; average & best misfits: -31.932 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 91; average & best misfits: -32.1336 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 92; average & best misfits: -31.4341 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 93; average & best misfits: -31.0691 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 94; average & best misfits: -31.59 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 95; average & best misfits: -33.4292 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 96; average & best misfits: -32.1288 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 97; average & best misfits: -32.6445 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 98; average & best misfits: -33.4479 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 99; average & best misfits: -34.5283 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 100; average & best misfits: -32.5896 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 101; average & best misfits: -31.8104 -24.5244

Forcing the search space

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -43.9279 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -42.1487 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -39.0369 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -37.2785 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -37.4673 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -37.337 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -37.3042 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -36.7501 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -35.9532 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -34.9285 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -33.0226 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -31.3057 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -31.2789 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -31.1728 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -32.869 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -32.0098 -24.5244
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -31.1599 -24.4137
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -31.4101 -24.4137
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -31.2649 -24.4137
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -30.2698 -24.4137
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -30.2849 -24.4137
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -29.682 -24.4137
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -29.8513 -24.4137
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -29.8648 -24.4137
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -29.0989 -24.4137
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -28.4688 -24.4137

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 144 201 250 376 268 359 795 920

Thickness (m): 2.4 2.2 5 7.4 9.2 7.6 26

Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.3 0.2

Number of models considered to calculate the average model: 4149

RESULTS
 #####

Dataset: 4_TERR_ZVF_dx2_mo10G24.sgy
 Analyzed curve: TERR_ZVF_04_pick2.cdp

==o== SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-Wave Dispersion

=====

MEAN MODEL

Vs (m/s): 146 181 267 329 299 357 690 966

Standard deviations (m/s): 4 6 11 26 26 14 62 148

Thickness (m): 2.3 2.0 5.0 7.1 9.2 7.8 25.1

Standard deviations (m): 0.2 0.2 0.5 0.8 0.4 0.6 4.3

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 357 377 556 685 622 743 1290 1577

Density (gr/cm3): 1.81 1.82 1.91 1.96 1.94 1.98 2.12 2.16

Vp/Vs ratio: 2.45 2.08 2.08 2.08 2.08 2.08 1.87 1.63

Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20

Shear modulus (MPa): 38 60 136 212 173 253 1007 2020

Fundamental mode

Mean model

frequency (Hz) VR(m/s)

4.02039 482.741

5.00987 321.0328

7.48355 268.8881

9.77171 255.025

12.1836 237.9559

15.3375 209.136

19.2954 178.8098

35.8072 143.9555

45.3309 140.3103

First higher mode

Mean model

8.2875 421.9155

12.1836 333.9752

22.2638 258.4162

28.5717 240.8974

33.2099 229.8354

39.6414 213.5124

44.4651 202.3574

==o== SECTION#4

=====

BEST MODEL

Vs (m/s): 144 201 250 376 268 359 795 920

thickness (m): 2.40233 2.16875 5.01028 7.38687 9.21797 7.55866 25.9973

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 352 419 520 783 558 747 1487 1502

Density (gr/cm3): 1.80 1.84 1.90 1.99 1.91 1.98 2.15 2.15

Vp/Vs ratio: 2.44 2.08 2.08 2.08 2.08 2.08 1.87 1.63

Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20

Shear modulus (MPa): 37 74 118 282 137 256 1359 1822

dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode

best model

F(Hz)	VR(m/s)
4.02039	462.4628
5.00987	304.9597
7.48355	268.5742
9.77171	258.3782
12.1836	236.6384
15.3375	207.6277
19.2954	183.7147
35.8072	143.4378
45.3309	138.7755

First higher mode)

best model

8.2875	425.059
12.1836	329.752
22.2638	259.7026
28.5717	235.3173
33.2099	224.0973
39.6414	212.1099
44.4651	204.9245

Vs5 (mean model): 169 169 m/s

Vs5 (best model): 171 171 m/s

Vs20 (mean model): 252 252 m/s

Vs20 (best model): 255 255 m/s

Vs30 (mean model): 272 272 m/s

Vs30 (best model): 267 267 m/s

==o== SECTION#6

For Italian Users:

Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018:

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

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.

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.

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Results saved in the folder "C:\Users\Utente\Desktop\Documenti\1 Lavori\COSTRUZIONI\la PUGLIESI SOTTOSTAZIONE TERRICCIOLA\TERRICCIOLA PUGLIESI MASW\TERRICCIOLA ZVF\TERR_ZVF_04_prova2".

=====

winMASW - Surface Waves & Beyond

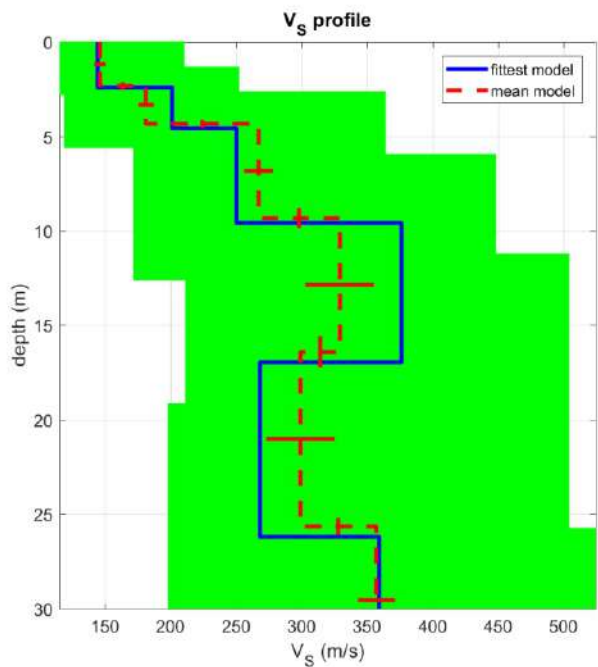
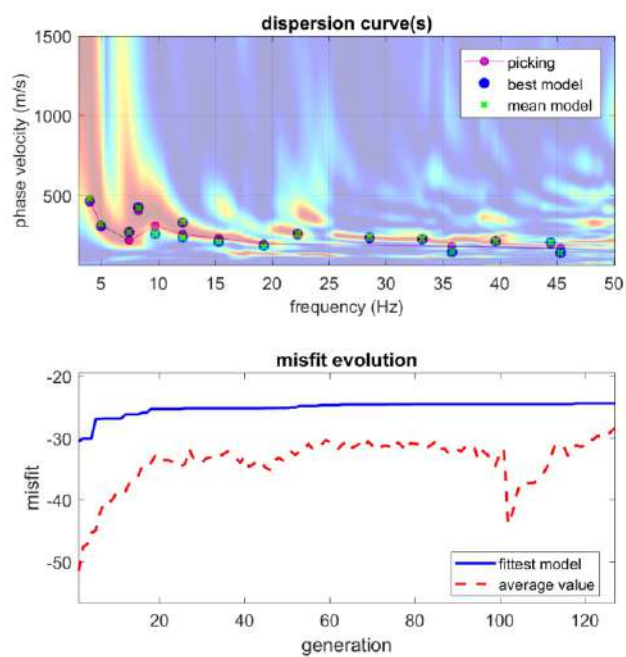
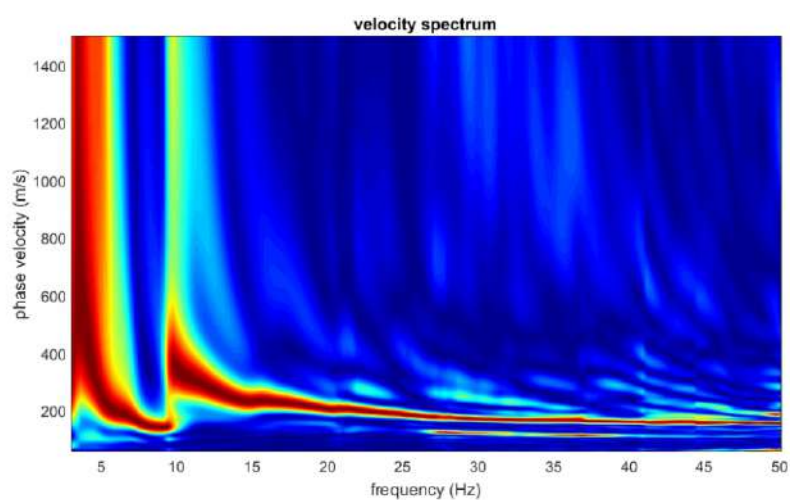
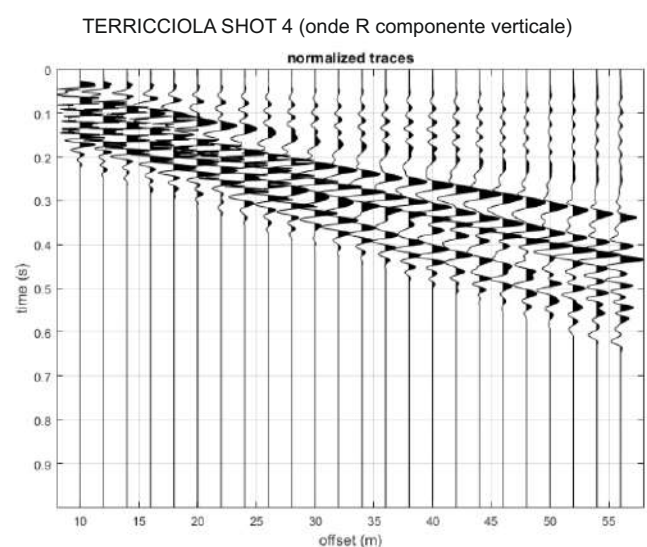
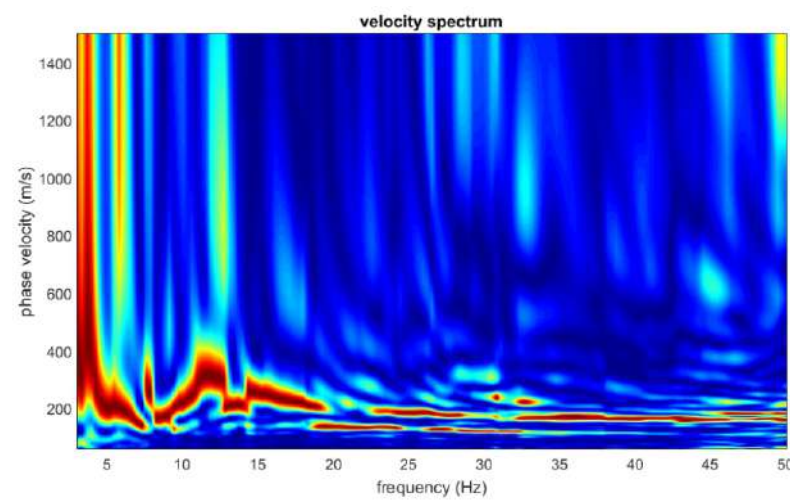
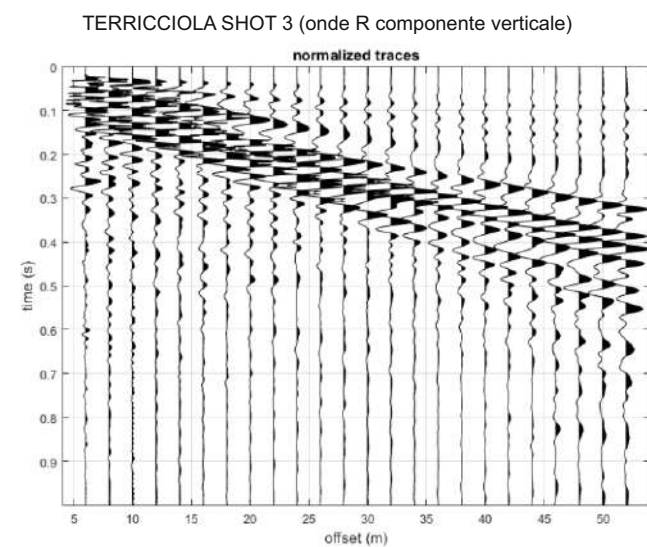
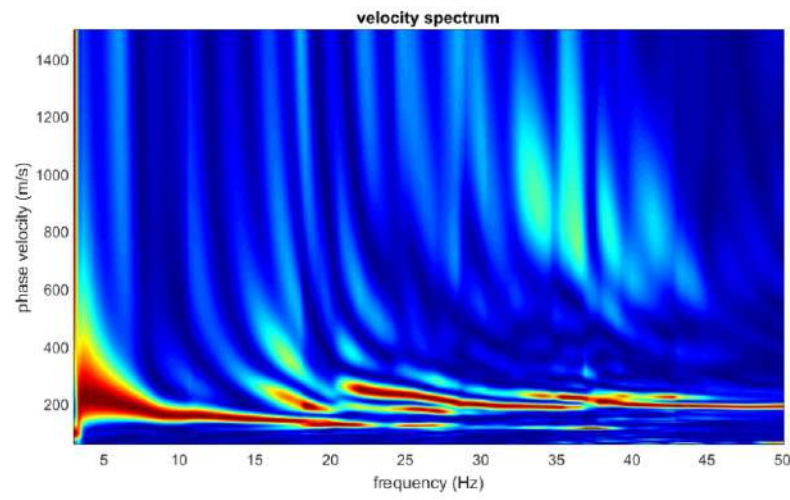
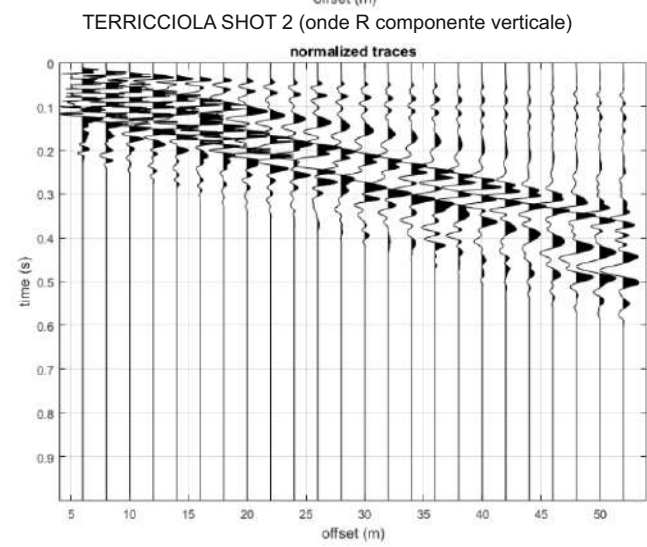
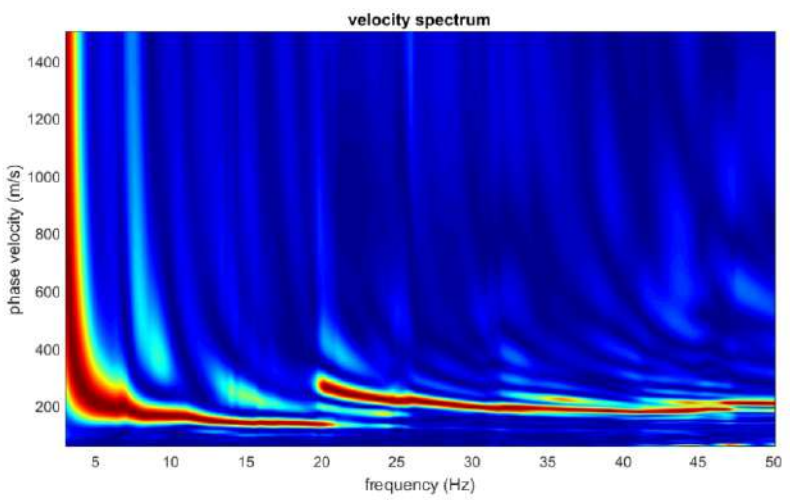
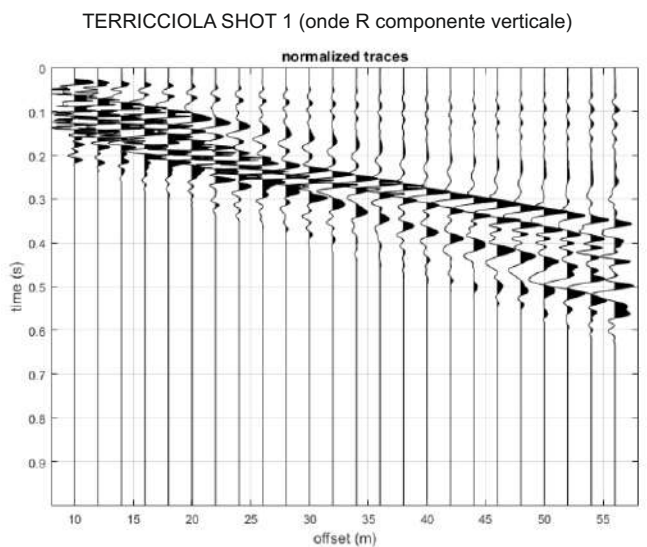
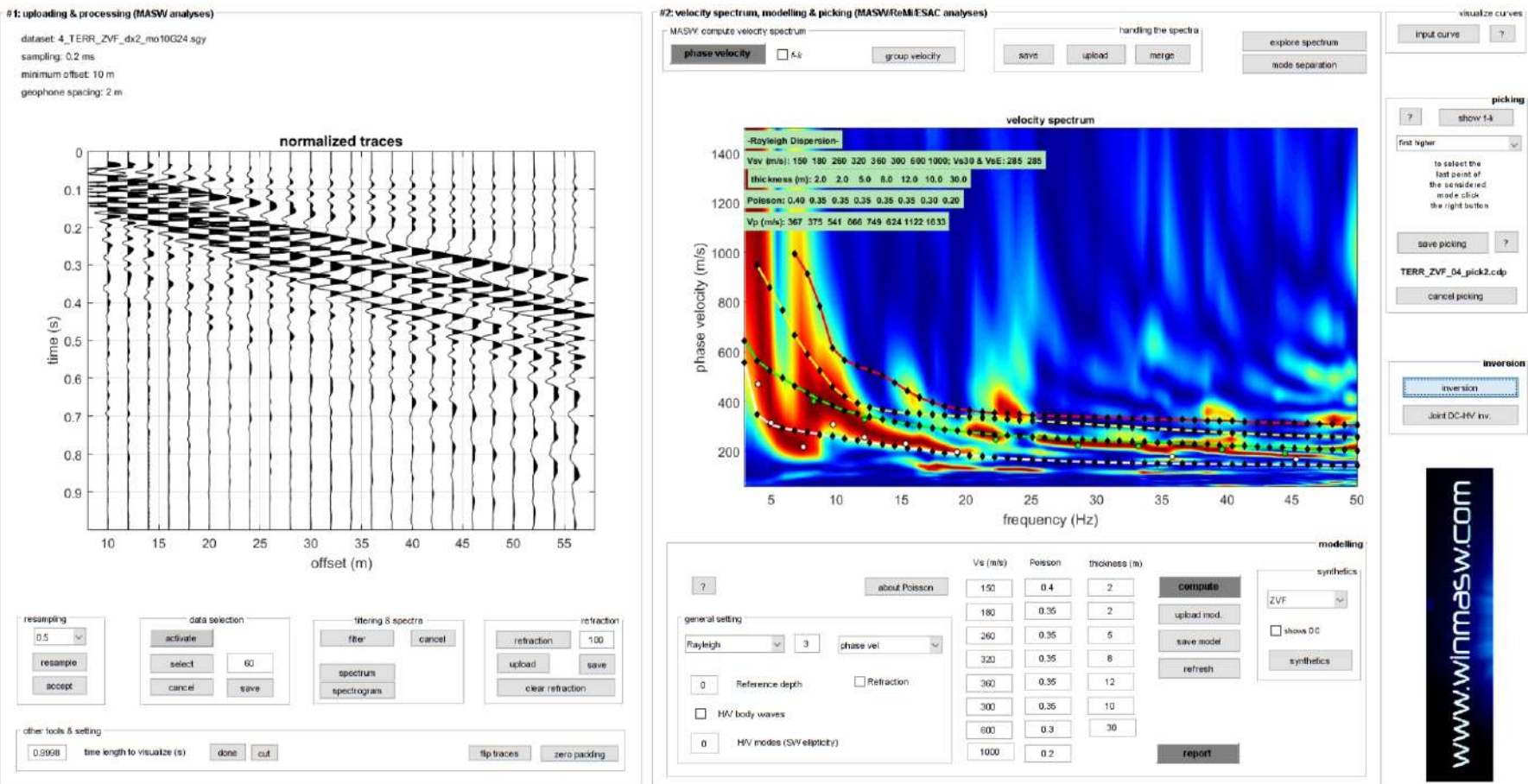
www.winmasw.com

Number of models used to define the mean model: 4149

Vs5 for the best model: 171 171

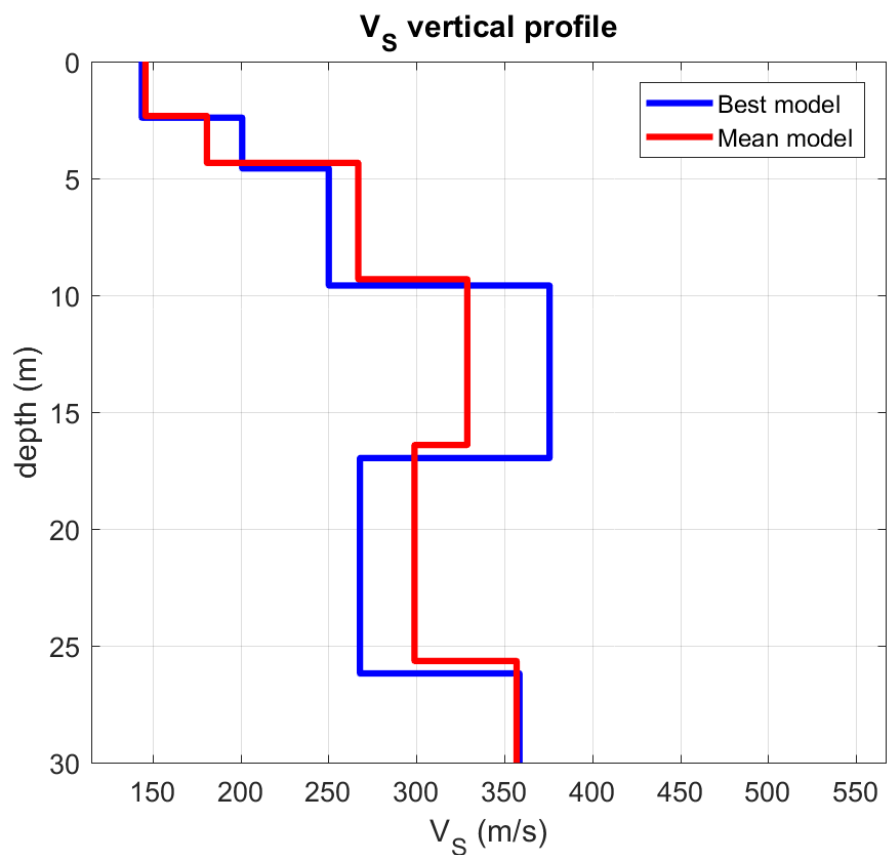
Vs30 for the best model: 267 267

Terricciola Stesa 1 Grafici MASW
Onde R Componente verticale



dataset: 4_TERR_ZVF_dx2_m010G24.sgy
dispersion curve: TERR_ZVF_04_pick2.cdp
Vs30 & VsE (best model): 267 267 m/s
Vs30 & VsE (mean model): 272 272 m/s

www.winmasw.com



3.1.2 Onde Rayleigh componente radiale

Analyzing Phase velocities

==o== SECTION#1

dataset: 4_TERR_M_RVF_dx2_mo10G24.sgy

minimum offset (m):

geophone spacing (m):

sampling (ms):

Dispersion curve: TERR_RVF_04_pick 2.cdp

Number of individuals: 100

Number of generations: 101

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing Phase Velocities

Adopted search space (minimum Vs & thickness):	99	1.32	118.8	1.32	171.6
3.3	211.2	5.28	237.6	7.92	198
Adopted search space (maximum Vs & thickness):	210	2.8	252	2.8	364
7	448	11.2	504	16.8	420
Adopted Poisson values:	0.39972	0.35031	0.34983	0.34992	0.34979
				0.34969	0.29975
0.2					

Output folder: C:\Users\Utente\Desktop\Documenti\1 Lavori\COSTRUZIONI\la PUGLIESI
SOTTOSTAZIONE TERRICCIOLA\TERRICCIOLA PUGLIESI MASW\TERRICCIOLA
RVF\TERR_RVF_04_prova 2

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-52.7312	-38.4488
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-50.2958	-38.4488
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-50.0143	-35.5755
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-48.5833	-35.5755
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-49.0798	-35.5755
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-47.8133	-35.5755
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-47.6597	-35.5755
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-46.9028	-34.9887
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-47.589	-34.9887
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-46.2709	-34.9887
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-44.5931	-34.0981
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-43.4766	-34.0981
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-43.5176	-34.0981
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-43.1247	-33.9036
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-42.5584	-33.9036
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-42.3891	-32.7747
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-42.7801	-32.7747
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-42.0323	-32.7747
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-41.6041	-32.7747
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-42.4232	-32.7747
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-41.6481	-30.7852
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-42.1181	-30.7852
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-40.6575	-29.8719
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-39.5837	-29.8719
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-38.2952	-29.8719
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:	-38.215	-29.8719

Optimizing Vs & Thickness - generation: 87; average & best misfits: -33.9951	-29.3468
Optimizing Vs & Thickness - generation: 88; average & best misfits: -33.7309	-29.3382
Optimizing Vs & Thickness - generation: 89; average & best misfits: -34.4698	-29.3382
Optimizing Vs & Thickness - generation: 90; average & best misfits: -33.4429	-29.3382
Optimizing Vs & Thickness - generation: 91; average & best misfits: -34.2162	-29.3382
Optimizing Vs & Thickness - generation: 92; average & best misfits: -34.3767	-29.3382
Optimizing Vs & Thickness - generation: 93; average & best misfits: -34.173	-29.3382
Optimizing Vs & Thickness - generation: 94; average & best misfits: -34.0577	-29.3382
Optimizing Vs & Thickness - generation: 95; average & best misfits: -33.6076	-29.336
Optimizing Vs & Thickness - generation: 96; average & best misfits: -33.4936	-29.336
Optimizing Vs & Thickness - generation: 97; average & best misfits: -34.6911	-29.336
Optimizing Vs & Thickness - generation: 98; average & best misfits: -35.6575	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 99; average & best misfits: -35.5006	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 100; average & best misfits: -35.185	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 101; average & best misfits: -35.7551	-29.2031

Forcing the search space

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -47.9951	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -44.1676	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -41.7769	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -39.0823	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -40.1038	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -39.1431	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -39.9054	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -39.413	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -39.3621	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -38.5841	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -37.4465	-29.2031
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -36.7579	-28.95
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -36.5404	-28.95
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -36.0048	-28.95
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -36.8465	-28.95
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -36.6683	-28.95
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -36.5861	-28.95
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -37.3466	-28.95
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -37.0907	-28.95
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -37.271	-28.95
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -37.3985	-28.95
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -37.404	-28.95
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -36.6025	-28.9237
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -36.2012	-28.9237
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -35.2212	-28.9237
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -36.0257	-28.9237

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 159 198 244 403 282 363 985 768

Thickness (m): 2.8 2.2 4.6 6.7 9.2 5.3 24

Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.3 0.2

Number of models considered to calculate the average model: 5006

RESULTS
#####

Dataset: 4_TERR_M_RVF_dx2_mo10G24.sgy
 Analyzed curve: TERR_RVF_04_pick 2.cdp

==o== SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-Wave Dispersion

=====

MEAN MODEL

Vs (m/s): 145 184 257 366 296 392 771 1049
 Standard deviations (m/s): 5 7 10 26 15 19 43 236

Thickness (m): 2.3 2.2 5.2 6.5 8.2 7.6 32.2
 Standard deviations (m): 0.2 0.2 0.6 0.6 0.4 0.8 5.5

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 355 383 535 762 616 815 1442 1713
 Density (gr/cm3): 1.80 1.82 1.90 1.99 1.94 2.00 2.14 2.18
 Vp/Vs ratio: 2.45 2.08 2.08 2.08 2.08 2.08 1.87 1.63
 Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20
 Shear modulus (MPa): 38 62 126 266 170 308 1274 2404

Fundamental mode

Mean model

frequency (Hz)	VR(m/s)
4.70066	428.1492
6.86513	287.0013
9.70987	260.5746
12.1217	236.1667
16.9454	191.4987
26.1599	155.1957
36.2401	143.5691
45.3309	139.7567

First higher mode

Mean model

8.2875	420.9685
10.0191	372.8974
12.9257	318.5158
21.8928	259.1004
26.7783	241.8061
33.8283	223.6953
38.8993	211.5155
44.2178	200.5829

==o== SECTION#4

=====

BEST MODEL

Vs (m/s): 159 198 244 403 282 363 985 768

thickness (m): 2.78806 2.19102 4.57557 6.65705 9.17337 5.2661 23.7107

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 389 412 508 839 587 755 1842 1254

Density (gr/cm3): 1.83 1.84 1.89 2.01 1.92 1.99 2.20 2.11

Vp/Vs ratio: 2.45 2.08 2.08 2.08 2.08 2.08 1.87 1.63

Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20

Shear modulus (MPa): 46 72 113 327 153 262 2137 1244

dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode

best model

F(Hz) VR(m/s)

4.70066 435.502

6.86513 285.6147

9.70987 264.2737

12.1217 233.6317

16.9454 190.7706

26.1599 163.699

36.2401 154.713

45.3309 151.9018

First higher mode)

best model

8.2875 422.1544

10.0191 369.2632

12.9257 318.1272

21.8928 271.6819

26.7783 247.7139

33.8283 227.4194

38.8993 217.5943

44.2178 209.3396

Vs5 (mean model): 169 169 m/s

Vs5 (best model): 174 174 m/s

Vs20 (mean model): 255 255 m/s

Vs20 (best model): 259 259 m/s

Vs30 (mean model): 279 279 m/s

Vs30 (best model): 275 275 m/s

==o== SECTION#6

For Italian Users:

Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018:

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

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.

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.

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Results saved in the folder "C:\Users\Utente\Desktop\Documenti\1 Lavori\COSTRUZIONI\la PUGLIESI SOTTOSTAZIONE TERRICCIOLA\TERRICCIOLA PUGLIESI MASW\TERRICCIOLA RVF\TERR_RVF_04_prova 2".

=====

winMASW - Surface Waves & Beyond

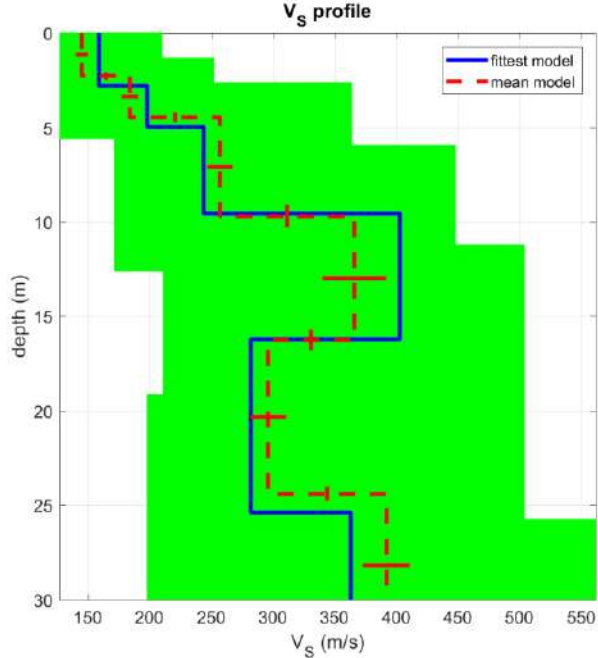
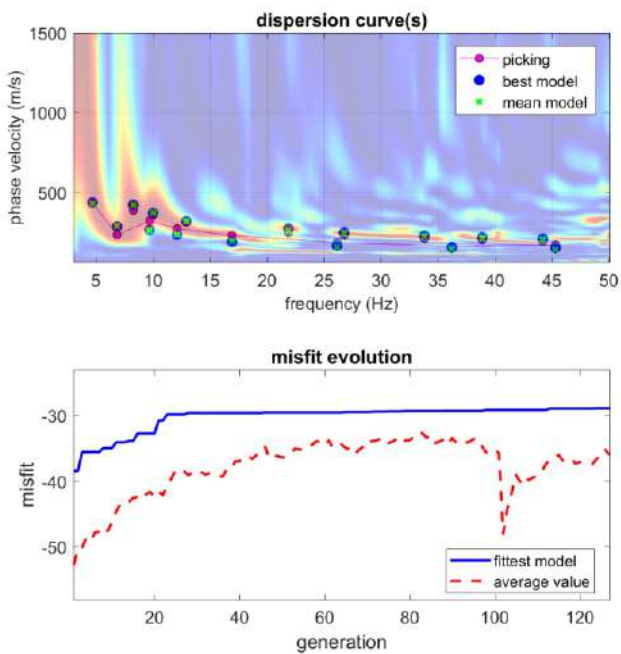
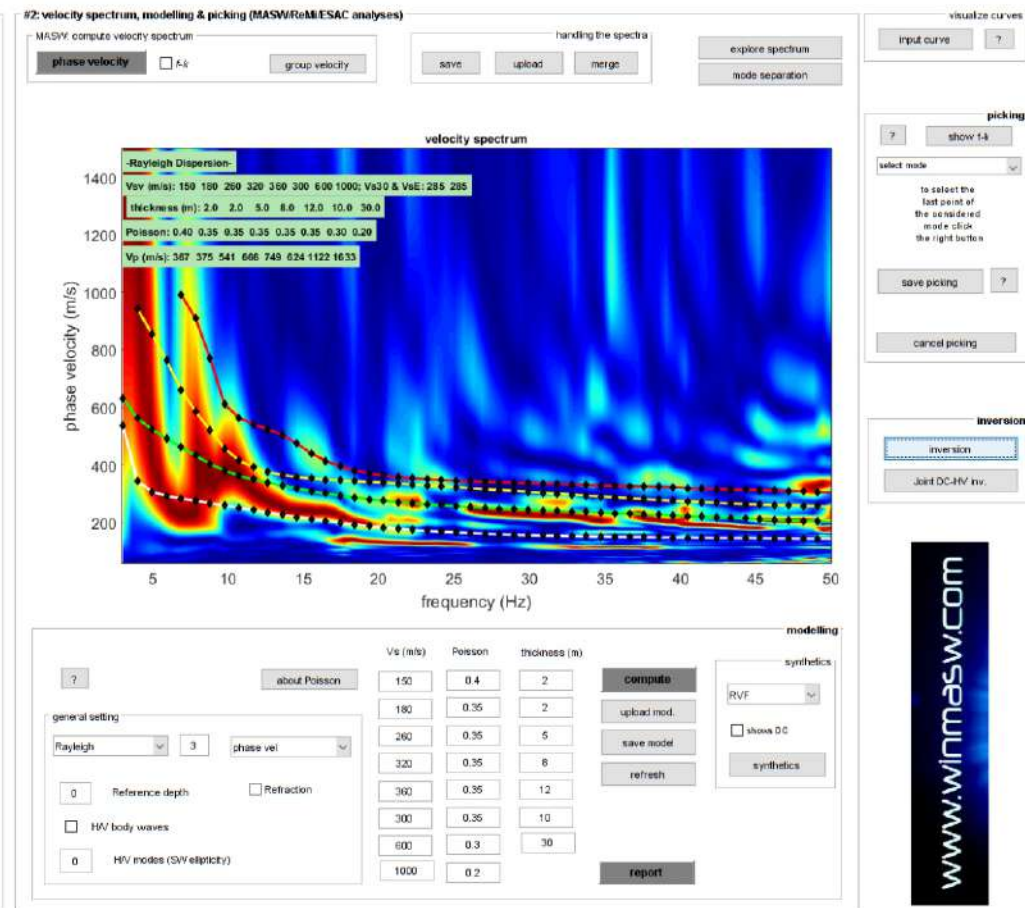
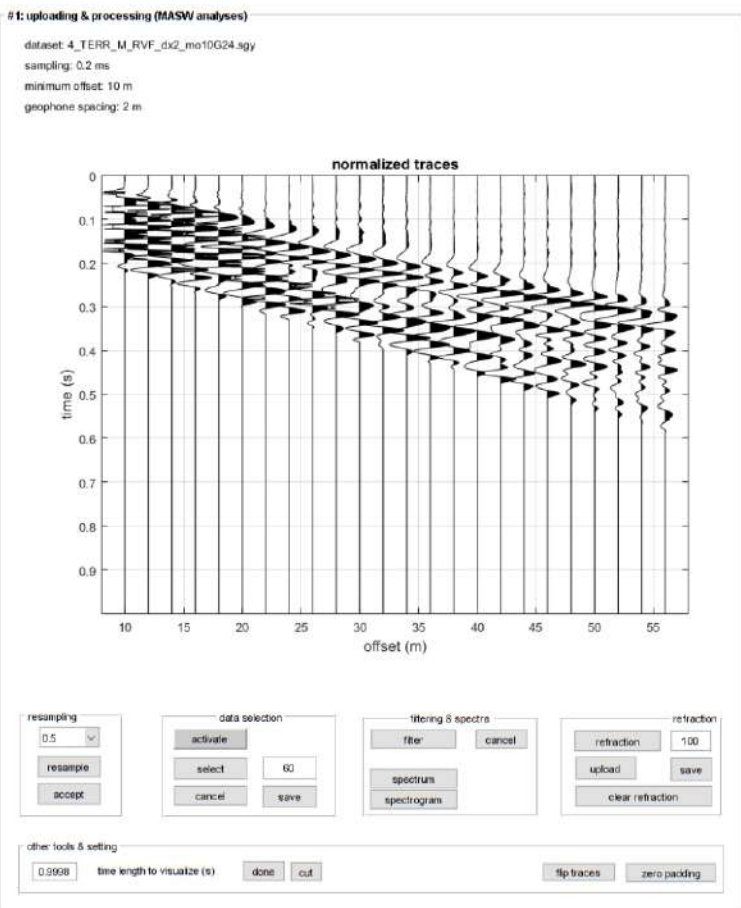
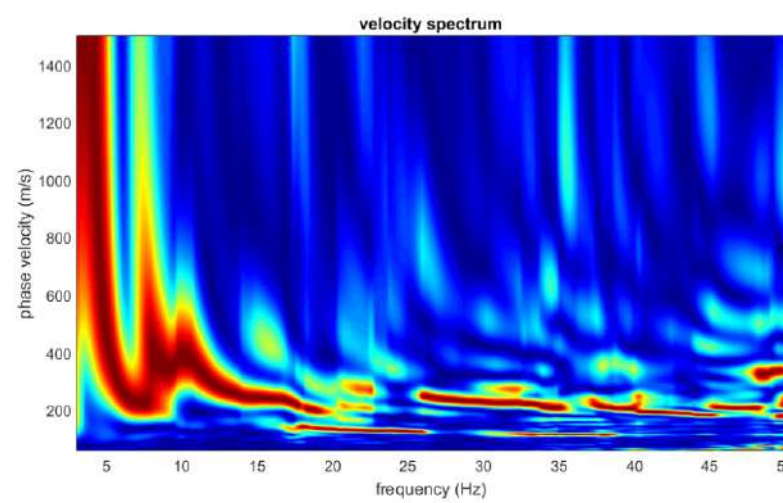
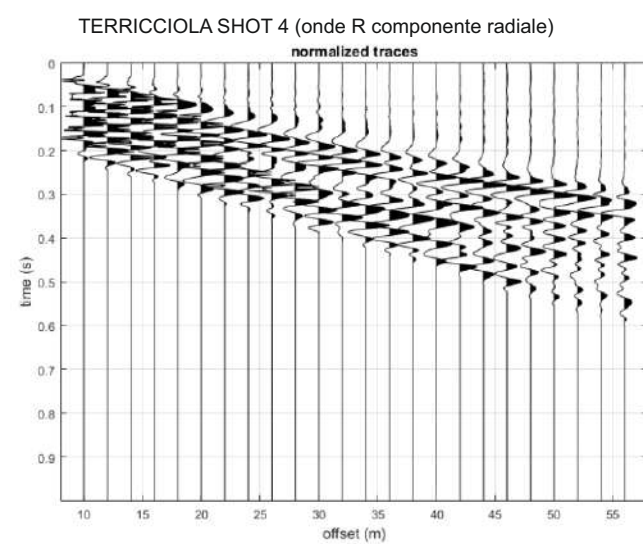
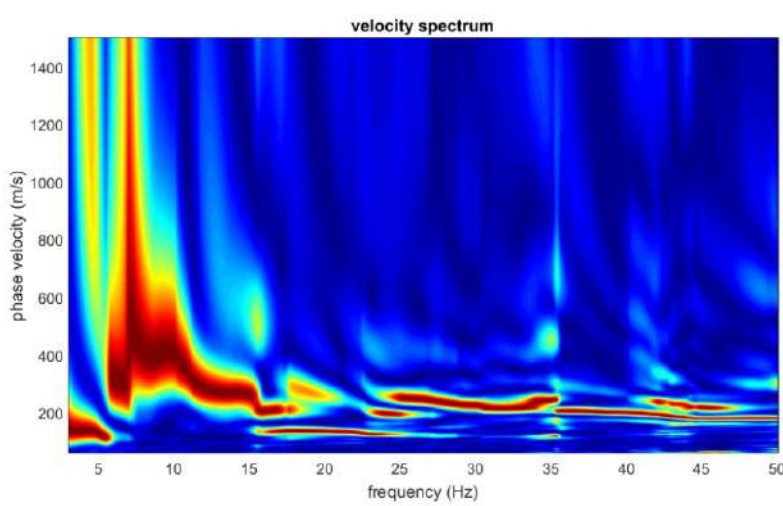
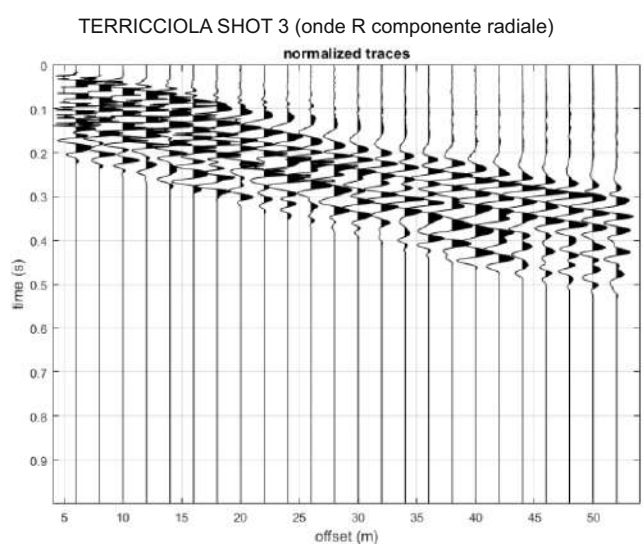
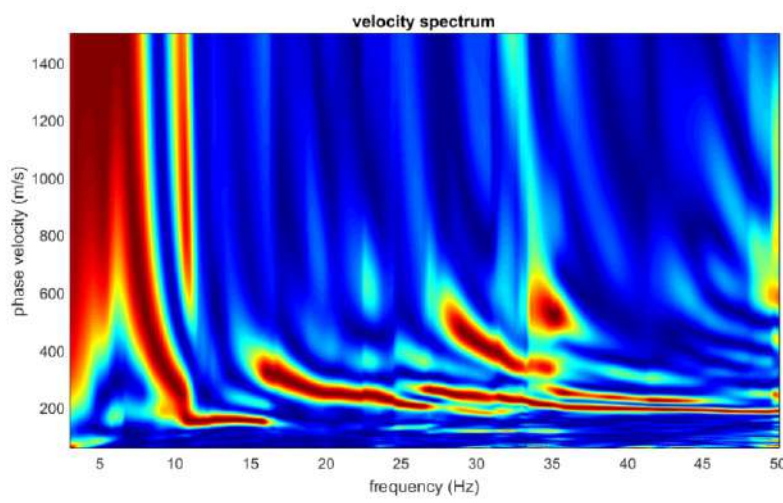
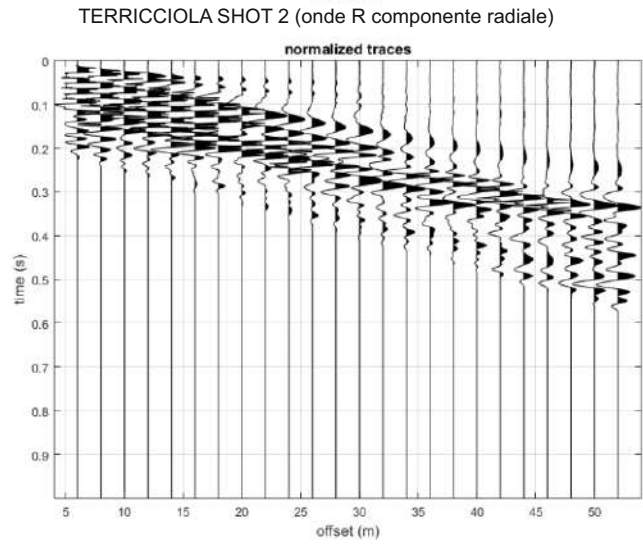
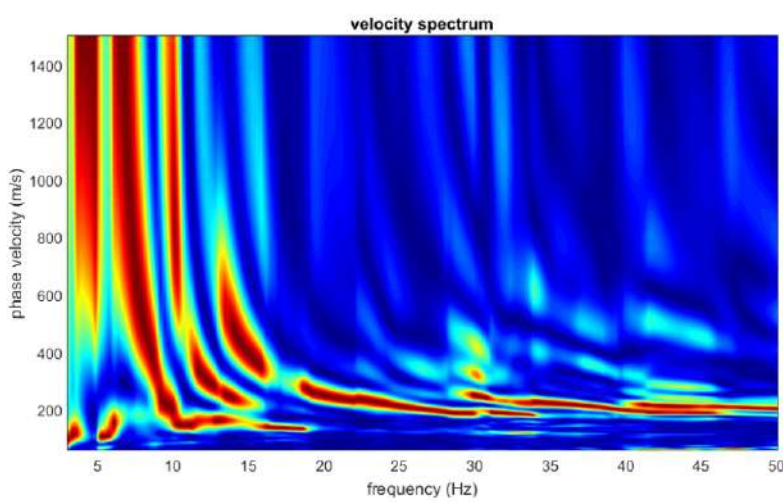
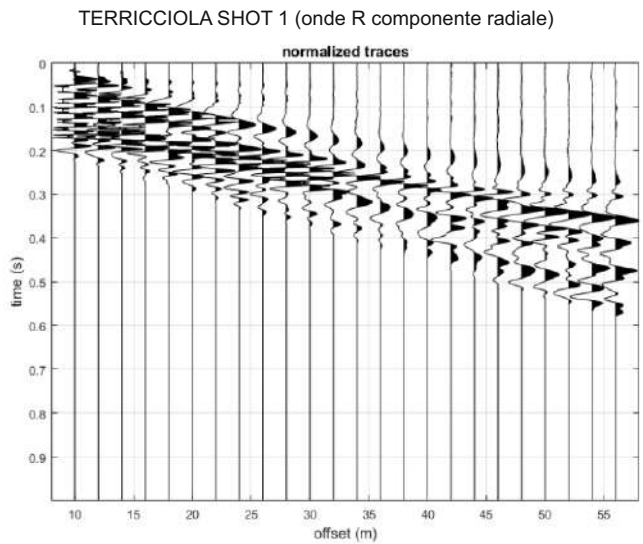
www.winmasw.com

Number of models used to define the mean model: 5006

Vs5 for the best model: 174 174

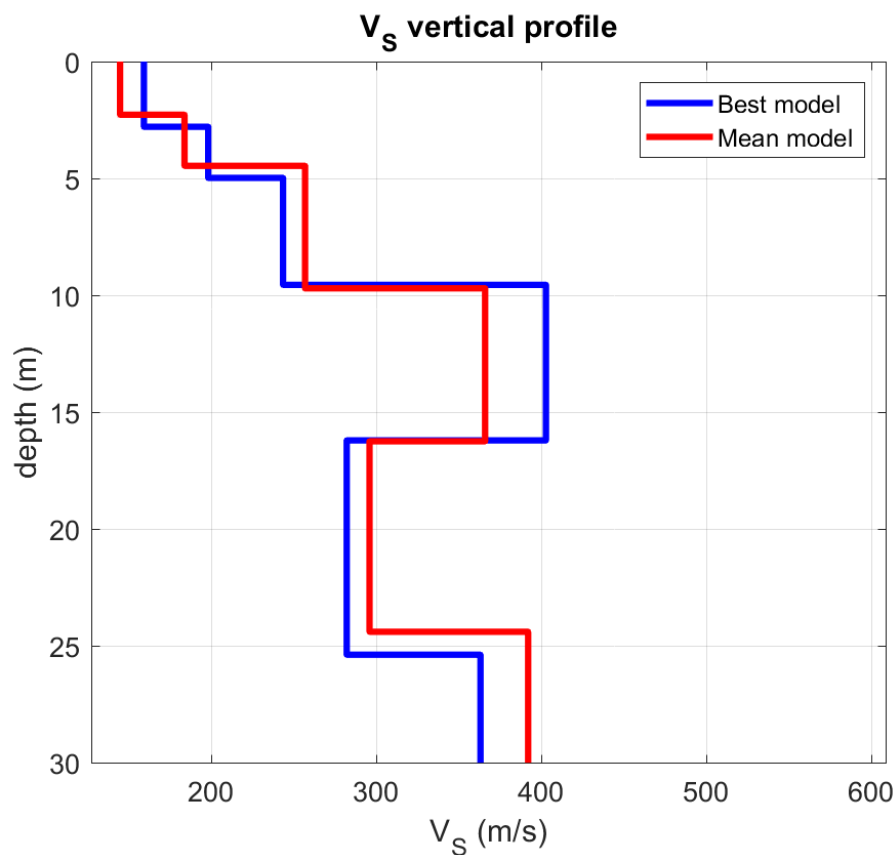
Vs30 for the best model: 275 275

Terricciola Stesa 1 Grafici MASW
Onde R Componente radiale



dataset: 4_TERR_M_RVF_dx2_mo10G24.sgy
dispersion curve: TERR_RVF_04_pick 2.cdp
Vs30 & VsE (best model): 275 275 m/s
Vs30 & VsE (mean model): 279 279 m/s

www.winmasw.com



3.2 Grafici HVSR



Comune di Terricciola (PI) **Realizzazione sottostazione elettrica**
Sismica passiva - Indagine a stazione singola - Horizontal to Vertical Spectral Ratio

Data: 15 01 2025 Ora: 13 58 Ubicazione: Terricciola (PI)
Coordinate Gauss Boaga: X: 1638381.04 Y: 4819725.57 Quota: 57.4 m slm

Postazione: **TERR_01**

Picco max H/V: 1.7 ± (0.27) (nell'intervallo 0.5 - 50 Hz)
Ampiezza alla frequenza f_0 : $A_0 = 2.58$

Criteri per una curva H/V affidabile
(tutti e 3 dovrebbero risultare soddisfatti)

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | $f_0 > 10/L_w$ | OK |
| 2 | $n_c(f_0) > 200$ | OK |
| 3 | $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz | OK |

Criteri per un picco H/V chiaro
(almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti)

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | Esiste f in $(f_0/4, f_0)$ $A_{H/V}(f) < A_0/2$ | NO |
| 2 | Esiste f' in $(f_0/4, f_0)$ $A_{H/V}(f') < A_0/2$ | NO |
| 3 | $A_0 > 2$ | OK |
| 4 | $f_{\text{picco}} (A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)) = f_0 \pm 5\%$ | OK |
| 5 | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | OK |
| 6 | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | NO |

Classificazione di qualità
(Albarelli et al.; 2011)

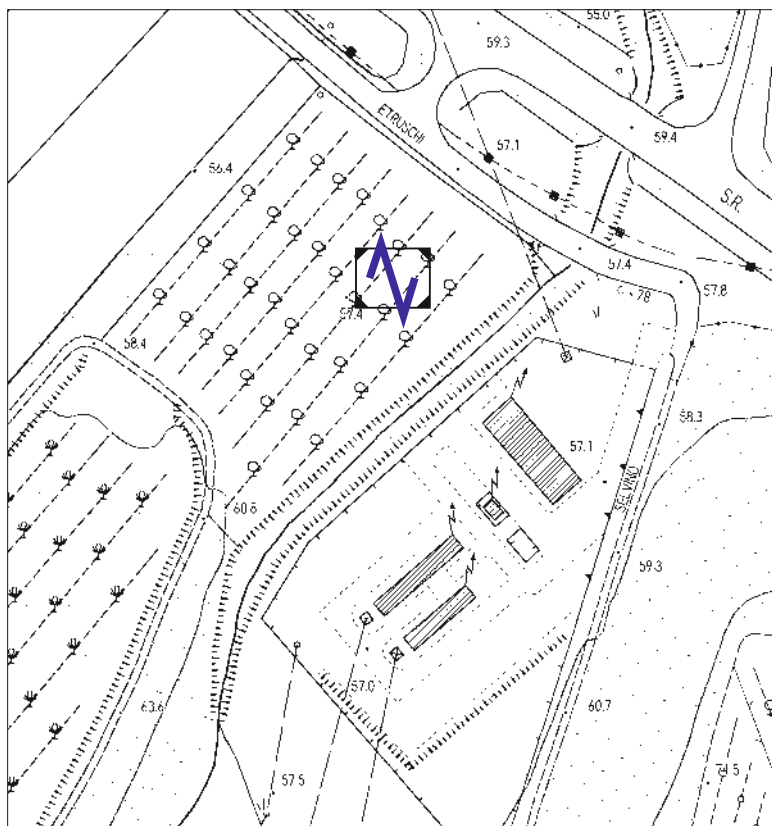
Stazionarietà	OK
Isotropia	OK
Assenza disturbi	OK
Plausibilità fisica	OK
Durata	OK
Robustezza statistica	OK

Classe: A1

Frequenza di campionamento (Hz)	200
Presenza strutture adiacenti	SI
Durata registrazione	20'
Presenza transienti	SI
Lunghezza finestre	20"
Finestre analizzate	51

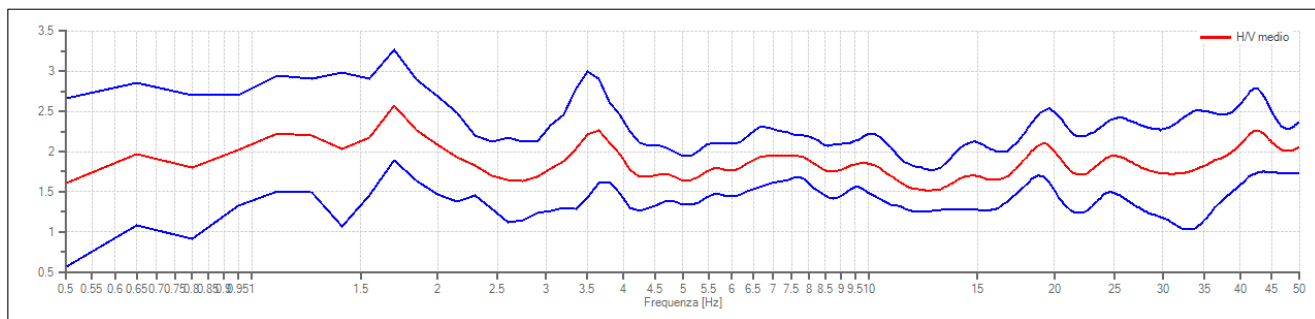
Tipo di terreno		
Naturale, sabbioso argilloso		
Materiale accoppiamento sensore/terreno		
Nessuno		
Condizioni meteo		
pioggia: NO	T= 8 °C	vento: debole
Tipo di liscciamento		
Konno Ohmachi		
Liscciamento		
40		

Inquadramento scala 1:2.000

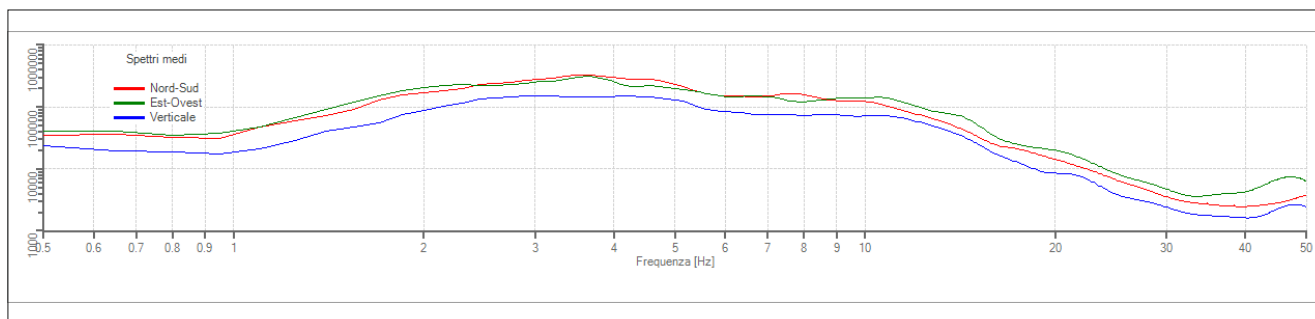


Note:

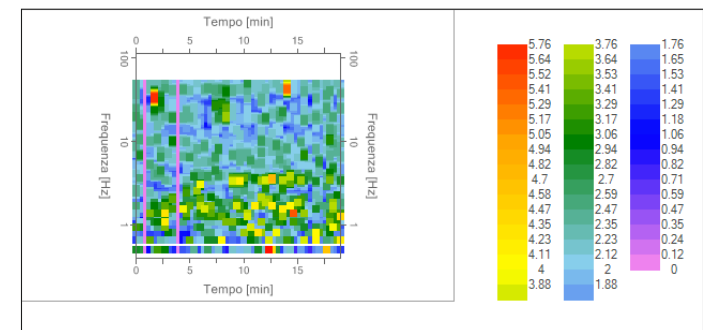
HVSR



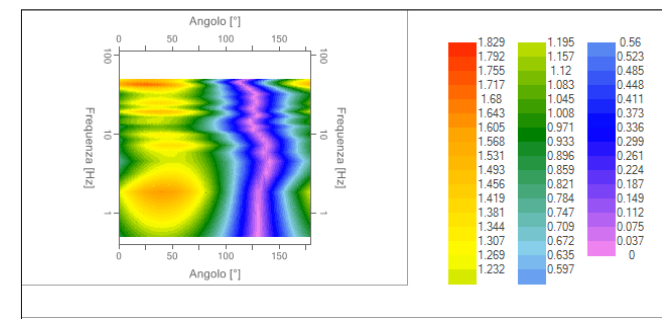
Spettri singole componenti



Mappa stazionarietà



Direzionalità





Comune di Terricciola (PI) **Realizzazione sottostazione elettrica**
Sismica passiva - Indagine a stazione singola - Horizontal to Vertical Spectral Ratio

Data: 15 01 2025 Ora: 14 35 Ubicazione: Terricciola (PI)
Coordinate Gauss Boaga: X: 1638329.75 Y: 4819667.89 Quota: 57.4 m slm

Postazione: **TERR_02**

Picco max H/V: 3.35 ± (0.21) (nell'intervallo 0.5 - 50 Hz)
Ampiezza alla frequenza f_0 : $A_0 = 3.20$

Criteri per una curva H/V affidabile
(tutti e 3 dovrebbero risultare soddisfatti)

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | $f_0 > 10/L_w$ | OK |
| 2 | $n_c(f_0) > 200$ | OK |
| 3 | $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz | OK |

Criteri per un picco H/V chiaro
(almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti)

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | Esiste f in $(f_0/4, f_0)$ $A_{H/V}(f) < A_0/2$ | NO |
| 2 | Esiste f' in $(f_0/4, f_0)$ $A_{H/V}(f') < A_0/2$ | OK |
| 3 | $A_0 > 2$ | OK |
| 4 | $f_{\text{picco}} (A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)) = f_0 \pm 5\%$ | OK |
| 5 | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | OK |
| 6 | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | OK |

Classificazione di qualità
(Albarelli et al.; 2011)

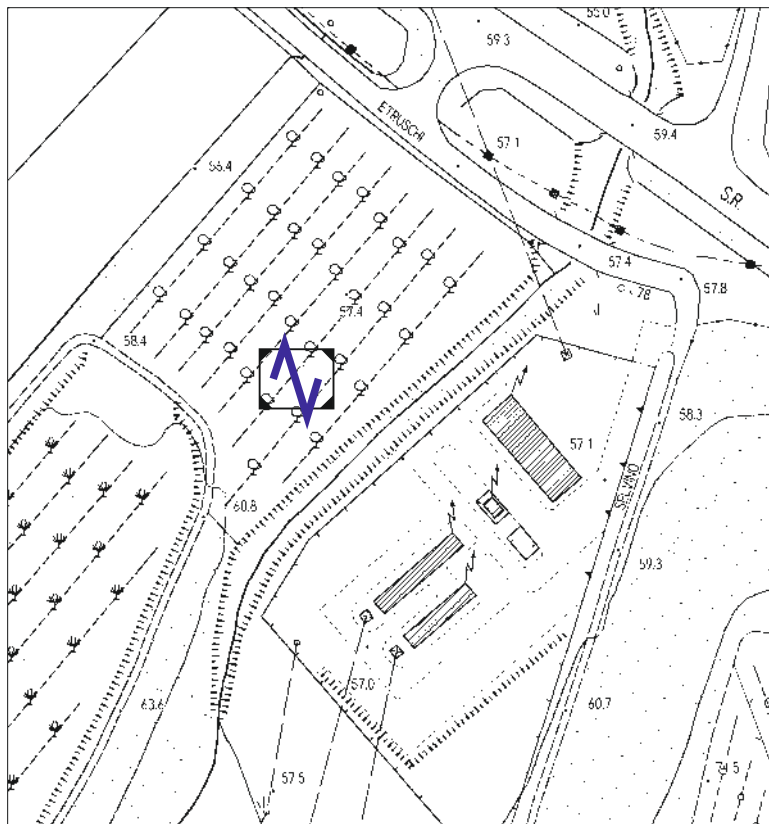
Stazionarietà	OK
Isotropia	OK
Assenza disturbi	OK
Plausibilità fisica	OK
Durata	OK
Robustezza statistica	OK

Classe: A1

Frequenza di campionamento (Hz)	200
Presenza strutture adiacenti	SI
Durata registrazione	20'
Presenza transienti	SI
Lunghezza finestre	20"
Finestre analizzate	50

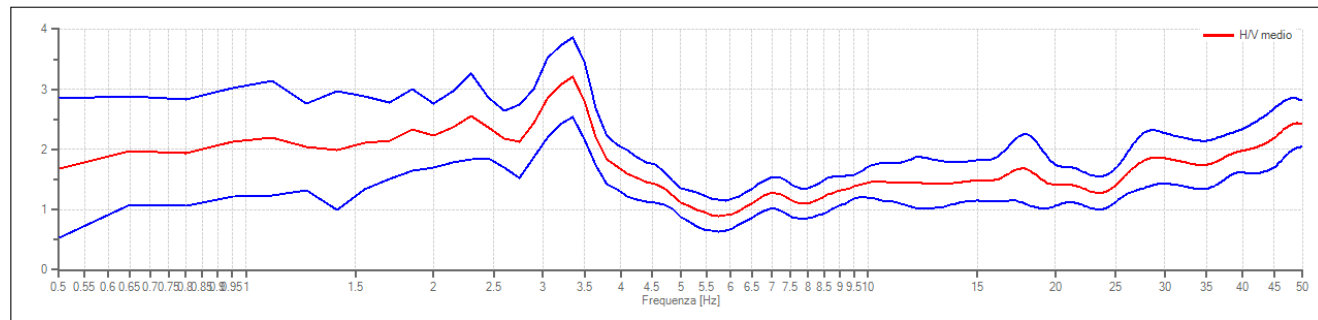
Tipo di terreno		
Naturale, sabbioso argilloso		
Materiale accoppiamento sensore/terreno		
Nessuno		
Condizioni meteo		
pioggia: NO	T= 8 °C	vento: debole
Tipo di lisciamiento		
Konno Ohmachi		
Lisciamiento		
40		

Inquadramento scala 1:2.000

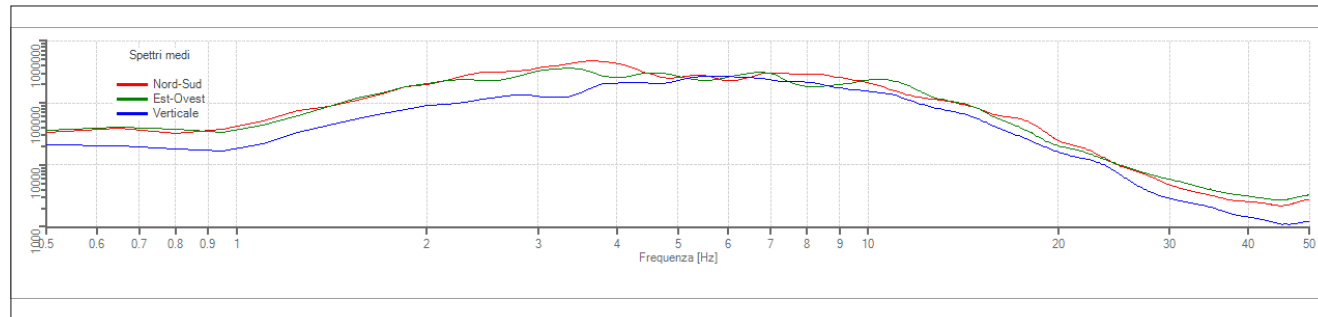


Note:

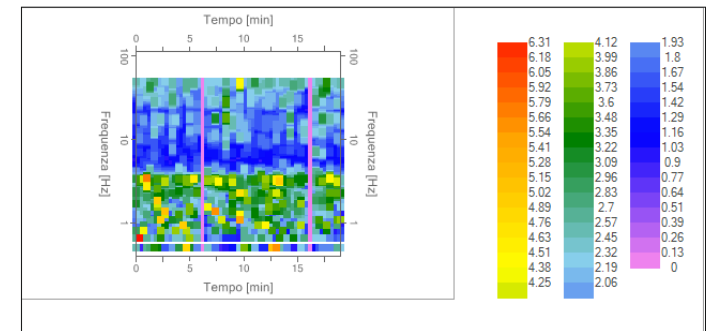
HVSR



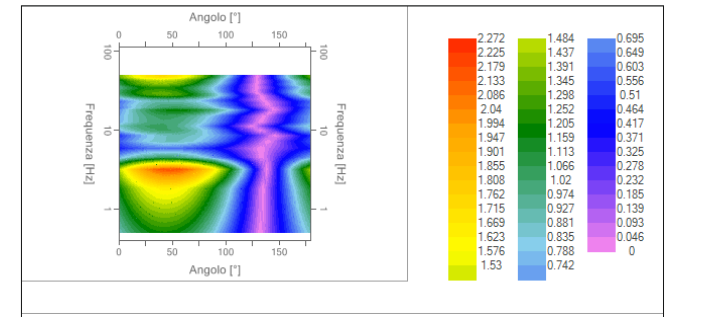
Spettri singole componenti



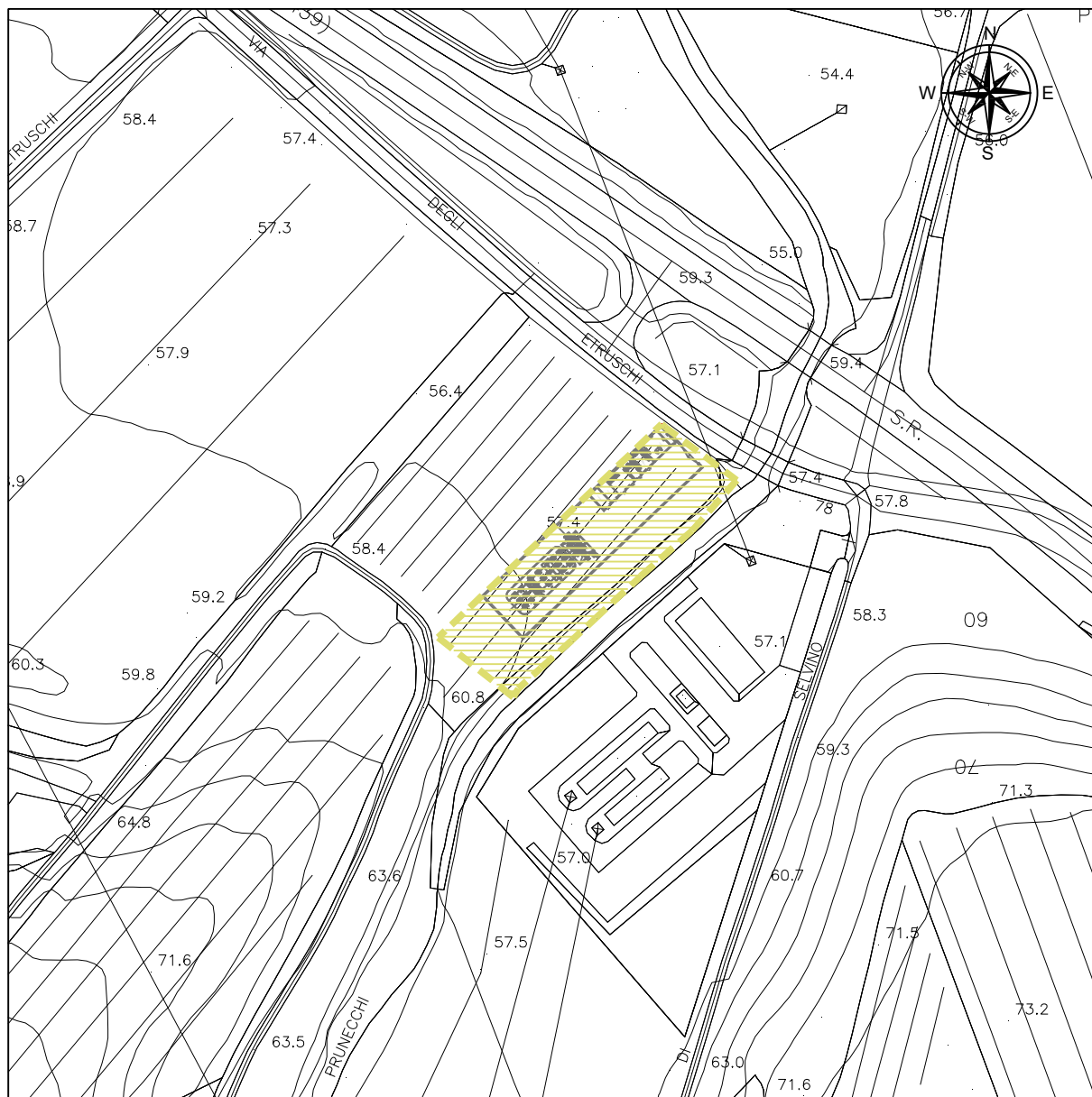
Mappa stazionarietà



Direzionalità



Appendice n° 18



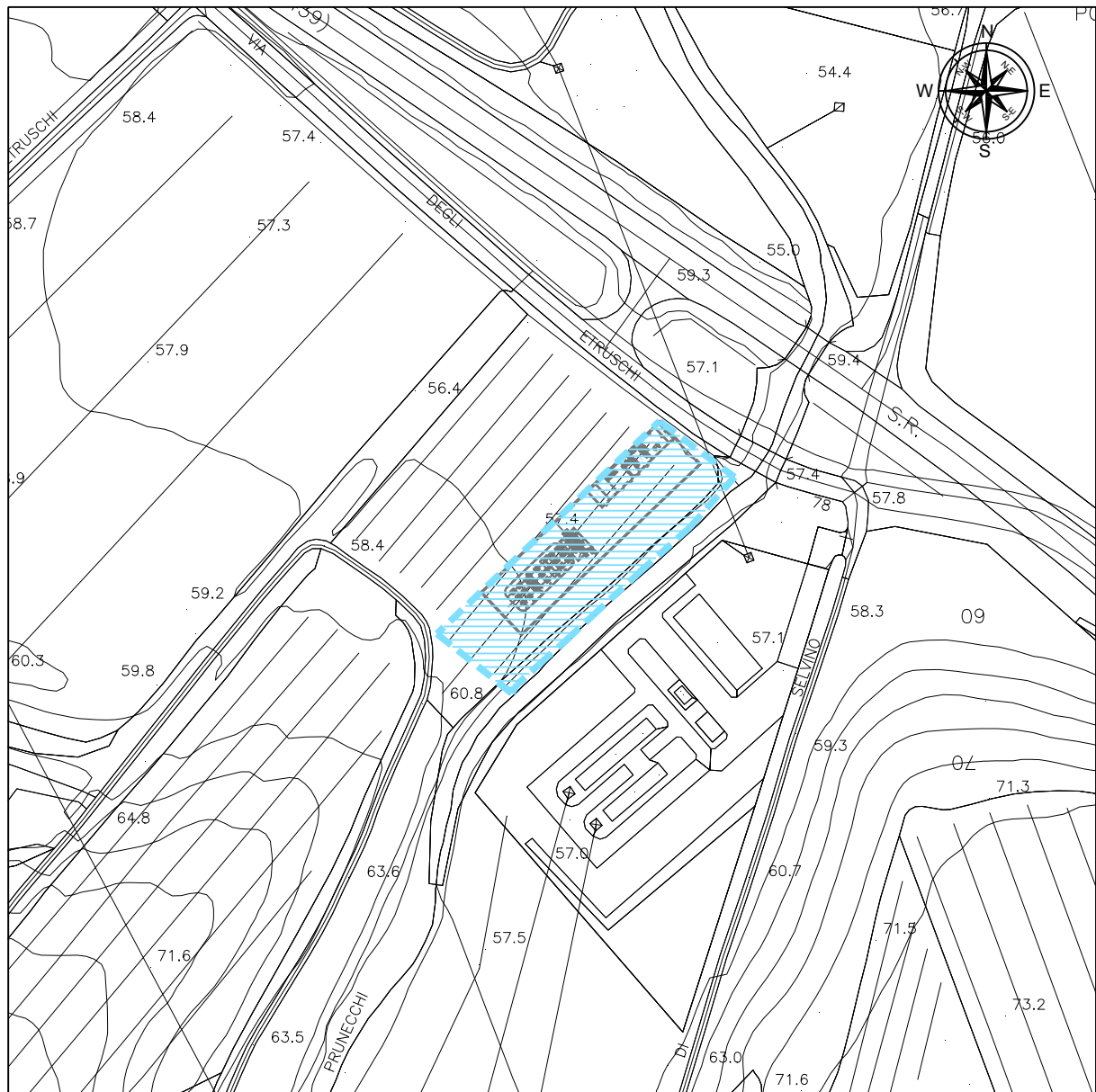
CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ai sensi del DPGR Toscana 5/R/2020 - Scala 1:2.000

LEGENDA



PERICOLOSITÀ GEOLOGICA MEDIA (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi

Appendice n° 19



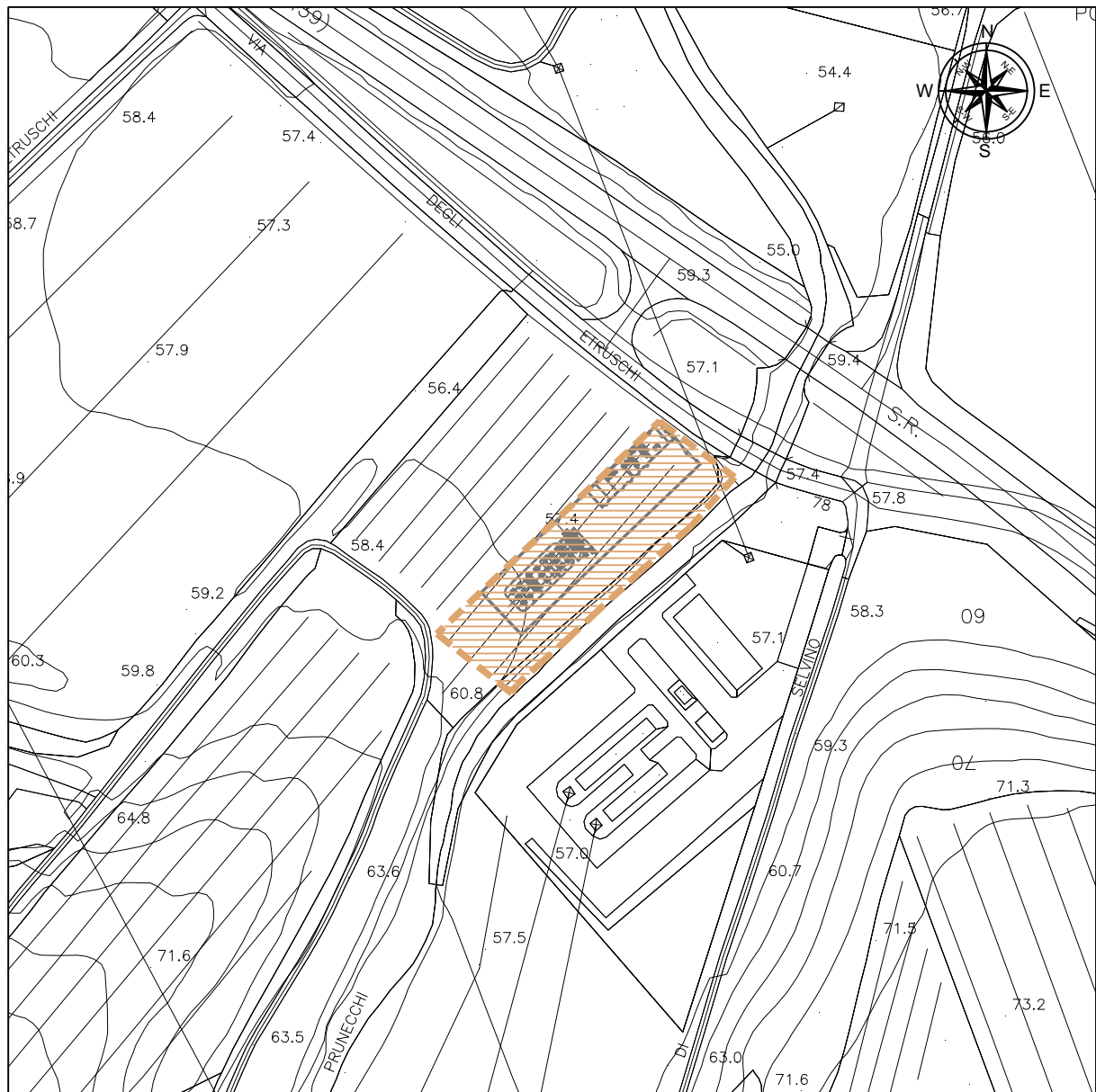
CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE ai sensi del DPGR Toscana 5/R/2020 - Scala 1:2.000

LEGENDA



PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE (P.1): aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010

Appendice n° 20



CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE ai sensi del DPGR Toscana 5/R/2020 - Scala 1:2.000

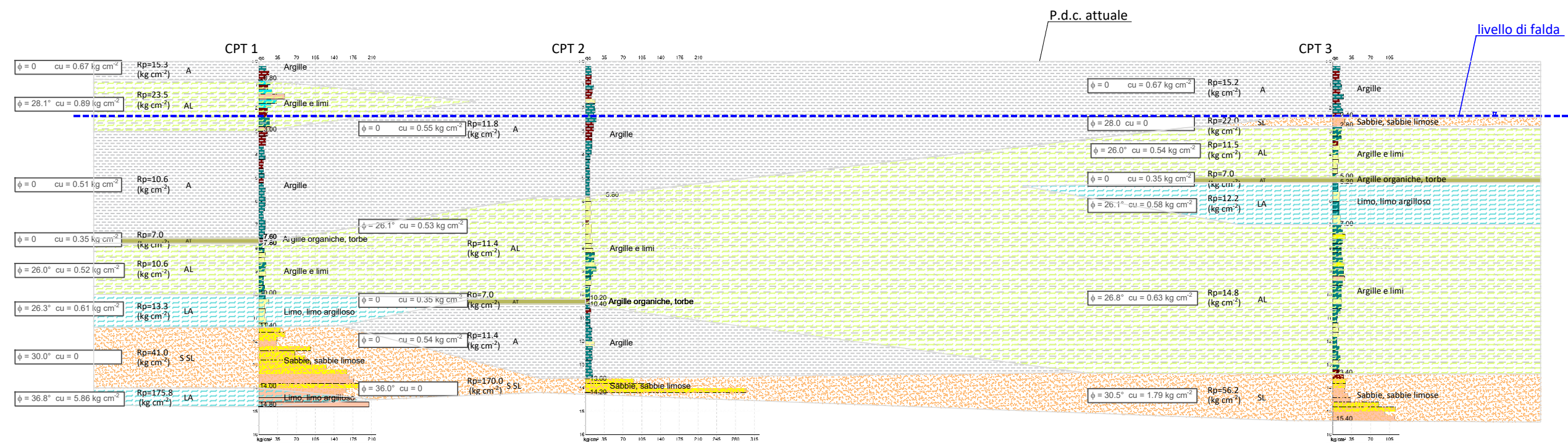
LEGENDA



PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE ELEVATA (S.3): zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna

Appendice n° 21

SEZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA - Scala 1:200



Legenda prove CPT

- Torba vegetale
- Argilla
- Argilla Organica consistente
- Sabbie
- Argille Organiche possibili Sabbie
- Argille possibili Sabbie
- Sabbie possibili Argille

Legenda

- A - Argille
- AL - Argille limose, argille e limi
- LA - Limi, limi argillosi
- AT - Argille organiche e torbe
- S - Sabbie, sabbie limose