

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

Novatosc s.r.l.

NUOVE TECNOLOGIE PER LA TOSCANA

PROGETTAZIONE DEFINITIVA - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



Dott.ssa Grazia di Salvia



Ing. Paolo Ghezzi

Elaborato:

SIA-ADD-011

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

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:

SIA-ADD-011

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE - ADDENDUM

A cura di:



Ing. Paolo Ghezzi (Impostazione e valutazione complessiva degli impatti)

Dott.ssa Tiziana Pugliesi (suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee)

Dott.ssa Elisabetta Norci (aspetti naturalistici e paesaggistici)

Dott. Samuele Tolomei (valutazioni acustiche)

Ing. Lorenzo Mancini (impatto elettromagnetico)

Dr. Geol. Raffaele Battaglini (studio meteo diffusionale)

Ing. Andrea Pardini (Elettrodoto)

PROGETTO DEFINITIVO
da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

Elaborato SIA-ADD-011
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE - ADDENDUM

INDICE

1. PREMESSA	6
1.1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	8
1.2. ORGANIZZAZIONE E NUMERAZIONE DEGLI ELABORATI	9
1.3. PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
2. ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO ED ELEMENTI DI PROGETTO	10
2.1. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	10
2.1.1. <i>Nuovo Stallo di utenza nella centrale di Terriciola</i>	10
2.1.2. <i>Nuova stazione di trasformazione AT/MT</i>	12
2.1.3. <i>Linea di collegamento dalla Nuova stazione a Belvedere</i>	13
2.1.3.1. <i>Modalità operative</i>	15
3. PROCEDIMENTI AMMINISTRATIVI CONNESSI	16
4. DESCRIZIONE AMBIENTALE- QUADRO VINCOLISTICO E NORMATIVO	17
4.1. PIANO AMBIENTALE ED ENERGETICO REGIONALE - PAER	17
4.2. INQUADRAMENTO NEL PIANO OPERATIVO COMUNALE	18
4.2.1. <i>PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA</i>	18
4.2.2. <i>PERICOLOSITA' IDRAULICA</i>	18
4.2.3. <i>VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA</i>	18
4.3. INQUADRAMENTO NEL PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE	19
4.3.1. <i>PERICOLOSITA' GEOLOGICA</i>	19
4.3.2. <i>VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA</i>	20
4.4. FATTIBILITA' AI SENSI DEL DPGR 5/R/2020	20
4.4.1. <i>FATTIBILITA' GEOLOGICA</i>	20
4.4.2. <i>FATTIBILITA' RISCHIO ALLUVIONI</i>	20
4.4.3. <i>FATTIBILITA' SISMICA</i>	21
4.5. PIANO COMUNALE DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA (PCCA)	21
5. ANALISI CONOSCITIVA DELL'AREA DI INTERVENTO	22
5.1. STUDIO GEOTECNICO DELL'AREA DI INTERVENTO	22
5.1.1. <i>PROVE PENETROMETRICHE C.P.T.</i>	22
5.1.2. <i>INDAGINE SISMICA</i>	22
5.2. CARATTERI PAESAGGISTICI IN CUI È UBICATA L'AREA DI INTERVENTO	23
6. INDIVIDUAZIONE DEI POTENZIALI FATTORI DI IMPATTO	24
7. COMMENTO DI SINTESI ALLE VOCI DI POTENZIALE IMPATTO	27
7.1.1. <i>FASE DI CANTIERE</i>	27
7.1.2. <i>FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE</i>	27
8. MODALITA' DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI	29

8.1.	PREVISIONE DEGLI IMPATTI E LORO SIGNIFICATIVITA'	29
8.2.	DISAGGREGAZIONE DEL PROGETTO E VARIABILITA' PONDERALE	32
9.	ANALISI DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	37
9.1.	GENERALITÀ	37
9.2.	COERENZA RISPETTO AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE	38
9.3.	IMPATTI E MITIGAZIONI PER LE MACROCATEGORIE.....	39
9.3.1.	<i>IMPATTI E MITIGAZIONI PER VIABILITA' ED INTERFERENZE</i>	<i>39</i>
9.3.1.1.	Fase di cantiere	39
9.3.1.2.	FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE	42
9.3.1.3.	CONCLUSIONI SULLA MACROCATEGORIA VIABILITÀ E INTERFERENZE	42
9.3.2.	<i>IMPATTI E MITIGAZIONI PER CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA</i>	<i>43</i>
9.3.2.1.	Fase di cantiere	43
9.3.2.2.	Fase di gestione e manutenzione.....	46
9.3.3.	<i>IMPATTI E MITIGAZIONI SULL'ATMOSFERA.....</i>	<i>46</i>
9.3.3.1.	Emissioni in atmosfera – Fase di cantiere	46
9.3.3.2.	Emissioni in atmosfera – Fase di esercizio	47
9.3.3.3.	Emissioni in atmosfera – Elementi conclusivi.....	48
9.3.3.4.	Impatto acustico - Fase di cantiere	48
9.3.3.5.	IMPATTO ACUSTICO – FASE DI ESERCIZIO.....	48
9.3.3.6.	IMPATTO ACUSTICO – ELEMENTI CONCLUSIVI	48
9.3.4.	<i>IMPATTI E MITIGAZIONI SU ECOSISTEMA E PAESAGGIO.....</i>	<i>48</i>
9.3.4.1.	IMPATTI E MITIGAZIONI SULL'USO DEL SUOLO.....	49
9.3.5.	<i>IMPATTI SOCIO ECONOMICI</i>	<i>50</i>
9.4.	VALUTAZIONE DI SINTESI DEGLI IMPATTI	51
10.	MOTIVAZIONI E FINALITA' DELLA SOLUZIONE PRESCELTA	55
10.1.	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO IN CUI SI INSERISCE L'ELETTRODOTTO	55
10.2.	MOTIVAZIONI PER LA SCELTA DELL'ELETTRODOTTO.....	57
11.	INTERVENTI ALTERNATIVI IPOTIZZABILI	59
11.1.	TRACCIATI ALTERNATIVI	59
11.2.	DIVERSA UBICAZIONE DELLA STAZIONE UTENZA.....	59
11.3.	OPZIONE ZERO.....	60
12.	QUADRO TEMPORALE DEGLI INTERVENTI E VITA UTILE DELL'IMPIANTO	61
13.	POSSIBILITA' DI RECUPERO DELL'AREA	62
14.	QUADRO ECONOMICO E PIANO ECONOMICO-FINANZIARIO	63
14.1.	QUADRO ECONOMICO	63

1. PREMESSA

Nel novembre 2021, la Regione Toscana ha pubblicato un Avviso Pubblico esplorativo *“per la manifestazione di interesse alla realizzazione di impianti di recupero/riciclo rifiuti urbani e/o rifiuti derivati dal trattamento degli urbani”*, con scadenza prorogata al 31 marzo 2022, per raccogliere, tra gli operatori del settore, manifestazioni di interesse alla realizzazione di soluzioni impiantistiche per il trattamento dei rifiuti da inserire, previa valutazione con esito positivo, nel Piano regionale di gestione integrata dei rifiuti e delle bonifiche della Regione Toscana. Tra le diverse proposte progettuali, RetiAmbiente, gestore unico dell’ATO Toscana Costa con mandato in scadenza 2036, ha proposto anche la realizzazione di un impianto di trattamento rifiuti non diversamente valorizzabili, basato sulla Tecnologia OXI e, confidando in una valutazione positiva da parte della Regione con inclusione dello stesso nel Piano Regionale, ha previsto di realizzare l’Impianto con il supporto della società OXOCO, nel territorio del Comune di Peccioli (PI) presso il polo impiantistico Belvedere, con significative sinergie ecologico-industriali tra l’impianto di “Ossidazione termica con tecnologia flameless (nei diversi documenti sinteticamente denominato Ossicombustore)” e gli altri adiacenti e già esistenti (TMB) o in fase di costruzione (biodigestore anaerobico).

Per dare concretezza al progetto, è stata costituita una società ad hoc, Novatosc srl (Nuove Tecnologie per la Toscana), i cui soci, al momento, sono:

Belvedere S.p.A., con sede legale in Peccioli (PI), via G. Marconi n.5. Partita IVA 01404590505, rappresentate dal proprio legale rappresentante *pro-tempore* Silvano Crecchi Presidente del Consiglio di Amministrazione. Belvedere è una Società a capitale prevalente del Comune di Peccioli (PI) ed azionariato popolare, che gestisce l’impianto di discarica autorizzata in località Legoli. BELVEDERE partecipa a progetti di sviluppo di attività industriali ecologicamente sostenibili e di alta rilevanza sociale per la salvaguardia e la crescita, anche economica, del proprio territorio. Il Comune di Peccioli (PI) è socio di RETIAMBIENTE ed il suo Sindaco è l’attuale Presidente dell’Assemblea dell’ATO Toscana Costa

OXOCO S.r.l., con sede legale in Bari (BA), Piazza Massari n. 19, Partita IVA 08637680722, rappresentata dal proprio amministratore delegato, Ing. Antonio Di Biase, in forza di delibera del CdA della Società OXOCO è una società a capitale interamente posseduto da Holding S1 S.p.A., holding finanziaria a sua volta controllata da Siryo S.p.A. un operatore di *venture capital* focalizzato sulle tecnologie dirompenti nell’ambito della scienza dei materiali con applicazioni in vari settori, tra i quali quello ambientale. In virtù di un contratto di licenza sottoscritto in data 23 dicembre 2021 con la società del Gruppo Sofinter **ITEA S.p.A.**, OXOCO è **licenziataria esclusiva**, per l’intero territorio mondiale e per il settore dei rifiuti, della tecnologia *Isotherm PWR Flameless Oxycombustion®* sviluppata da ITEA stessa (“**Tecnologia OXI**”).

Nell’Atto Costitutivo della società Novatosc S.r.L., il Socio Belvedere S.p.A. che detiene l’85% del capitale sociale iniziale, dando atto degli iter pubblicitari autorizzativi riguardanti la società **Retiambiente S.p.A** necessari all’ingresso in una società di capitale, si obbliga a cedere, a prima richiesta e al valore nominale di costituzione, il 34% a Retiambiente S.p.A., con sede legale in Pisa (PI), piazza Vittorio Emanuele 2, Partita IVA 02031380500.

La Tecnologia OXI, nota a livello internazionale come uno dei più innovativi processi di **ossidazione avanzata**, è protetta da vari brevetti internazionali (già concessi in taluni paesi e in corso di estensione in altri) ed è stata inserita, in sede Comunitaria Europea, fra le *Best Available Techniques (BAT) for Waste Incineration*. La Tecnologia OXI è stata ad oggi sviluppata principalmente attraverso campagne di prova sull'impianto prototipo da 5MW ubicato all'interno del Centro Ricerche del Gruppo Sofinter a Gioia del Colle (BA) e OXOCO intende ora realizzarne la prima applicazione in impianti su scala industriale. A tal proposito si segnala che un progetto analogo, per una sola linea di trattamento, è stato presentato in Regione Puglia superando l'iter istruttorio.

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.

In data 10/12/2024, rimandando ad alcuni allegati di dettaglio, è stata presentata una relazione integrativa di cui a ciascun punto delle richieste includendo anche tutte le integrazioni già apportate nel deposito del 23/04/2024.

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. La documentazione presentata il 10/12/2024 sintetizza l'iter seguito da Novatosc nei rapporti con E-distribuzione allegando anche tutti i documenti tecnici di progetto della nuova infrastruttura.

La Regione in data 23/12/2024 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 presentato con l'istanza del 23/08/2023, 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, al fine di poter proseguire nell'iter istruttorio, preliminarmente alla convocazione della seconda riunione della conferenza di Servizi, è necessario predisporre tutta la documentazione progettuale ed ambientale per la valutazione di impatto ambientale ed il rilascio del titolo autorizzativo sopra ricordato.

Il presente documento, dunque costituisce **un addendum allo Studio di Impatto Ambientale** già precedentemente depositato e valutato riferendosi in maniera specifica alla realizzazione del collegamento tra la Cabina Primaria di trasformazione 132/15 kV “Terricciola” (PI) di proprietà di e-distribuzione e l’impianto Novatosc.

1.1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Tutte le componenti tecnologiche dell’ossidatore termico si autoalimentano secondo il bilancio energetico più volte richiamato nei documenti depositati con un eccesso di produzione di energia di cui è stata prevista la cessione alla rete.

Il progetto originario prevedeva una turbina con potenza nominale di 13 MW e, a valle dei diversi autoconsumi, una cessione potenziale di 6.9 MW.

A seguito di contatti preliminari con il gestore, e assumendo come dato acquisito e condiviso che, indipendentemente dalla taglia della turbina, la natura dell’impianto non avrebbe mai potuto generare immissioni superiori a quelle dichiarate, è sembrata percorribile la strada di una connessione in Media Tensione con collegamento nel vicino punto di cessione localizzato presso la struttura “Triangolo Verde”, all’interno del polo impiantistico, come, peraltro, appena portato a compimento per l’impianto della società ALBE.

La pratica è stata caricata sul portale di E-distribuzione in data 13 Aprile 2023 pagando i relativi oneri come allegato alla documentazione progettuale.

Con la restituzione degli oneri versati, avvenuta nel febbraio 2024, la Società Novatosc ha preso atto del rigetto della pratica da parte di e-distribuzione che, nel frattempo, aveva avviato la procedura di coordinamento con Terna ai sensi dell’articolo 34 del TICA.

Sono così stati avviati con il gestore costanti confronti tecnici per inquadrare la soluzione più funzionale e sostenibile per la cessione di energia e che, nella soluzione concordata con e-distribuzione, viene dunque inserita tra le risposte tecniche alle esigenze istruttorie e sinteticamente illustrata nel paragrafo che segue.

Per l’impianto di ossidazione termica, E-Distribuzione ha prescritto il collegamento in antenna, con sezione a 132 kV, con l’esistente CP “TERRICCIOLA”. Il collegamento necessita della realizzazione di una stazione AT di utenza, necessaria ad elevare la tensione di impianto al livello di 132 kV, per il successivo smistamento alla CP di “TERRICCIOLA”. È stato quindi studiato un tracciato, in minima parte in alta tensione e in parte in media tensione, che dalla Centrale di Terricciola arriva fino all’ingresso del polo impiantistico Belvedere. **Il tracciato è interamente su strada esistente riducendo di conseguenza ogni tipologia di impatto.** Tuttavia è stato redatto un documento di valutazione di tutte le interferenze **PEL-AL-011**.

La stazione di utenza sarà ubicata in prossimità della CP di consegna e sarà quindi necessario collegare l’impianto di ossidazione termica alla stazione mediante un cavidotto interrato in MT. Il preliminare d’acquisto dell’area è riportato nel documento PEL-AL-030. L’accesso alla stazione è previsto da un unico ingresso situato sul lato est, direttamente collegato alla viabilità esistente.

Per i dettagli progettuali si rimanda ai **PEL-RT-012, PEL-RT-021, PEL-RT-032, PEL-RT-041, PEL-RT-052, PEL-RT-061, PEL-RT-070, PEL-AL-011, PEL-AL-021, PEL-AL-031, PEL-AL-040, PEL-AL-050, PEL-AL-060, PEL-AL-070, PEL-AL-080, PEL-EG-010, PEL-EG-021, PEL-EG-030, PEL-EG-041, PEL-EG-051, PEL-EG-061, PEL-EG-070, PEL-EG-080.**

PEL-EG-090. L'allegato PEL-AL-021 comprende tutti documenti tecnici di pertinenza del gestore (e-distribuzione), riferiti al nuovo stallo di Terricciola, e inseriti su specifico format da esso fornito:

Da un punto di vista amministrativo, la Società Novatosc ha provveduto ad inoltrare in data 02/08/2024 la Domanda di Connessione ricevendo, in data 06/09/2024, il preventivo da E-Distribuzione per l'allaccio alla Cabina di Terricciola. Il pagamento degli oneri richiesti è stato eseguito in data 23/10/2024 e l'accettazione del preventivo è stata inviata tramite portale ad E-Distribuzione in data 04/11/2024.

Il progetto dell'infrastruttura, dunque, è molto semplice ed è suddivisibile in 3 macro fasi:

- ✓ Realizzazione del nuovo stallo di utenza a fianco di quelli già esistenti presso la centrale di Terricciola. Tale opera sarà eseguita direttamente da E-distribuzione ed è costituita da un minimo ampliamento di quanto già esistente.
- ✓ Realizzazione in area limitrofa di una stazione di trasformazione AT/MT costituita da apparecchiature fuori terra con unico manufatto prefabbricato ubicato parallelamente alla viabilità.
- ✓ Realizzazione della linea interrata, prevalentemente in media tensione, che collegala la centrale di trasformazione all'impianto Belvedere. Il tracciato è completamente lungo viabilità esistente e il lavoro consiste nello scavo di una trincea di profondità massima 1.2 metri, posa in opera dei cavidotti e riempimento dello scavo con materiale in parte da precedente scavo e in parte da cava (sabbia vagliata) o da stabilimento (calcestruzzo).

1.2. ORGANIZZAZIONE E NUMERAZIONE DEGLI ELABORATI

Nel presente Addendum è stato mantenuto inalterato il sistema di codifica degli elaborati cui si applicata una **sigla alfa-numerica** che individua con immediatezza il **tema** a cui l'elaborato si riferisce. Gli elaborati mantengono, e manterranno anche in futuro la codifica descritta nel capitolo 1.2 del SIA depositato nel maggio 2023 cui si rimanda per il dettaglio.

Unica integrazione, riguarda il **secondo gruppo di due lettere (ZZ)** che individua il **TIPO** di elaborato (**RT** = relazione tecnica, **EG** = tavola / elaborato grafico, **AL** = allegato) cui si aggiunge la nuova codifica **ADD=Addendum**.

1.3. PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rimanda al capitolo 1.3 del SIA depositato nel maggio 2023 cui si rimanda per il dettaglio.

2. ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO ED ELEMENTI DI PROGETTO

Tenuto conto della tipologia di infrastruttura e dei chiarimenti verbali con gli Uffici della Regione Toscana, anche il presente addendum sarà organizzato secondo quanto previsto da:

- L.R.Toscana n. 10/2010 e s.m.i.; – *Norme in materia di valutazione ambientale strategica (VAS), di valutazione di impatto ambientale (VIA) di autorizzazione integrata ambientale (AIA) e di autorizzazione unica ambientale (AUA)*;
- D.G.R.Toscana n.1068 del 20.09.1999 che detta le **Linee Guida relative all'attuazione della L.R. 79/1998**.

In particolare nella citata deliberazione vengono individuati i criteri e metodi per l'effettuazione delle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale. Il presente lavoro è, pertanto, articolato nei seguenti tre macrosettori.

1. descrizione delle componenti ambientali per l'area in cui sorgerà la stazione di trasformazione AT/MT.
2. descrizione dei potenziali fattori di impatto sia per la stazione di trasformazione AT/MT che per lo sviluppo della linea su tracciato stradale esistente.
3. descrizione delle misure di mitigazione

2.1. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Come già anticipato, il progetto è suddivisibile in tre distinte parti:

1. Realizzazione del nuovo stallo di utenza a fianco di quelli già esistenti presso la centrale di Terricciola. Tale opera sarà eseguita direttamente da E-distribuzione ed è costituita da un minimo ampliamento di quanto già esistente.
2. Realizzazione in area limitrofa di una stazione di trasformazione AT/MT costituita da apparecchiature fuori terra con unico manufatto prefabbricato ubicato parallelamente alla viabilità.
3. Realizzazione della linea interrata, prevalentemente in media tensione, che collegala la centrale di trasformazione all'impianto Belvedere. Il tracciato è completamente lungo viabilità esistente e il lavoro consiste nello scavo di una trincea di profondità massima 1.2 metri, posa in opera dei cavidotti e riempimento dello scavo con materiale in parte da precedente scavo e in parte da cava (sabbia vagliata) o da stabilimento (calcestruzzo).

2.1.1. Nuovo Stallo di utenza nella centrale di Terricciola

E' un'opera curata interamente da E-distribuzione cui la Società Novatosc ha già corrisposto i relativi oneri. Nella Figura 2.1.1/1 si riporta l'ubicazione della centrale mentre nella Figura 2.1.1/2 si riporta lo schema di ampliamento previsto da E-distribuzione.

Come si evince dalla figura, il nuovo stallo, sempre che nel frattempo non si liberi lo stallo ad oggi opzionato da terzi (in marroncino) è contenuto nelle dimensioni e nell'ingombro.

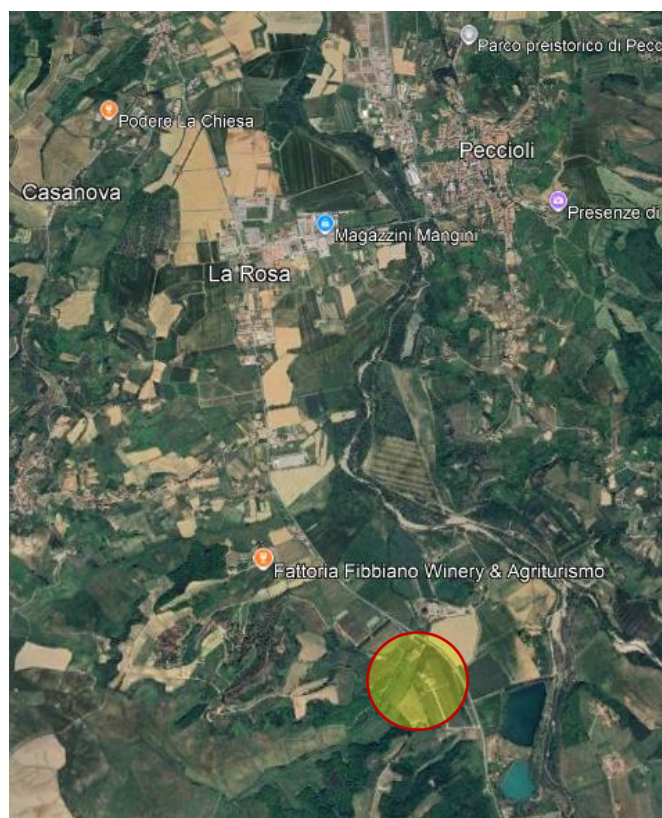


Figura 2.1.1/1 – Ubicazione della centrale di Terricciola

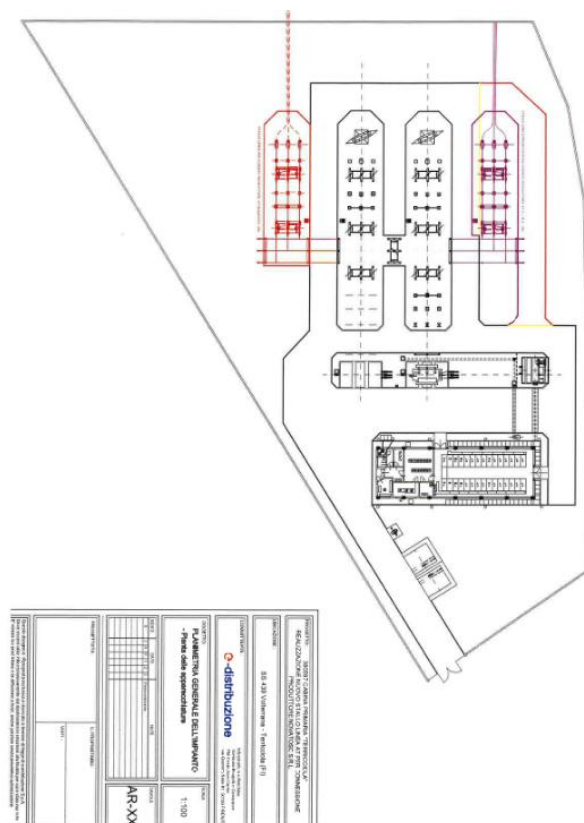


Figura 2.1.1/1 – Nuovo stallo ad uso di Novatosc (in rosso)

2.1.2. Nuova stazione di trasformazione AT/MT

È prevista non lontano dalla centrale, in posizione adiacente alla CP di Terricciola e occuperà una porzione della Particelle n°1 del Foglio Catastale n°37 del comune di Terricciola, per un'area complessiva di circa 2500 m².

Per la descrizione della componentistica elettrica e elettromeccanica si rimanda alla relazione **PEL-RT-021**.

La Stazione di trasformazione è prevalentemente fuori terra e a vista. I fabbricati sono limitati e costituiti da un edificio quadri comando e controllo, 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 prefabbricato, o 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 nel suo complesso è di circa 1.500 m²

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

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.

Le fondazioni della centrale sono realizzate su platee 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 coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV con resistenza di 2000 daN.

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

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.

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.

Nella Figura 2.12/1 si riporta una vista aerea dell'area su cui sorgerà la nuova stazione. Sullo sfondo, la Centrale di Terricciola. La delimitazione alberata non sarà rimossa.



Figura 2.1.2/1 – Veduta aerea dell'area su cui sorgerà la nuova stazione

2.1.3. Linea di collegamento dalla Nuova stazione a Belvedere

Il tracciato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11-12-1933 n.1775, comparando le esigenze di pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati. Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- evitare di interessare nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- Inoltre, in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001, i tracciati sono stati eseguiti tenendo conto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T.

Secondo queste linee guida, la prima parte del tracciato del cavo si origina dal terminale cavo AT all'interno della stazione di utenza e dopo un breve tratto (circa 125 m) arriva all'esistente CP di Terricciola. Non sono da segnalare attraversamenti di sottoservizi lungo il tratto del cavo

che interessa la viabilità esistente. Infine sarà possibile interferire con alcuni sottoservizi nell'area di proprietà di e-distribuzione. Lo sviluppo più significativo del collegamento, invece, si estende per circa 16 km interamente su viabilità esistente interessando in parte, [i Comuni di Terricciola \(PI\) e Palaia \(PI\)](#) e in parte più significativa il comune di Peccioli.

Il collegamento si compone di un circuito realizzato con una terna di **cavi con posa interrata lungo tutto il tracciato**.

I cavi saranno attestati a terminali per esterno ad entrambe le estremità del circuito.

Il circuito sarà composto da una pezzatura per fase.

Il sistema di messa a terra delle guaine prevede il collegamento a terra diretto (ma sezionabile) dello schermo del cavo in corrispondenza del terminale lato stazione e-distribuzione ed una messa a terra supplementare dello schermo del cavo in corrispondenza del terminale lato stazione utente effettuato mediante cassette di scaricatori MT opportunamente dimensionati. Gli impianti di terra della stazione di rete e della stazione utente saranno collegati mediante una corda in rame isolata $S=240 \text{ mm}^2$, posata nella trincea del cavo AT.

Il conduttore di terra che collega l'impianto di terra della stazione di rete con quello della stazione di utenza sarà realizzato con corda di rame isolata, come detto sopra, interrata ad una profondità almeno di 1,1 m dal piano di campagna. Per l'elettrodotto in oggetto sono previsti i seguenti componenti:

- n. 3 conduttori di energia;
- n. 6 terminali per esterno;
- n. 1 conduttore di terra isolato da 240 mm^2 in rame

Per i calcoli di dimensionamento si rimanda alla relazione [PEL-RT-032](#).

Ciascun cavo d'energia a 132 kV (Figura 2.1.3/1) sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 400 mm^2 costituito da: tamponato (1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in polietilene reticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata (6), rivestimento in politene con grafitatura esterna (7).

E' prevista anche la posa di un sistema di telecomunicazioni che sarà realizzato per la trasmissione dati dalla stazione di Utenza alla stazione di rete. Sarà costituito da un cavo con 12 fibre ottiche (TOS4 24 4(6SMR)) del diametro esterno di 13,5 cm e del peso di 130 kg/km, che sarà adagiato nello stesso scavo del cavo AT.

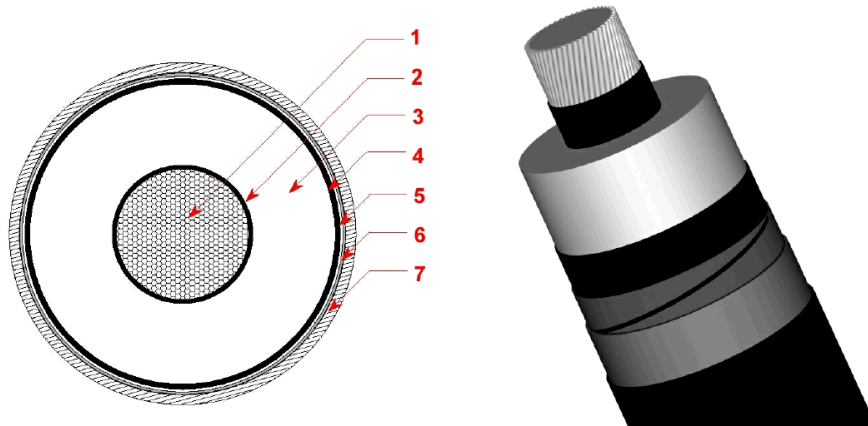


Figura 2.1.3/1 – Sezione tipo del cavo 132 KV.

Gli attraversamenti di eventuali opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17. I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1.2 m, con disposizione delle fasi a trifoglio.

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da lastre di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Di seguito sono descritte le modalità di risoluzione delle possibili interferenze tra il cavo in progetto ed altri tipi di sottoservizi

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea in progetto, avanzando progressivamente sul territorio.

2.1.3.1. MODALITÀ OPERATIVE

In generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristini;

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea.

Le infrastrutture temporanee di cantiere sono molto semplici e di brevissima durata: si tratta di piazzole di stoccaggio per il deposito delle bobine contenenti i cavi che di norma vengono predisposte piazzole circa ogni 500-600 metri la cui posizione sarà oggetto di progettazione esecutive e di PSC in base alla miglior logistica possibile.

Tali piazzole saranno, nel caso specifico, realizzate in prossimità della viabilità esistente lungo strade già percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle bobine e contigue alla fascia di lavoro, al fine di minimizzare le interferenze con il territorio. Si eseguiranno, se non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole stesse. Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiederanno l'apertura di un'area di passaggio, denominata "fascia di lavoro". Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio. Il progetto prevede una semplice trincea di 70 cm di larghezza.

In accordo alla normativa vigente, l'elettrodotto interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un danneggiamento dei cavi in tensione provocato dalle opere sovrastanti (ad esempio, per rottura del sistema di protezione dei conduttori). Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

- si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sia inferiore a 0°C;
- i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono essere mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.

In linea generale, le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali:

- ripristini geomorfologici ed idraulici (sole aree di cantiere)
- ripristini della vegetazione.

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella ri-profilatura dell'area interessata dai lavori e nella ri-configurazione delle pendenze preesistenti, ricostruendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti.

La funzione principale del ripristino idraulico è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso.

Successivamente si passerà al ripristino vegetale, avente lo scopo di ricostituire, nel più breve tempo possibile, il manto vegetale preesistente nelle zone con vegetazione naturale.

Il ripristino avverrà mediante:

- ricollocazione dello strato superficiale del terreno se precedentemente accantonato;
- inerbimento;
- messa a dimora, ove opportuno, di arbusti e alberi di basso fusto.

3. PROCEDIMENTI AMMINISTRATIVI CONNESSI

Si rimanda al documento SIA-RT-010 del maggio 2023 per l'elenco dei procedimenti amministrativi connessi evidenziando che nel suo complesso il progetto dell'ossidatore termico per il quale viene richiesta l'autorizzazione ricade tra quelli previsti nella **Parte Seconda - Allegato III** del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., ed in particolare alla lettera n) Impianto di smaltimento e recupero di rifiuti non pericolosi, con capacità superiore a 100 t/giorno, mediante operazioni di incenerimento o di trattamento di cui all'allegato B, lettere D9, D10 e D11, ed allegato C, lettera R1, della parte quarta del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Il progetto dell'impianto, quindi, deve essere sottoposto alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi dell'art. 43 della L.R. 10/2010 e ss.mm.ii., di competenza della Regione Toscana. Inoltre il progetto richiede l'autorizzazione del M.I.S.E. e necessità della realizzazione di un elettrodotto, oggetto del presente Addendum al SIA per la connessione tra il polo Belvedere e la Centrale di Terricciola. Sono già stati forniti gli estremi del pagamento degli oneri previsti.

Il progetto dell'elettrodotto prevede che buona parte dei terreni scavati, (circa il 50%) per eseguire la trincea venga riutilizzata in cantiere per i necessari reinterri così come evidenziato nel documento "Piano di Gestione dette terre (**PEL-AL-020**) il resto dovrà essere inviato ad impianti di recupero.

4. DESCRIZIONE AMBIENTALE- QUADRO VINCOLISTICO E NORMATIVO

Come anticipato in premessa, questo capitolo è riservato esclusivamente all'area in cui dovrà essere posizionata la stazione di trasformazione AT/MT.

4.1. PIANO AMBIENTALE ED ENERGETICO REGIONALE - PAER

Rimandando alla relazione SIA-RT-010 del maggio 2023 per i dettagli, si evidenzia che l'impianto Novatosc, risponde pienamente alle strategie del Piano Ambientale ed Energetico Regionale (**Paer**), istituito dalla L.R. 14/2007, che è stato approvato dal Consiglio regionale con Deliberazione n. 10 dell'11 febbraio 2015, pubblicata sul Burt n.10 parte I del 6 marzo 2015. Il Piano si configura come lo strumento per la programmazione ambientale ed energetica della Regione Toscana, e assorbe i contenuti del vecchio Pier (Piano Indirizzo Energetico Regionale), del Praa (Piano Regionale di Azione Ambientale) e del Programma regionale per le Aree Protette.

Il **Paer** attua il Programma Regionale di Sviluppo (**Prs**) 2011-2015 e si inserisce nel contesto della programmazione comunitaria 2014-2020, al fine di sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio, in un'ottica di contrasto e adattamento ai cambiamenti climatici e prevenzione e gestione dei rischi.

Il **Paer** contiene interventi volti a tutelare e a valorizzare l'ambiente, ma si muove in un contesto eco-sistemico integrato che impone particolare attenzione alle energie rinnovabili e al risparmio e recupero delle risorse.

Il metaobiettivo perseguito dal **Paer** è la lotta ai cambiamenti climatici, la prevenzione dei rischi e la promozione della green economy, e si struttura in **4 obiettivi generali**, che richiamano le quattro Aree del **VI Programma di Azione dell'Unione Europea**:

1. Contrastare i cambiamenti climatici e promuovere l'efficienza energetica e le energie rinnovabili.

La sfida della Toscana è orientata a sostenere ricerca e innovazione tecnologica per favorire la nascita di nuove imprese della green economy. Il **Paer** risulterà efficace se saprà favorire l'azione sinergica tra soggetti pubblici e investitori privati per la creazione di una vera e propria economia green che sappia includere nel territorio regionale le 4 fasi dello sviluppo: a) ricerca sull'energia rinnovabile e sull'efficienza energetica; b) produzione impianti (anche sperimentali); c) installazione impianti d) consumo energeticamente sostenibile (maggiore efficienza e maggiore utilizzo di fonti di energia rinnovabile).

2. Tutelare e valorizzare le risorse territoriali, la natura e la biodiversità.

L'aumento dell'urbanizzazione e delle infrastrutture, assieme allo sfruttamento intensivo delle risorse, produce evidenti necessità rivolte a conciliare lo sviluppo con la tutela della natura. Il **Paer** raggiungerà tuttavia il proprio scopo laddove saprà fare delle risorse naturali non un vincolo ma un fattore di sviluppo, un elemento di valorizzazione e di promozione economica, turistica, culturale. In altre parole, un volano per la diffusione di uno sviluppo sempre più sostenibile.

3. Promuovere l'integrazione tra ambiente, salute e qualità della vita.

È ormai accertata l'esistenza di una forte relazione tra salute dell'uomo e qualità dell'ambiente naturale: un ambiente più salubre e meno inquinato consente di ridurre i fattori di rischio per la salute dei cittadini. Pertanto, obiettivo delle politiche ambientali regionali deve essere la

salvaguardia della qualità dell'ambiente in cui viviamo, consentendo al tempo stesso di tutelare la salute della popolazione.

4. Promuovere un uso sostenibile delle risorse naturali.

L'iniziativa comunitaria intitolata "*Un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse*" si propone di elaborare un quadro per le politiche volte a sostenere la transizione verso un'economia efficace nell'utilizzazione delle risorse. Ispirandosi a tali principi e rimandando la gestione dei rifiuti al Piano Regionale Rifiuti e Bonifiche, il **Paer** concentra la propria attenzione sulla risorsa acqua, la cui tutela rappresenta una delle priorità non solo regionali ma mondiali, in un contesto climatico che ne mette in serio pericolo l'utilizzo.

L'Impianto Novatosc, dunque, per i numerosi motivi richiamati in **SIA-RT-010** risponde pienamente agli obiettivi del PAER anche perché, pur non essendo il suo obiettivo prioritario, oltre ad essere energeticamente autosufficiente, produce un surplus di energia da cedere in rete attraverso l'infrastruttura lineare oggetto del presente addendum.

4.2. INQUADRAMENTO NEL PIANO OPERATIVO COMUNALE

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.

4.2.1. PERICOLOSITA' 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 morfologici.

4.2.2. PERICOLOSITA' 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≤ 500 anni

4.2.3. VULNERABILITA' 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, che ricade in tre classi distinte, 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.

4.3. 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.

4.3.1. 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.

4.3.2. 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.

4.4. 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.

4.4.1. 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.

4.4.2. 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.

4.4.3. 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.

4.5. PIANO COMUNALE DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA (PCCA)

Per il quadro normativo nazionale e regionale si rimanda al SIA-RT-010 mentre il quadro di riferimento locale è costituito dal P.C.C.A. – Piano di Classificazione Acustica del Territorio del Comune di Terricciola (PI). Il Comune di Terricciola ha provveduto ad adottare il Piano di Classificazione Acustica del territorio (P.C.C.A) con D.C.C. n°9 del 14.04.05. Il territorio comunale è stato suddiviso in classi acusticamente omogenee, e per ciascuna classe acustica sono fissati: i valori limite di emissione, i valori limite assoluti di immissione, i valori limite differenziali di immissione, i valori di attenzione e i valori di qualità. I valori limite sono distinti tra periodo diurno (che va dalle ore 06.00 alle 22.00) e quello notturno (che va dalle ore 22.00 alle 06.00) e sono espressi in livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A espresso in dB(A). E' possibile anticipare sin da ora che la tipologia di impianto in oggetto non produce alcuna tipologia di impatto acustico e che, di conseguenza, lo stesso non risulta un aspetto significativo dal punto di vista ambientale.

5. ANALISI CONOSCITIVA DELL'AREA DI INTERVENTO

L'analisi dello stato di fatto consente di definire non solo gli standard qualitativi di riferimento del sito sui quali basare la successiva analisi di impatto, ma anche di definire, nel caso in esame, la definizione del modello geologico, sismico e geotecnico dell'area.

5.1. STUDIO GEOTECNICO DELL'AREA DI INTERVENTO

L'indagine di campagna è stata eseguita nell'area interessata dall'intervento e nel suo intorno e si è sviluppata attraverso una serie di prove geotecniche e geofisiche in sito.

5.1.1. 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.

5.1.2. 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.

Descrizione dei caratteri paesaggistici in cui è ubicata l'area di intervento

5.2. CARATTERI PAESAGGISTICI IN CUI È UBICATA L'AREA DI INTERVENTO

Di seguito si riassumono i contenuti del PIT-PPR della Regione Toscana per l'area oggetto di relazione paesaggistica, poiché il Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Chianni, Lajatico, Peccioli e Terricciola è stato adottato in data 08 giugno 2023 con Delibera di Consiglio Comunale n. 28, quindi si tratta di uno strumento ancora soggetto a modifiche a seguito di osservazioni e controdeduzioni.

L'area di intervento rientra nell'Ambito 8 "Piana Livorno – Pisa – Pontedera" del PIT paesaggistico della Regione Toscana approvato a marzo del 2015. Dalla relativa Scheda d'Ambito si evince che: "La Piana Livorno – Pisa – Pontedera, i cui confini non si discostano molto da quelli della sezione pisana del bacino idrografico dell'Arno, presenta una struttura territoriale ben riconoscibile, disegnata dal sistema insediativo storico e dal sistema idrografico. A segnare la porzione settentrionale, la pianura alluvionale del basso Valdarno, caratterizzata da agricoltura intensiva ed elevata urbanizzazione, la presenza di aree umide relittuali e un ricco reticolo idrografico principale (Arno e Serchio) e secondario.

L'assetto insediativo, sviluppato soprattutto nella pianura terminale del Valdarno inferiore e lungo la costa, è caratterizzato dalla dominanza di Pisa e Livorno, con le loro raggiere di assi viari in uscita, di cui il principale - corridoio infrastrutturale storico "Pontedera-Cascina-Pisa" – risulta deformato e saturato nelle sue relazioni con il territorio agricolo e l'Arno. La pianura è circondata da un arco collinare (Cerbaie, Colline Pisane, Monti di Castellina, Monti Livornesi), articolato ed eterogeneo, che comprende due tipologie di paesaggio. Un paesaggio intensamente antropizzato, caratterizzato da piccoli centri storici disposti in posizione di crinale e numerosi nuclei minori e case sparse ad occupare i supporti geomorfologici secondari. Gran parte delle aree di margine di questi sistemi agricoli intensivi ospita agroecosistemi tradizionali, con oliveti, colture promiscue, residuali aree di pascolo, sufficientemente ricchi di dotazioni ecologiche. Un secondo costituito dalla Collina dei bacini neo-quaternari ad argille dominanti, povera di ripiani sommitali, con versanti ripidi anche se brevi, con scarse opportunità allo sviluppo di insediamenti storici e di sistemi agricoli complessi. Qui prevalgono seminativi in superfici estese, mentre è assente o assai debole l'infrastrutturazione ecologica e l'insediamento rurale."

L'area di intervento si colloca quindi in questo scenario e più precisamente in una zona collinare che presenta una notevole articolazione paesistica, con un'alternanza di tessuto coltivato e bosco, che si insinua capillarmente e diffusamente all'interno delle aree a coltivo con frange, macchie e formazioni lineari. Il mosaico agrario è molto complesso e diversificato, in gran parte originato dal paesaggio storico della mezzadria, e comprende oliveti, sui versanti più ripidi terrazzati, seminativi arborati, vigneti, seminativi semplici e pioppeti nel fondovalle. La maglia agraria è quasi ovunque fitta e frammentata mentre si allarga in corrispondenza degli impianti di vigneto specializzato che occupano prevalentemente le aree di margine.

Per approfondimenti, si rimanda al documento **INS-RT-020**.

6. INDIVIDUAZIONE DEI POTENZIALI FATTORI DI IMPATTO

Pur comprendendo la necessità formale di estendere le valutazioni dei potenziali impatti anche all'infrastruttura "elettrdotto" non sfugge l'esiguità dimensionale dell'opera costituita da una localizzata stazione di utenza e da uno sviluppo lineare di cavidotti posizionati in trincea e, quindi, completamente interrati.

Con tali premesse si comprende facilmente che la maggior parte degli aspetti di potenziale fragilità che sono stati approfonditi per l'impianto nel **SIA-RT-010** risultano non significativi o non pertinenti nel caso di specie del presente "addendum".

Ne deriva che, accertata la mancanza di vincoli ostativi alla realizzazione della stazione di utenza nel Comune di Terricciola, per essa **sono da escludere**:

- interferenze con il reticolo idraulico che rimarrà comunque a distanza di norma dalla recinzione dell'impianto
- interferenze con flora e fauna considerando che oggi l'area è destinata ad arboricoltura per successivo taglio e, quindi, ad un'attività senz'altro dinamica e non adatta alla formazione di habitat duraturi.
- Impatti acustici in quanto la centrale non ha emissioni sonore
- Impatti emissivi in atmosfera
- Impatti sulla viabilità in quanto gli unici accessi potranno essere quelli di manutenzione e quindi assolutamente trascurabili
- Impatti sulle matrici acque sotterranee non essendo prevista alcuna attività produttiva o di trasformazione o di potenziale rilascio.
- Impatti collegabili alla pericolosità geomorfologica e idraulica sia per le caratteristiche pianeggianti dell'area che per tipologia di infrastruttura prevista.
- Impatti sul patrimonio storico, artistico e culturale.
- Impatti sul tessuto produttivo locale

In linea generale, invece, per lo sviluppo del cavidotto lungo il tracciato **sono da escludere**:

- Emissioni sonore
- Emissioni in atmosfera
- Interferenza con il reticolo idrografico in quanto il cavidotto è interrato lungo strada esistente e le interferenze idrauliche saranno gestite, secondo ordinaria modalità, staffando il cavidotto sull'esterno del manufatto idraulico e senza riduzione della sezione idraulica.
- Impatti visivi e sul paesaggio in quanto il cavidotto è completamente interrato.
- Impatti da traffico indotto
- Interferenze con la circolazione stradale (ad eccezione della fase di cantiere che sarà opportunamente valutata)
- Impatti sulle acque sotterranee
- Impatti su flora e fauna
- Impatti sul patrimonio storico, artistico e culturale
- Consumo di suolo
- Impatti per utilizzo di sostanze pericolose
- Impatti per sversamenti
- Impatti per consumo di acque primarie
- Impatti per consumo di energia (l'infrastruttura serve per cedere l'energia prodotta dall'impianto Novatosc)

Ne deriva la necessità di modificare il metodo di valutazione di cui al **SIA-RT-010** semplificandolo e adattandolo alle reali fonti di impatto che possono così essere riassunte:

- **Potenziali Impatti in fase di cantiere** riferibili alla realizzazione della stazione di utenza e alla posa del cavidotto:
 - Produzione di polveri
 - Emissioni sonore
 - Interferenze con la viabilità locale
 - Occupazione temporanea di suolo pubblico
- **Potenziali Impatti di esercizio** riferibili solo alla stazione di utenza:
 - Impatto elettrico ed elettromagnetico
 - visibilità dell'infrastruttura.
 - Interferenza con l'avifauna

Dato per assodato quanto sopra, analogamente al criterio più generale seguito nel **SIA-RT-010** è stata costruita una matrice a doppio ingresso in cui sono state correlate le componenti potenzialmente impattate con le potenziali fonti di impatto. Nella Tabella 6/1 si riporta la matrice riferita alla fase "cantiere" mentre nella Tabella 6/2 si riportano le matrici riferite alle fasi "Esercizio" e "Manutenzione".

FASE DI CANTIERE											
COMPONENTE		STAZIONE UTENZA TERRICCIOLA					LINEA DI CONNESSIONE				
		Cantierizzazione	Scavi e riporti	Installazione Infrastrutture	Edificio prefabbricato	Opere di completamento	Cantierizzazione	Scavo trincea	Posa in opera cavo	Reinterro	Opere di completamento
VIABILITA' E INTERFERENZE	VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI		*	*		*	*	*	*	*	*
	INTERFERENZA CON VIABILITA' ORDINARIA						*	*	*	*	*
CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA	RIFIUTI PRODOTTI		*		*		*	*		*	
	CONSUMI DI ACQUE PRIMARIE	*									
	CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA				*						
	CONSUMO DI METANO										
	CONSUMO DI CARBURANTI		*	*	*			*		*	*
	MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI										
ATMOSFERA	EMISSIONI IN ATMOSFERA		*					*		*	*
	RUMORE										
	EMISSIONI TERMICHE										
	RISCHI DI INCENDIO										
SUOLO E SOTTOSUOLO	SUOLO E SOTTOSUOLO (Geotecnica, geologia e geomorfologia)	*	*				*	*		*	
	PRODUZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO		*				*	*		*	
ACQUE	ACQUE SUPERFICIALI	*	*				*				
	ACQUE SOTTERRANEE										
	RISCHIO IDRAULICO										
	SCARICHI IDRICI										
ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	FLORA	*	*			*					
	FAUNA	*	*			*					
	USO DEL SUOLO					*	*				
	PAESAGGIO					*					

Tabella 6/1 – Individuazione dei potenziali fattori di impatto nella fase di “cantierie”

FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE			
COMPONENTE			
			STAZIONE UTENZA TERRICCIOLA
			LINEA DI CONNESSIONE
VIABILITA' E INTERFERENZE	VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI		*
	TRAFFICO INTERNO INDOTTO		*
	INTERFERENZA CON ATTIVITA' ORDINARIA CENTRALE E DISTRIBUZIONE		*
CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA	RIFIUTI PRODOTTI		
	CONSUMI DI MATERIALI TECNICI AUSILIARI		
	CONSUMI O PRODUZIONE DI ACQUE PRIMARIE		
	PRODUZIONE DI ENERGIA		
	CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA		
	CONSUMO DI METANO		
	CONSUMO DI CARBURANTI		
	MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI		
ATMOSFERA	EMISSIONI ATMOSFERICHE CONVOGLIATE E DIFFUSE		
	QUALITA' DELL'ARIA		
	RUMORE		
	EMISSIONI TERMICHE		
	IMPATTO ELETTRICO ED ELETTRROMAGNETICO		*
	PRODUZIONE DI CO ₂		
	INCENDIO		
SUOLO E SOTTOSUOLO	GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, GEOTECNICA		
ACQUE	ACQUE SUPERFICIALI		
	ACQUE SOTTERRANEE		
	RISCHIO IDRAULICO		
	SCARICHI IDRICI		
ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	FLORA		
	FAUNA (avifauna)		*
	USO DEL SUOLO		
	PAESAGGIO		*

Tabella 6/2 – Individuazione dei potenziali fattori di impatto nella fase esercizio e manutenzione”

7. COMMENTO DI SINTESI ALLE VOCI DI POTENZIALE IMPATTO

7.1.1. FASE DI CANTIERE

Il cantiere è articolabile in due fasi di lavoro: quella per la costruzione della Stazione utenti e quella di posa del cavo lungo strada con la possibilità di micro cantieri ogni 500/600 metri.

Di seguito si riporta una breve sintesi delle più significative, pur se potenziali, interferenze indotte nelle fasi di cantiere.

- **VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI - TRAFFICO INTERNO INDOTTO -INTERFERENZA CON ATTIVITA'DELLA CENTRALE ENEL** – Riguarda essenzialmente la fase di posa in opera del cavo interrato lungo strada che, di conseguenza, richiederà una corretta gestione del traffico su singola carreggiata secondo le regole del codice della strada e dei lavori specialistici lungo strade da traffico urbano ed extraurbano. Le interferenze e gli impatti sono facilmente gestibili adottando le normali cautele dei lavori stradali.
- **SCARICHI IDRICI – ACQUE SUPERFICIALI** - Soprattutto per indotta torbidità nelle fasi di scavo o riporto dei terreni anche se, nel caso specifico di minima entità trattandosi di uno scavo in trincea.
- **RIFIUTI PRODOTTI - CONSUMO DI CARBURANTI** – Si tratta del consumo di carburanti per i mezzi di opera e della produzione di rifiuti tipica di un cantiere di medie dimensioni e che risulta trasversale un po' per tutte le fasi. In particolare l'eccesso di terre di scavo nello scavo della trincea e la demolizione della sede stradale saranno gestiti come rifiuto da inviare preferibilmente a recupero.
- **EMISSIONI IN ATMOSFERA** – Tipico di tutte le fasi di movimentazione terra e di scarico di materiali inerti con successiva costipazione. Ridotto al minimo per la tipologia di cantiere.
- **RUMORI E VIBRAZIONI** – Potenziale impatto trasversale a tutte le fasi di lavoro e dovuto ai mezzi d'opera, soprattutto in ottica di sovrapposizioni di singole lavorazioni che, pur nel caso specifico, sono davvero limitate. La fornitura e l'assemblaggio dei macchinari e delle infrastrutture tecnologiche della stazione di utenza, anche di grandi dimensioni, riguarderà singoli momenti temporali di durata molto contenuta.
- **SUOLO E SOTTOSUOLO - ACQUE SOTTERRANEE - PRODUZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO** – I potenziali impatti sono riconducibili soprattutto alle fasi di scavo e di ripristino della trincea.
- **FLORA – FAUNA - USO DEL SUOLO – PAESAGGIO** – Non si ravvisano particolari e significative condizioni di impatto in quanto tutto il cavidotto è posato su strada esistente e la stazione di utenza è ubicata su area dedicata a arbocoltura da taglio.

7.1.2. FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE

La fase di esercizio e manutenzione non comporta particolari aspetti di impatto che sono così riassumibili

- **VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI - TRAFFICO INTERNO INDOTTO - INTERFERENZA CON ATTIVITA' ORDINARIA** – Le interferenze sono fondamentalmente circoscritte agli accessi dei mezzi in ingresso per la manutenzione dell'area e quindi nulli o trascurabili
- **RIFIUTI PRODOTTI** – Non saranno prodotti rifiuti in fase di esercizio.

- **CONSUMI DI ENERGIA** – Non sono previsti consumi energetici di rilievo e comunque non significativi nel contesto di riferimento.
- **EMISSIONI ATMOSFERICHE CONVOGLIATE e EMISSIONI ATMOSFERICHE DIFFUSE** - non sono significative.
- **MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI** – non sono previsti utilizzi di materiali pericolosi
- **USO DEL SUOLO** – E' dovuto alla modifica introdotta dal progetto e quindi dalla trasformazione del suolo da arboricoltura a Stazione di utenza. E' comunque limitrofa alla centrale elettrica esistente di Enel.
- **RUMORI E VIBRAZIONI** è un'unità che in regime ordinario non genera rumore nè vibrazioni
- **VALUTAZIONE DEI RISCHI DI INCIDENTI PER SVERSAMENTO** – non sono ipotizzabili e quindi non sono significativi.
- **USO DEL SUOLO** è un'unità che ha necessità di utilizzare suolo
- **USO DEL SUOLO E PAESAGGIO** l'impianto ha un impatto negativo sul paesaggio per la sua visibilità.
- **CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI** – Sono dovuti alla presenza sia della Stazione di Utenza che dei cavi di AT che del più sviluppato cavo di MT.
- **FAUNA E FLORA** – Nessun impatto sulla flora considerando l'assetto attuale dell'area mentre per la fauna è ricollegabile alla presenza della Stazione di utenza soprattutto nelle interferenze con l'avifauna.

8. MODALITA' DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

8.1. PREVISIONE DEGLI IMPATTI E LORO SIGNIFICATIVITA'

Viene seguito il medesimo criterio di valutazione già adottato per l'intero impianto di ossidazione termica. Prevedere gli impatti significa individuare e quantificare l'effetto di ogni azione di progetto sulle categorie ambientali considerate. La fase di previsione assume un'importanza fondamentale dovendosi prevedere i cambiamenti indotti in un sistema complesso nel quale molte variabili sono spesso imperfettamente conosciute (ambiente non deterministico). La significatività degli impatti è funzione della probabilità di accadimento e della magnitudo degli effetti generati. Ogni tipologia di potenziale impatto, sarà valutata cercando di fornirne, per quanto possibile, una adeguata quantificazione rapportata ad elementi di fondo misurabili. E' tuttavia importante, anche al fine di consentire una valutazione dell'efficacia delle opere di mitigazione, definire una griglia valutativa, con una rappresentazione anche visiva, che ne faciliti l'inquadramento. Come noto, gli impatti possono essere negativi, positivi o nulli. Per quantificare la **probabilità** è stata scelta una scala di gradazione crescente da 0 a 4 secondo la tabella 8.1/1 attribuendo al valore "4" la probabilità di accadimento più elevata e al valore "0" la probabilità nulla.

4	Elevata
3	Medio alta
2	Medio bassa
1	Bassa
0	Nulla

Tabella 8.1/1 – Probabilità di accadimento

Per rappresentare la significatività della magnitudo negativa che ciascun potenziale impatto può indurre sulle matrici ambientali considerate, si è adottata una scala incrementale riportata nella tabella 8.1/2 con valori decrescenti da "0" (magnitudo nulla) a -4 (Magnitudo elevata).

-4	Elevato
-3	Medio alto
-2	Medio basso
-1	Basso
0	Nulla

Tabella 8.1/2 – Magnitudo degli effetti negativi

Stesso criterio, riportato in tabella 8.1/3, viene riproposto anche per la magnitudo degli effetti positivi indotti dalle mitigazioni proposte dal progetto o adottate in sede di SIA.

0	Nulla
1	Basso
2	Medio basso
3	Medio alto
4	Elevato

Tabella 8.1/3 – Magnitudo degli effetti positivi

Una volta valutate la Probabilità di accadimento e la Gravità/Positività, diventa possibile calcolare, per ogni singolo impatto, la sua Significatività utilizzando la formula di seguito riportata:

$$\text{Significatività} = \text{Probabilità} \times \text{Gravità/Positività}$$

I valori finali ottenuti dal prodotto dei valori numerici di Probabilità e Gravità/Positività, indicano quanto l'impatto sia Significativo, in positivo o in negativo, per ognuna delle componenti ambientali interessate. Nelle tabelle 8.1/4 e 8.1/5 si riporta la gerarchia della Significatività negativa o positiva.

12 < S ≤ 16	Significatività negativa elevata
6 < S ≤ 12	Significatività negativa medio alta
3 < S ≤ 6	Significatività negativa medio bassa
1 < S ≤ 3	Significatività negativa bassa
0 ≤ S ≤ 1	Significatività negativa nulla

Tabella 8.1/4 – Significatività negativa

12 < S ≤ 16	Significatività positiva elevata
6 < S ≤ 12	Significatività positiva medio alta
3 < S ≤ 6	Significatività positiva medio bassa
1 < S ≤ 3	Significatività positiva bassa
0 ≤ S ≤ 1	Significatività positiva nulla

Tabella 8.1/5 – Significatività positiva

Sarà valutata anche la reversibilità o l'irreversibilità, nel breve o medio termine, degli impatti. Infatti, prevedere gli impatti significa individuare e quantificare l'effetto di ogni azione di progetto sulle categorie ambientali considerate; la fase di previsione assume un'importanza fondamentale dovendosi prevedere i cambiamenti indotti in un sistema complesso nel quale molte variabili sono spesso imperfettamente conosciute (ambiente non deterministico). Per la potenziale individuazione degli impatti (positivi e negativi) indotti dal progetto si rimanda alle tabelle 7.2/1 e 7.2/2. Di conseguenza, oltre alla quantificazione di cui sopra, diventa significativo anche tentare una stima semplificata di impatto può essere condotta utilizzando il seguente criterio di attribuzione di un peso all'impatto (Tabella 8.1/6).

Impatti	permanenti transitori POSITIVI NEGATIVI reversibili irreversibili
----------------	--

Tabella 8.1/6 – Intensità temporale degli impatti

Per impatti permanenti sono stati considerati e valutati quelli indotti sull'ambiente nell'arco di tempo di attività dell'impianto, ivi compresa quindi il decommissioning; per gli impatti transitori sono stati considerati e valutati quelli legati alla fase di cantiere. Nel caso di studio attuale le

dimensioni dell'attività lo collocano fra le iniziative di rilevanza locale. La scala degli impatti, salvo diversa specifica indicazione, sarà pertanto di carattere LOCALE.

Ai fini della valutazione che segue, coerentemente con il più generale documento **SIA-RT-010**, devono tenersi presenti le seguenti definizioni:

- **Macrocategoria ambientale**: *aggregazione di una o più componenti ambientali che siano riconducibili, per tematica specifica o affinità, ad un unico settore ambientale*
- **Componente ambientale**: *Singola voce, all'interno di una macrocategoria ambientale, potenzialmente soggetta a pressione ambientale da singole parti di impianti o di opera.*
- **Macroaree di attività**: *aggregazione di una o più parti di impianto o di opera.*
- **Parti di impianto o di opera**: *singola parte di impianto o di opera in grado di esercitare pressioni ambientali sulle singole componenti*

Il metodo di cui sopra è ovviamente un primo approccio sistemico e soggettivo per individuare le matrici ambientali maggiormente sollecitate dalle azioni di cantiere, di gestione e di manutenzione. Si tratta dunque di una macrovalutazione per ordini di grandezza che non ha la presunzione di completare la necessaria disquisizione su ogni fonte di impatto, che invece, sarà svolta nello specifico e secondo indicatori numerabili, bensì assolve alla funzione importantissima di mettere a confronto settori distinti su cui basare le necessarie e specifiche attenzioni progettuali per la riduzione degli impatti e per le eventuali mitigazioni. Proprio con questa finalità, e applicando il metodo di cui sopra, le componenti ambientali più significative sono state aggregate nelle seguenti macrocategorie:

1. Viabilità e interferenze
2. Consumo o produzione di rifiuti ed energia
3. Atmosfera
4. Suolo e sottosuolo
5. Acque
6. Aspetti ecologici

Coerentemente con le previsioni delle matrici di cui al capitolo 6, le sei macrocategorie sopra richiamate, a loro volta, sono state distinte nelle componenti di cui alla tabella 6/2, riferita alla più completa matrice di esercizio e manutenzione, che saranno prese a riferimento per la quantificazione dei potenziali impatti.

VIABILITA' E INTERFERENZE	VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI
	INTERFERENZA CON VIABILITA' ORDINARIA
CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA	RIFIUTI PRODOTTI
	CONSUMI DI ACQUE PRIMARIE
	CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA
	CONSUMO DI METANO
	CONSUMO DI CARBURANTI
	MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI
ATMOSFERA	EMISSIONI IN ATMOSFERA
	RUMORE
	EMISSIONI TERMICHE
	RISCHI DI INCENDIO
SUOLO E SOTTOSUOLO	SUOLO E SOTTOSUOLO (Geotecnica, geologia e geomorfologia)
	PRODUZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO
ACQUE	ACQUE SUPERFICIALI
	ACQUE SOTTERRANEE
	RISCHIO IDRAULICO
	SCARICHI IDRICI
ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	FLORA
	FAUNA
	USO DEL SUOLO
	PAESAGGIO

Tabella 8.1/7– Elenco delle componenti per la valutazione degli impatti potenziali

8.2. DISAGGREGAZIONE DEL PROGETTO E VARIABILITA' PONDERALE

Questa fase di analisi progettuale conduce alla identificazione delle principali azioni elementari di progetto per poi essere distinte, nella generazione degli impatti, in funzione della attribuzione alla fase di cantiere, a regime o in manutenzione dell'impianto. La disaggregazione di progetto è comunque coerente con le considerazioni avanzate nel capitolo 7 in cui sono state descritte le potenziali fonti di impatto dovute al progetto.

Le diverse azioni disaggregate sono poi state ricondotte a **2 macro aree di intervento**, a loro volta suddivise in 5 **parti distinte di impianto o di opera** sia per la parte di cantiere che di esercizio e manutenzione. Le 2 **macro aree** sono le seguenti:

1. Stazione Utenza di Terricciola
2. Linea di Connessione

All'interno delle 2 macroaree si ritrovano le parti distinte di impianto o di opera solo per la fase di cantiere (Tabella 8.2/1) mentre nella fase di esercizio e manutenzione non sono individuabili parti distinte d'opera ma solo le due macroaree.

Centrale di utenza	Cantierizzazione
	Scavi e riporti
	Installazione infrastrutture
	Edificio prefabbricato
	Opere di Completamento
Linea di Connessione	Cantierizzazione
	Scavo trincea
	Posa in opera cavi
	Rinterro
	Opere di Completamento

Tabella 8.2/1 – parti distinte d'opera in fase di Cantiere

Secondo il metodo ponderale descritto inizialmente, ciascuna parte specifica d'opera può comportare un impatto negativo o positivo con un punteggio massimo di **16 unità ponderali**. Ne deriva che ciascuna delle componenti ambientali può sommare fino a un massimo di **160 unità ponderali** (le parti distinte d'opera sono 10) che diventano **32 unità ponderali** per la fase di esercizio in cui non sono previste suddivisioni in parti d'opera.

Considerando il potenziale incrocio del numero di parti d'opera con quello di componenti specifiche che possono essere impattate (Tabelle 6/1 e 6/2), ciascuna macrocategoria può sommare le unità ponderali (negative) riportate nelle tabelle 8.2/2 e 8.2/3.

FASE DI CANTIERE (10 parti d'opera)		
Macrocategoria	Componenti (N°)	Numero massimo di unità ponderali
1. Viabilità e interferenze	2	-320
2. Consumo o produzione di rifiuti ed energia	6	-960
3. Atmosfera	4	-640
4. Suolo e sottosuolo	2	-320
5. Acque	4	-640
6. Aspetti ecologici e paesaggio	4	-640

Tabella 8.2/2 – Numero massimo di unità ponderali in fase di cantiere per macrocategoria

FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE (2 parti d'opera)		
Macrocategoria	Componenti (N°)	Numero massimo di unità ponderali
1. Viabilità e interferenze	3	-96
2. Consumo o produzione di rifiuti ed energia	8	-256
3. Atmosfera	7	-224
4. Suolo e sottosuolo	1	-32
5. Acque	4	-128
6. Aspetti ecologici e paesaggio	4	-128

Tabella 8.2/3 – Numero massimo di unità ponderali in fase di esercizio e manutenzione suddivisi per macrocategoria

Nelle Tabelle 8.2/4 (cantiere) e 8.2/5 (esercizio e manutenzione), secondo le scale ponderali precedentemente descritte, si riportano le valutazioni su ciascuna componente ambientale della probabilità (P), magnitudo (M) e significatività (S) valutate per ogni parte di impianto o di opera.

Nelle Tabelle 8.2/6 e 8.2/7, invece, si riportano le unità ponderali complessive risultanti dalla valutazione per ogni componente ambientale e per ogni macrocategoria. In quest'ultimo caso è stata utilizzata la seguente gradazione di significatività aggregata:

	Componente	Macrocategoria
	$S < -150$	$S < -5\%$
	$S \geq 0$	$S \geq 0\%$
	$0 > S \geq -90$	$0 > S \geq -3\%$
	$-90 > S \geq -150$	$-3\% > S \geq -5\%$

		FASE DI CANTIERE																													
MACROCATEGORIE	COMPONENTE	STAZIONE UTENZA TERRICCIOLA															LINEA DI CONNESSIONE														
		Cantierizzazione			Scavi e riporti			Installazione Infrastrutture			Edificio prefabbricato			Opere di completamento			Cantierizzazione			Scavo trincea			Posa in opera cavo			Reinterro			Opere di completamento		
MAGNITUDO (M) - PROBABILITA' (P)- SIGNIFICATIVITA' (S)		M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P	S
VIABILITA' E INTERFERENZE	VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI				-1	1	-1	-1	3	-3				-1	1	-1	-1	2	-2	-3	4	-12	-3	4	-12	-3	4	-12	-3	4	-12
	INTERFERENZA CON VIABILITA' ORDINARIA																-2	2	-4	-3	4	-12	-3	4	-12	-3	4	-12	-3	4	-12
CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA	RIFIUTI PRODOTTI				-1	3	-3				-2	2	-4				-1	1	-1	-2	2	-4				-2	2	-4			
	CONSUMI DI ACQUE PRIMARIE	-1	1	-1																											
	CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA										-1	2	-2																		
	CONSUMO DI METANO																														
	CONSUMO DI CARBURANTI				-1	1	-1	-2	1	-2	-1	2	-2								-2	3	-6				-2	3	-6	-1	1
ATMOSFERA	MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI																														
	EMISSIONI IN ATMOSFERA				-1	1	-1													-2	2	-4				-2	2	-4	-1	1	-1
	RUMORE																														
	EMISSIONI TERMICHE																														
SUOLO E SOTTOSUOLO	RISCHI DI INCENDIO																														
	SUOLO E SOTTOSUOLO (Geotecnica, geologia e geomorfologia)	-1	0	0	-2	1	-2										-1	1	-1	-1	0	0				-1	0	0			
ACQUE	PRODUZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO				-1	3	-3										-1	1	-1	-1	0	0				-1	0	0			
	ACQUE SUPERFICIALI	-1	1	-1	-2	2	-4										-1	1	-1												
	ACQUE SOTTERRANEE				-1	2	-2																								
	RISCHIO IDRAULICO																														
	SCARICHI IDRICI																														
ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	FLORA	-1	0	0	-1	0	0							-1	1	-1															
	FAUNA	-1	0	0	-1	0	0							-1	1	-1															
	USO DEL SUOLO													-1	1	-1	-1	1	-1												
	PAESAGGIO													-1	1	-1													-2	1	-2

Tabella 8.2/4 – classi di magnitudo (M), probabilità (P) e significatività (S) per la fase di cantiere

FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE													
MACROCATEGORIE	COMPONENTE	STAZIONE UTENZA TERRICCIOLA						LINEA DI CONNESSIONE					
VIABILITA' E INTERFERENZE	VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI	-1	1	-1	Reversibile	Basso							
	TRAFFICO INTERNO INDOTTO	-1	1	-1	Reversibile	Basso							
	INTERFERENZA CON ATTIVITA' ORDINARIA CENTRALE DISTRIBUZIONE	-1	0	0	Nulla								
CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA	RIFIUTI PRODOTTI												
	CONSUMI DI MATERIALI TECNICI AUSILIARI												
	CONSUMI O PRODUZIONE DI ACQUE PRIMARIE												
	PRODUZIONE DI ENERGIA												
	CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA												
	CONSUMO DI METANO												
	CONSUMO DI CARBURANTI												
ATMOSFERA	MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI												
	EMISSIONI ATMOSFERICHE CONVOGLIATE E DIFFUSE												
	QUALITA' DELL'ARIA												
	RUMORE												
	EMISSIONI TERMICHE												
	IMPATTO ELETTRICO ED Elettromagnetico	-4	1	-4	Reversibile	Basso	-3	1	-3	Reversibile	Basso		
SUOLO E SOTTOSUOLO	PRODUZIONE DI CO ₂												
	INCENDIO												
ACQUE	GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, GEOTECNICA												
	ACQUE SUPERFICIALI												
	ACQUE SOTTERRANEE												
	RISCHIO IDRAULICO												
	SCARICHI IDRICI												
ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	FLORA												
	FAUNA (avifauna)	-1	1	-1	Reversibile	Basso							
	USO DEL SUOLO												
	PAESAGGIO	-1	2	-2	Reversibile	Basso							

Tabella 8.2/5 – classi di magnitudo (M), probabilità (P) e significatività (S) per le fasi di esercizio e manutenzione

UNITA' PONDERALI PER COMPONENTE		UNITA' PONDERALI PER MACROAREA			
		Macrocategoria	U.P	Max	%
VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI	-55	VIABILITA' E INTERFERENZE	-107	320	-33,44%
INTERFERENZA CON VIABILITA' ORDINARIA	-52				
RIFIUTI PRODOTTI	-16	CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA	-37	960	-3,85%
CONSUMI DI ACQUE PRIMARIE	-1				
CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA	-2				
CONSUMO DI METANO	0				
CONSUMO DI CARBURANTI	-18				
MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI	0	ATMOSFERA	-10	640	-1,56%
EMISSIONI IN ATMOSFERA	-10				
RUMORE	0				
EMISSIONI TERMICHE	0				
RISCHI DI INCENDIO	0	SUOLO E SOTTOSUOLO	-7	320	-2,19%
SUOLO E SOTTOSUOLO (Geotecnica, geologia e	-3				
PRODUZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO	-4	ACQUE	-8	640	-1,25%
ACQUE SUPERFICIALI	-6				
ACQUE SOTTERRANEE	-2				
RISCHIO IDRAULICO	0				
SCARICHI IDRICI	0	ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	-7	640	-1,09%
FLORA	-1				
FAUNA	-1				
USO DEL SUOLO	-2				
PAESAGGIO	-3				

Tabella 8.2/6– Unità ponderali in fase di cantiere

UNITA' PONDERALI PER COMPONENTE			UNITA' PONDERALI PER MACROAREA			
VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI	-1	32	VIABILITA' E INTERFERENZE	-2	96	-2,08%
TRAFFICO INTERNO INDOTTO	-1	32				
INTERFERENZA CON ATTIVITA' ORDINARIA CENTRALE E DISTRIBUZIONE	0	32				
RIFIUTI PRODOTTI	0	32	CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA	0	256	Nulla
CONSUMI DI MATERIALI TECNICI AUSILIARI	0	32				
CONSUMI O PRODUZIONE DI ACQUE PRIMARIE	0	32				
PRODUZIONE DI ENERGIA	0	32				
CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA	0	32				
CONSUMO DI METANO	0	32				
CONSUMO DI CARBURANTI	0	32				
MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI	0	32				
EMISSIONI ATMOSFERICHE CONVOGLIATE E DIFFUSE	0	32	ATMOSFERA	-7	224	-3,13%
QUALITA' DELL'ARIA	0	32				
RUMORE	0	32				
EMISSIONI TERMICHE	0	32				
IMPATTO ELETTRICO ED ELETTROMAGNETICO	-7	32				
PRODUZIONE DI CO ₂	0	32				
INCENDIO	0	32	SUOLO E SOTTOSUOLO	0	32	Nulla
GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, GEOTECNICA	0	32				
ACQUE SUPERFICIALI	0	32	ACQUE	0	128	Nulla
ACQUE SOTTERRANEE	0	32				
RISCHIO IDRAULICO	0	32				
SCARICHI IDRICI	0	32				
FLORA	0	32	ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	-3	128	-2,34%
FAUNA (avifauna)	-1	32				
USO DEL SUOLO	0	32				
PAESAGGIO	-2	32				

Tabella 8.2/7– Unità ponderali in fase di esercizio

Le tabelle di sintesi evidenziano che le fasi di maggior pressione ambientale, pur se davvero modeste, sono prevalentemente concentrate nella fase di cantierizzazione e ricollegabili alle macrocategorie: “viabilità e interferenze”. Nelle fasi di esercizio e manutenzione sono più che accettabili, se non nulle, tutte le fonti di impatto considerate. Particolare attenzione nella valutazione è stata riposta negli effetti a regime collegati all’impatto elettromagnetico.

Con riferimento alle diverse fasi, cantiere (C), gestione (G) e manutenzione (M), le componenti maggiormente sollecitate, invece, risultano:

1. Viabilità di accesso e ingresso (C)
2. Interferenze con l'attività ordinaria (C)
3. Rifiuti prodotti o utilizzati (C)
4. Consumo di carburanti (C)
5. Rumore (C)
6. Paesaggio (C)

Da questa prima analisi, come anticipato soggettiva ma utile ad individuare le componenti da attenzionare con maggiore sensibilità, emerge come il progetto nel suo complesso consenta di generare **anche impatti positivi**. Infatti l'elettrodotto non è opera avulsa dal più ampio contesto dell'impianto di ossidazione termica e anzi ne è parte fondamentale consentendo la cessione del surplus di energia prodotta. L'impianto di ossidazione termica, infatti, è energeticamente autosufficiente ma consente di restituire in rete una parte significativa dell'energia prodotta.

9. ANALISI DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE

9.1. GENERALITÀ

Come ampiamente già dettagliato nei capitoli precedenti, per l'individuazione, la descrizione e la valutazione degli impatti si è fatto riferimento:

- Per quanto possibile, così come indicato nella **D.G.R.Toscana 22 luglio 2019, n. 931 - Allegato A -c.1 - punto b)**, agli elementi ricavati dai dati di monitoraggio raccolti in riferimento ai progetti e alla gestione relativi agli impianti esistenti.
- integrati sulla base della documentazione esistente acquisita presso Enti pubblici ed istituti di ricerca, della letteratura scientifica e di altri dati analitici disponibili.

L'analisi di impatto sulle categorie ambientali sarà condotta distinguendo le due condizioni fondamentali nelle quali può trovarsi l'opera durante:

- Fase realizzativa o di cantiere
- condizione normale di esercizio e manutenzione

In base agli esiti delle valutazioni del capitolo precedente, si concentrerà l'attenzione sugli aspetti di potenziale impatto e già richiamati in precedenza e che possono essere così riassunti:

- **Potenziali Impatti in fase di cantiere** riferibili alla realizzazione della *stazione di utenza e alla posa del cavidotto*:
 - Interferenze con la viabilità locale e occupazione temporanea di suolo pubblico
 - Consumi o produzione di rifiuti ed energia
 - Produzione di polveri
 - Emissioni sonore
- **Potenziali Impatti di esercizio** riferibili solo *alla stazione di utenza*:
 - Impatto elettrico ed elettromagnetico
 - visibilità dell'infrastruttura.
 - Interferenza con l'avifauna

Gli impatti negativi di maggiore rilevanza che la gestione dell'attività induce sulle varie componenti ambientali, sono esclusivamente di carattere locale; tali effetti sono indotti sia nelle condizioni normali di esercizio che in caso di malfunzionamento o rischio.

Gli elementi di valutazione forniti risultano dunque utili sia per l'attribuzione del grado di compatibilità della gestione dell'attività in oggetto con l'ambiente circostante sia per l'eventuale individuazione di misure idonee ad ottenere la migliore mitigazione possibile degli impatti rilevati.

Nei paragrafi successivi si riporta quindi, per ciascuna delle suddette categorie l'analisi di dettaglio su ciascun fattore di impatto e la valutazione di compatibilità condotta sulla base delle possibili interazioni con le diverse componenti ambientali interessate.

9.2. COERENZA RISPETTO AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

Secondo quanto dettagliato nello specifico capitolo **l'elettrodotto oggetto del presente addendum allo studio ambientale SIA-RT-010 risulta compatibile con la pianificazione esistente.**

I rilievi e i sopralluoghi effettuati, 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. Di seguito si riporta un estratto della tavola **INS-EG-100 Verifica area boscata** di rilievo della superficie coperta da vegetazione.



9.3. IMPATTI E MITIGAZIONI PER LE MACROCATEGORIE

Di seguito si riporta la valutazione degli impatti e delle mitigazioni per le diverse macrocategorie, suddivise poi in componenti ambientali di interesse, tenendo conto che anche quest'opera, inclusa nel più complessivo impianto di Ossicombustione, ha già fatto proprie le indicazioni emerse in sede di Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.) adattandosi con coerenza ed efficacia alle necessità emerse.

9.3.1. IMPATTI E MITIGAZIONI PER VIABILITA' ED INTERFERENZE

L'analisi delle unità ponderali ha evidenziato questa macrocategoria tra quelle maggiormente da attenzionare sia in fase di cantiere che di gestione e manutenzione. Nella tabella 9.3.1/1 si riportano gli esiti sintetici della valutazione ponderale.

a) Cantiere

VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI	-55	VIABILITA' E INTERFERENZE	-107	320	-33,44%
INTERFERENZA CON VIABILITA' ORDINARIA	-52				

b) Esercizio e manutenzione

VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI	-1	VIABILITA' E INTERFERENZE	-2	96	-2,08%
TRAFFICO INTERNO INDOTTO	-1				
INTERFERENZA CON ATTIVITA' ORDINARIA CENTRALE DISTRIBUZIONE	0				

Tabella 9.3.1/1 – Sintesi delle Unità Ponderali per viabilità ed interferenze.

9.3.1.1. FASE DI CANTIERE

E' facilmente comprensibile che questo potenziale impatto sia riferito all'interferenza tra il cantiere, soprattutto nelle fasi di posa del cavidotto, e la viabilità ordinaria. Infatti, considerando che il cavidotto è interamente interrato, e lungo strade esistenti, sarà obbligatorio organizzare specifici cantieri stradali mobili gestendo correttamente la viabilità. Secondo le informazioni acquisite in sede di progetto, la produttività di posa del cavo dovrebbe essere di circa 100 metri al giorno ed è possibile ipotizzare "tratti" di cantieri stradali di circa 500 metri salvo vincoli territoriali (svincoli stradali, accessi o altre interferenze) che potrebbero indurre l'Impresa esecutrice a ricorrere a tratti inferiori. Si tratta, comunque, di una normale gestione di un cantiere mobile di tipo stradale di tipo lineare. Le fasi di lavoro possono essere così riassumibili:

- *Predisposizione del cantiere di deposito delle bobine di cavo.* Ne sono previsti due in corrispondenza dell'area di partenza (Belvedere) e di arrivo (Stazione di Utenza). E' possibile che l'Impresa esecutrice abbia convenienza operativa ad utilizzarne alcuni intermedi che saranno comunque previsti in spazi esistenti senza interferenza con infrastrutture o attività private. Una possibile ubicazione delle aree di supporto cantieristico intermedio (da destinare solo allo stoccaggio delle bobine) è rappresentata nella planimetria **PEL-EG-061**.
- *Delimitazione del cantiere su singola carreggiata di lunghezza media 500 metri.* Questa fase presuppone il restringimento di carreggiata e la corretta gestione del traffico secondo le previsioni del codice della strada. Il PSC del progetto esecutivo definirà in dettaglio anche le misure di sicurezza che dovranno essere adottate. E' possibile anticipare che il cantiere dovrà essere adeguatamente segnalato in anticipo, dotato dell'opportuna segnaletica visibile anche in notturna e, all'occorrenza, integrato con movieri a terra per una corretta gestione dei rischi interferenziali.

- *Allestimento del cantiere mobile* – All'interno dell'area di posa su carreggiata delimitata saranno allestiti anche un WC chimico e un prefabbricato per il riparo delle maestranze con reparto dedicato al ricovero dell'attrezzatura minuta.
- *Trasferimento delle bobine dai cantieri "madre" al singolo cantiere stradale* – Man mano che il cavidotto sarà spostato, ed eseguite le opere di completamento, il tratto di carreggiata precedentemente delimitata verrà riaperta al traffico, delimitando con il cantiere mobile il tratto successivo che si sovrapporrà al precedente per non più di una decina di metri in corrispondenza dello scavo di giunto della linea MT (dimensioni 1,50 di larghezza per 2,50 di lunghezza). Dal cantiere "madre" e con normali mezzi d'opera le bobine saranno trasferite sul cantiere mobile per la successiva posa.

Nell'Allegato **PEL-AL-011** "Caratteristiche del tracciato e interferenze" sono state dettagliate le principali interferenze potenziali lungo tutto il percorso evidenziando:

- Lunghezza del tratto
- Larghezza stradale
- Pendenza massima del tratto (%)
- N° interferenze con il reticolo idraulico
- N° intersezioni con rete stradale
- N° Interferenze aeree
- Presenze residenziali (%)
- Presenze industriali (%)

I 16 km di sviluppo del cavidotto sono stati suddivisi in **6 tratti** a loro volta suddivisi in **18 sotto tratti**. I 6 tratti principali sono:

1. Triangolo verde – Libbiano
2. Libbiano – Tabaccaia
3. Tabaccaia – Incrocio stradale SP 64 con Via dei Cappuccini
4. Incrocio stradale SP 64 con Via dei Cappuccini – Peccioli
5. Peccioli – Località La Rosa
6. Località La Rosa – Centrale di Terricciola

Richiamando quanto dettagliato nel **PEL-AL-011** e già riassunto anche graficamente nel capitolo 5 si riporta in tabella 9.3.1/2 riassuntiva delle caratteristiche peculiari del tracciato da cui si evincono con sufficiente chiarezza le problematiche che l'Impresa esecutrice dovrà prevedere nell'organizzazione del cantiere stradale.

CARATTERISTICA TIPOLOGICA	TRATTO STRADALE					
	1	2	3	4	5	6
<i>Lunghezza del tratto (m)</i>	2800	3700	3400	1840	1180	3000
<i>Larghezza stradale (m)</i>	3	3-6	3,5-5	6-15	6	4,5-5
<i>Pendenza massima (%)</i>	20	19	11	9,3	16,5	8
<i>n° interferenze con il reticolo idraulico</i>	0	1	2	0	1	7
<i>n° intersezioni rete stradale</i>	3	13	13	9	4	12
<i>n° interferenze aeree</i>	1	0	4	0	0	5
<i>Presenze residenziali (%)</i>	13	15	13	19	22	26
<i>Presenze industriali (%)</i>	1	4	2	53	44	19

Tabella 9.3.1/2 – Caratteristiche peculiari del tracciato del cavidotto

Dalla tabella di cui sopra, e dall'analisi fotografica di dettaglio riportata in PEL-AL-011, si può dedurre che:

- I tratti che richiedono maggiori attenzioni in fase di gestione del cantiere stradale sono quelli che si estendono dal Triangolo Verde (Belvedere) fino a Libbiano e, nella prima parte, del tratto da Libbiano alla località Tabaccaia.
In questi due tratti si riscontrano le larghezze stradali più ridotte (3 metri), strade a tratti non asfaltate, pendenze massime fino al 20%, una discreta percentuale di attraversamenti residenziali. Sono frequenti anche diverse intersezioni stradali che L'impresa dovrà gestire, come normalmente avviene in questo tipo di cantieri, garantendo gli accessi in ogni momento alle diverse proprietà private o gestendo, dopo aver ottenuto i dovuti permessi, la viabilità anche attraverso bypass temporanei.
- La maggior parte del tracciato stradale è a doppia corsia e con larghezze più che adeguate per gestire ordinariamente il cantiere stradale.
- La presenza residenziale va aumentando man mano che dalla sede dell'impianto di Ossidazione termica si procede verso la Centrale di Terricciola.
- Il numero totale di attraversamenti idraulici è di 11. Si tratta generalmente di manufatti per attraversamento di fossi o rii oltre, al ponte sul Fiume Era. Si rimanda al documento **PEL-AL-011** per i dettagli fotografici dei singoli manufatti. La presenza di vegetazione non sempre consente una chiara evidenza del manufatto il cui attraversamento in spalletta, tuttavia, costituisce una normale prassi in cantieri di questa natura. Non sono previsti attraversamenti in alveo né alterazioni della sezione libera di deflusso delle acque.
- A supporto della progettazione di dettaglio della linea di elettrodotto, **le interferenze idrauliche sono ulteriormente state approfondite** e sono riportate nel documento **PEL-RT-070**. Il documento attraverso una scheda per ciascuna interferenza ne dimostra la possibilità di facile esecutività.
- Dall'incrocio stradale SP 64 con Via dei Cappuccini fino alla Località La Rosa (tratti 4 e 5 è stata dettagliata una particolare presenza di attività commerciali e industriali per le quali sarà necessario garantire accessi in sicurezza secondo le normali regole di settore.
- Le interferenze aeree sono prevalenti nel tratto 3 (n° 4 interferenze) e nel tratto 6 (n° 4 interferenze). Tuttavia si tratta di infrastrutture in elevazione che non possono subire alcuna interferenza dalla tipologia di macchinari prevedibili per l'esecuzione dei lavori pienamente assimilabili a quelli per normale manutenzione ordinaria e straordinaria delle strade.

Nonostante i potenziali impatti sulla viabilità siano reali è evidente che una buona gestione del cantiere stradale sarà sufficiente a minimizzarne la significatività. Le indicazioni per mitigare l'impatto sono, comunque, le seguenti:

- Garantire che i singoli sotto cantieri con occupazione di carreggiata abbiano lunghezze tali da minimizzare l'impatto sul traffico garantendo accessi alle proprietà private, ai centri commerciali e alle attività produttive nonché assicurando la corretta gestione dei punti di intersezione stradale. Si stima che, tranne casi particolari da valutare in fase di esecuzione lavori, ogni sotto cantiere non debba avere uno sviluppo superiore ai 500 metri.
- Rispettare nelle fasi di progettazione esecutiva e nella pianificazione dei lavori da parte dell'Impresa, quanto previsto dal **DM 22/01/2019** che individua i criteri generali di sicurezza per i cantieri stradali con particolare riferimento alla segnaletica su viabilità con traffico veicolare.

- Assicurare che i sotto cantieri vengano smantellati il prima possibile restituendo la carreggiata alla libera fruizione nelle condizioni di piena sicurezza e qualità della sede stradale.
- Garantire il rispetto della Sicurezza Stradale ovvero:
 - del Decreto legislativo 30 aprile 1992 n. 285, “Nuovo Codice della Strada” così come aggiornato nel dicembre 2024; il suo “Regolamento di esecuzione ed attuazione”, Decreto Del Presidente Della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495 ed il Decreto Ministeriale 10 luglio 2002 “Disciplinare Tecnico”
 - delle norme di Sicurezza e Salute nei luoghi di lavoro contenute nel Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n.81.
 - del già sopra richiamato Decreto Interministeriale 22 gennaio 2019, che fissa i criteri generali di sicurezza da applicare durante le attività lavorative su strada, e che lega tra loro i due macro gruppi di norme sopracitate.
- Utilizzare caratteristiche della segnaletica in conformità con quanto previsto dal DM.
- Garantire la segnaletica anche notturna.
- I cantieri madre, prevalentemente da utilizzare per lo stoccaggio delle bobine da trasferire poi nei singoli sotto cantieri stradali, dovrebbero avere dimensioni non superiori a 50 m². Nel caso in cui si prevedessero più cantieri “madre” intermedi tra quello iniziale (Belvedere) e quello finale (Stazione Utenza) andranno privilegiati: slarghi esistenti; aree commerciali private con specifici accordi per occupazione temporanea del suolo a carico dell’impresa esecutrice; parcheggi pubblici acquisendo permessi e con pagamento del suolo pubblico a carico dell’Impresa esecutrice. Considerata l’abbondanza di aree idonee documentate fotograficamente nel **PEL-AL-011**, si dovranno privilegiare quegli spazi già impermeabilizzati, non interferenti con il reticolo idraulico, senza necessità di scotico di suolo pubblico e di successivi ripristini che risulteranno comunque indispensabili e a carico dell’Impresa esecutrice qualora fosse indispensabile utilizzare un’area non antropizzata.
- Garantire adeguata cartellonistica con indicazione dell’eventuale modifica del traffico veicolare o di chiusura temporanea delle strade, in un significativo ambito di interesse della viabilità interessata dal provvedimento.

9.3.1.2. FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE

Non sono previsti impatti significativi essendo l’intera opera interrata e la Stazione Utenza fuori dal circuito della viabilità ordinaria. In caso di manutenzioni localizzate sul cavidotto sono da prevedersi piccoli cantieri ben circoscritti con le medesime accortezze già richiamate per la fase di cantiere

9.3.1.3. CONCLUSIONI SULLA MACROCATEGORIA VIABILITÀ E INTERFERENZE

Da quanto emerso, e considerando le peculiarità sia delle previste modalità esecutive che di quelle gestionali, gli impatti prevedibili sono ben attenuabili attraverso un’ordinaria previsione del cantiere. Gli impatti, dunque, già contenuti

9.3.2. IMPATTI E MITIGAZIONI PER CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA

L'analisi delle unità ponderali ha evidenziato questa macrocategoria tra quelle che, a parte la fase di cantiere, produce effetti positivi. Nella tabella 9.3.2/1 si riportano gli esiti sintetici della valutazione ponderale.

a) Cantiere

RIFIUTI PRODOTTI	-16	CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA	-37	960	-3,85%
CONSUMI DI ACQUE PRIMARIE	-1				
CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA	-2				
CONSUMO DI METANO	0				
CONSUMO DI CARBURANTI	-18				
MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI	0				

b) Esercizio e manutenzione

RIFIUTI PRODOTTI	0	CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA	0	256	Nullo
CONSUMI DI MATERIALI TECNICI AUSILIARI	0				
CONSUMI O PRODUZIONE DI ACQUE PRIMARIE	0				
PRODUZIONE DI ENERGIA	0				
CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA	0				
CONSUMO DI METANO	0				
CONSUMO DI CARBURANTI	0				
MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI	0				

Tabella 9.3.2/1 – Sintesi delle Unità Ponderali per consumi o produzione di rifiuti ed energia

9.3.2.1. FASE DI CANTIERE

RIFIUTI

Il cantiere, nelle sue diverse fasi evolutive, produrrà rifiuti di tipologia diversa ma ordinaria. Sono infatti da garantire un'adeguata organizzazione del cantiere rispettando quanto previsto nelle "Linee Guida per la gestione dei cantieri ai fini della protezione ambientale. In fase di progettazione esecutiva, così come per l'intera opera ricollegabile all'Ossidatore termico, prima dell'avvio dei lavori, verrà predisposto un apposito PAC (Piano Ambientale di Cantierizzazione) in cui saranno dettagliate le varie tipologie di rifiuto da allontanare dal cantiere e la relativa **area di deposito temporaneo**. Al momento, e in un'ottica estensiva e prudentiale, si prevede la gestione dei seguenti rifiuti:

a. Materiale da scavo	CER 170504
b. Legno (bancali, pallets, casseforme)	CER 170201
c. Plastica	CER 170203
d. Fresato di asfalto	CER 170302
e. Ferro e acciaio	CER 170405
f. Rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi	CER 170904
g. Sfalci e potature	CER 200201
h. Rifiuti urbani indifferenziati	CER 200301
i. Imballaggi in carta e cartone	CER 150101
j. Imballaggi misti	CER 150106

La quantità più significativa che si prevede di dover gestire è costituita da circa **12.000 t del CER 170504** che saranno caricate presumibilmente su camion contestualmente alla produzione e allontanato dal cantiere.

Il contributo più significativo deriverà dalla realizzazione dell'infrastruttura lineare, che prevede una trincea regolare le cui dimensioni massime di scavo sono quantificate in 70 cm di larghezza per 120 cm di profondità su strada asfaltata mentre su strade non asfaltate (concentrate nel tratto 1.A per uno sviluppo del 80% sul totale di 2.800 metri) la profondità di scavo è di 110 cm (Figura 9.3.2/1).

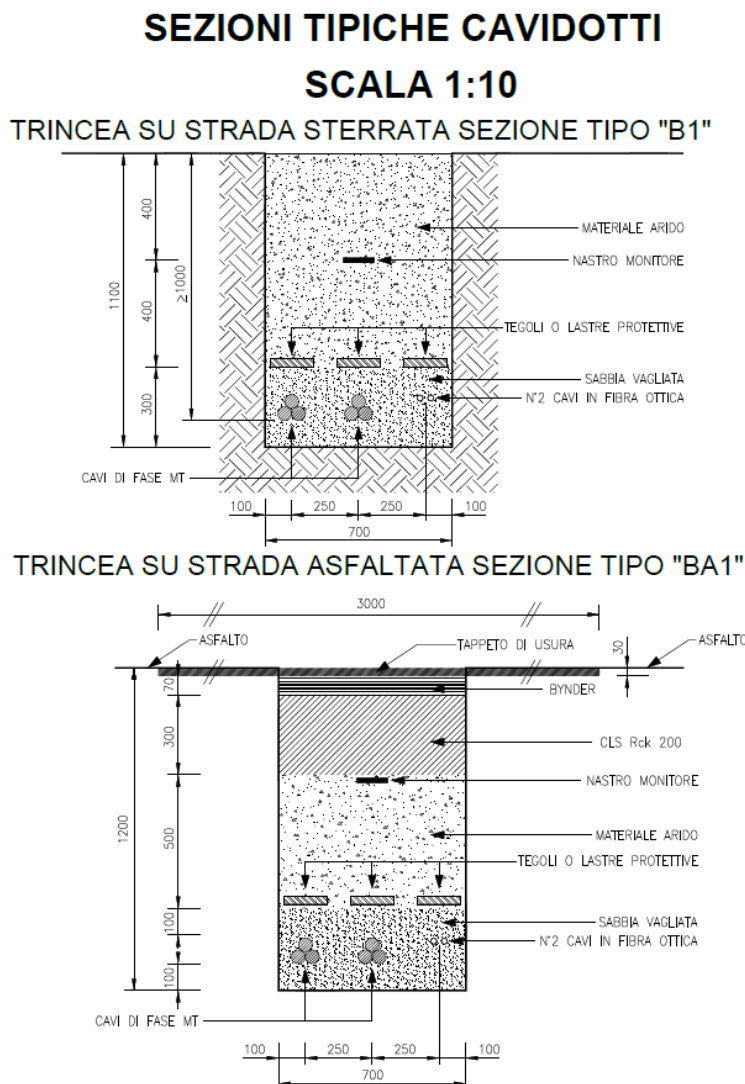


Figura 9.3.2/1 – Tipologico della sezione di scavo

Nella Tabella 9.3.2/2 si riportano le quantità di materiale scavato suddiviso per tipologia con le quantità del successivo riporto che comprende, in quota parte, materiali provenienti dal precedente scavo e a completamento delle necessità di riempimento materiali da costruzione (sabbia vagliata e cls Rck 200). Sono trascurati i contributi dei giunti da prevedersi ogni circa 500 metri e che sono rappresentati da un modesto allargamento localizzato della trincea.

		Larghezza (m)	Profondità (m)	Spessore scavo (m)	Lunghezza (m)	Volume di scavo (m ³)	Spessore riporti (m)	Volume di riporto (m ³)
Sezione stradale asfaltata	Asfalto -binder	0.7	1.2	0.1	13'760	963	0.1	963
	Cls Rck 200	0.7	1.2	0	13'760	0	0.3	2'890
	Materiale arido	0.7	1.2	1.1	13'760	10'595	0.5	4'816
	Sabbia vagliata	0.7	1.2	0	13'760	0	0.3	2'890
Sezione stradale non asfaltata (80 % 1.A)	Asfalto -binder	0.7	1.1	0	2'240	0	0	0
	Cls Rck 200	0.7	1.1	0	2'240	0	0	0
	Materiale arido	0.7	1.1	1.1	2'240	1'725	0.8	1'254
	Sabbia vagliata	0.7	1.1	0	2'240	0	0.3	470
						13'283		13'283

Tabella 9.3.2/2 – Quantità di scavo e di riporti

Come si vede dalla tabella sono previsti in totale circa 13.300 m³ di scavi di cui circa 12.300 m³ costituiti da materiale arido che sarà in quota parte riutilizzato per il successivo riempimento (circa 6.000 m³). Il materiale arido che non sarà riutilizzato per il riempimento dello scavo sarà allontanato presso impianto di recupero con codice EER 170504. La fresatura d'asfalto e il binder demolito, invece, saranno avviati preferibilmente a impianto di recupero con codice EER 17.03.02. Le altre tipologie di rifiuto, evidentemente ordinarie, dovranno essere depositate in maniera separata per codice CER e "stoccate secondo normativa o norme di buona tecnica atte ad evitare impatti sulle matrici ambientali". A tal fine si prevedono idonei container ben distinti per codice CER, con adeguata capacità e destinati alla raccolta differenziata dei rifiuti individuati. Non sono previsti al momento situazioni in cui si possano generare acque meteoriche di dilavamento dei rifiuti.

CONSUMO CARBURANTI

Sono da prevedersi solo per i mezzi d'opera, comunque contenuti, per la realizzazione della Stazione Utenza e per la posa in opera del cavidotto. Il consumo carburanti dei mezzi di cantiere va riferito all'attività di una "squadra tipo" che dovrà eseguire lo scavo in trincea, allontanare i terreni in esubero, riempire lo scavo con sabbia, terreno e cls, e infine completare con la nuova asfaltatura. La produttività stimata è di circa 100 metri/giorno e quindi il lavoro potrà essere realizzato in circa 160 giorni lavorativi pari a circa 6 mesi. Quindi sono da prevedersi consumi contenuti riconducibili ad alcuni tra i seguenti mezzi d'opera: Escavatore 350 qli con un consumo di 27 l/h; Dumper a vuoto 180 qli con un consumo di 32 l/h; Camion ordinario con un consumo di 15 l/h; Rullo per compattazione con un consumo 15 l/h; Greder o Pala con un consumo di 20 l/h; Autotreno per forniture con un consumo 30 l/100 Km

Si prevedono una serie di indirizzi operativi che consentiranno di ridurre i consumi, tra cui:

- Saranno privilegiati mezzi di ultima generazione rispondenti alle vigenti normative, dotati di dispositivi per ridurre i consumi e le emissioni inquinanti, equipaggiati con motori conformi ai requisiti sulle emissioni Tier4 (escavatori) o Tier3 (rulli e bulldozer).
- Tutti i mezzi d'opera rimarranno costantemente in cantiere e lasceranno il cantiere solo per manutenzione ordinaria e straordinaria.
- Si prevede che gli operai potranno arrivare in cantiere con mezzo collettivo aziendale e non ciascuno con la propria auto.
- Le vibrofinitrici saranno dotate di dispositivo di aspirazione fumi e le fresatrici di un dispositivo di aspirazione delle polveri per garantire efficienza e riduzione dei consumi.

- I mezzi, avranno obbligo di velocità max 10 Km/h e si prevede il fermo motore nelle fasi di attesa e di non operatività.
- Per quanto possibile, saranno privilegiate le forniture, peraltro ridotte in quantità e tipologia, a minor raggio di percorrenza

Per quanto riguarda le altre componenti di macrocategoria, non sono previsti consumi di metano né la presenza di sostanze pericolose. Il consumo di acque primarie e di energia elettrica è assente o residuale e comunque facilmente assolvibile con autobotti esterne o con gruppi elettrogeni.

9.3.2.2. FASE DI GESTIONE E MANUTENZIONE

Per natura dell'opera che non sono prevedibili produzioni degne di nota di rifiuti né consumi.

9.3.3. IMPATTI E MITIGAZIONI SULL'ATMOSFERA

Questa macrocategoria è stata valutata principalmente per le emissioni di polveri in atmosfera, la pressione acustica e l'esposizione a campi elettrici ed elettromagnetici, che sono risultate, complessivamente e quando pertinenti, di magnitudo contenuta sia in fase di cantiere che di gestione e manutenzione. Nella Tabella 9.3.3/1 si riportano gli esiti sintetici della valutazione ponderale.

a) Cantiere

EMISSIONI IN ATMOSFERA	-10	ATMOSFERA	-10	640	-1,56%
RUMORE	0				
EMISSIONI TERMICHE	0				
RISCHI DI INCENDIO	0				

b) Esercizio e manutenzione

EMISSIONI ATMOSFERICHE CONVOGLIATE E DIFFUSE	0	ATMOSFERA	-7	224	-3,13%
QUALITA' DELL'ARIA	0				
RUMORE	0				
EMISSIONI TERMICHE	0				
IMPATTO ELETTRICO ED Elettromagnetico	-7				
PRODUZIONE DI CO ₂	0				
INCENDIO	0				

Tabella 9.3.3/1 – Sintesi delle Unità Ponderali per impatti sull'atmosfera

9.3.3.1. EMISSIONI IN ATMOSFERA – FASE DI CANTIERE

Come si vede dalle tabelle di cui sopra la significatività di questo indicatore è davvero molto contenuta. Si tratta della potenziale **produzione di polveri** in fase di demolizione della pavimentazione stradale, di scavo della trincea e successivo riempimento.

Per quanto riguarda, invece, l'emissione di polveri è stata predisposta una valutazione delle emissioni di PM10, dettagliata nella relazione **SMD-RT-020** cui si rimanda per il dettaglio della stima. Al fine di quantificare l'impatto indotto sulla qualità dell'aria, in termini di produzione e dispersione di particolato atmosferico PM10, nella realizzazione delle opere previste, si è proceduto alla schematizzazione delle operazioni che comportano una emissione di particolato atmosferico (scavi, rinterri, carico, scarico, trasporto su strade non asfaltate, ecc.) seguendo le

indicazioni dettate in tema dalle AP-42 di US-EPA e dalle Linee guida della Regione Toscana contenute nel Piano Regionale della Qualità dell'Aria (PRQA).

In sintesi, i risultati prevedono per le attività programmate sul tratto di strada asfaltata una emissione oraria di PM10 pari a circa 0.16771 kg/h, corrispondenti a circa 1.3417 kg/giorno (sulle 8 h lavorative). Per la porzione di cantiere posizionato lungo il tratto non asfaltato, è prevista una emissione oraria complessiva (incluso il traffico su piste non asfaltate) pari a circa 0.49458 kg/h, che nella giornata lavorativa di 8 h assommano a circa 3.9566 kg/g. Considerando la durata di ciascuna delle due fasi in cui è stato schematizzato il lavoro, assumendo un tasso di avanzamento dei lavori di 100 m/g che determina una durata dei lavori pari a 138 giorni e 22.4 giorni per, rispettivamente, le porzioni asfaltata e non, per il tratto realizzato su strade asfaltate si prevede una produzione complessiva di PM10 pari a circa 184.62 kg, mentre per il tratto da realizzarsi nella porzione di strada non asfaltata la produzione totale di PM10 risulta stimabile in circa 88.63 kg. Il rateo emissivo orario calcolato per le due fasi, ossia 0.16771 kg/h e 0.49458 kg/h, evidenziano piena compatibilità dei valori di concertazione calcolati dal modello con i limiti di riferimento vigenti sulla qualità dell'aria.

9.3.3.2. EMISSIONI IN ATMOSFERA – FASE DI ESERCIZIO

Anche in questo caso, l'unico indicatore di interesse è quello ricollegabile **alle emissioni elettromagnetiche** in corrispondenza della Stazione Utente e lungo lo sviluppo dei cavi di AT e MT. Nella Relazione **PEL-RT-040**, cui si rimanda per ogni dettaglio, sono stati eseguiti i calcoli per la determinazione delle Distanze di Prima Approssimazione (DPA) relative al campo elettromagnetico generato dalle nuove infrastrutture necessarie per realizzare la connessione di un impianto di ossidazione termica senza fiamma, con potenza nominale 13 MW di proprietà di Novatosc, alla rete di alta tensione di e-distribuzione. In particolare la soluzione di connessione prevede i seguenti nuovi interventi al di fuori del perimetro dell'impianto:

- Allestimento di n°1 stalli trasformatore in futura stazione di utenza "Terricciola";
- Allestimento cabina di consegna AT in "CP Terricciola";
- Collegamento in cavo AT interrato Al 3x(1x400) mm² della lunghezza di circa 125 m tra la futura stazione "Terricciola" e l'esistente cabina primaria di Terricciola.
- Collegamento in doppia terna in MT (20 kV) interrata con cavi in Al 3x1x300 mm² della lunghezza di circa 16 km tra il futuro impianto di ossidazione termica senza fiamma e la futura stazione utente di "Terricciola".

Lo studio conclude che le linee AT ed MT di progetto non portano a valori di inquinamento elettromagnetico fastidiosi o dannosi per l'ambiente e, in special modo, per le persone, in quanto anche nelle loro immediate vicinanze i valori del campo di induzione magnetica rimangono notevolmente inferiori alla soglia minima di attenzione. Per quanto riguarda la linea AT la DPA è pari a **3 m** per parte, rispetto all'asse del cavidotto. Per quanto riguarda invece la linea MT che collega l'impianto di ossidazione termica senza fiamma alla stazione di utenza la DPA è pari a **1 m** per parte, rispetto all'asse del cavidotto. Allo stesso modo, per ciò che concerne la cabina di consegna, adottando un metodo di calcolo cautelativo i valori magnetici al di sotto della soglia dei 3 mT non sono completamente contenuti all'interno dell'ipotesi di recinzione stessa oltrepassandola per pochi centimetri che possono senz'altro essere assorbiti dal limite di incertezza e approssimazione della delimitazione dell'area. E comunque da evidenziare che in tali aree non vi sono recettori di alcun tipo né tanto meno aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

9.3.3.3. EMISSIONI IN ATMOSFERA – ELEMENTI CONCLUSIVI

Le emissioni polverulente (in fase di cantiere), quelle sonore (cantiere ed esercizio) e l'esposizione a campi magnetici risultano assolutamente poco significative.

Tuttavia, in questo scenario comunque di minimo impatto, sono previsti accorgimenti specifici, già adottati per il ben più ampio cantiere impiantistico dell'Ossidatore termico, sia in fase di cantiere che di esercizio per prevenire e ridurre al minimo le dispersioni in atmosfera. In particolare già oggi sono prevedibili le seguenti mitigazioni:

- I mezzi, con obbligo di velocità max 10 Km/h, avranno sempre il cassone coperto con telone;
- I sotto cantieri saranno dotati di una spazzatrice per la pulizia delle strade esterne da eventuali materiali terrosi lasciati accidentalmente da mezzi in uscita dal cantiere.
- La compattazione dei terreni non avverrà in retromarcia per evitare l'azionamento automatico del "cicalino" di sicurezza;
- Eventuali cumuli di terreni provenienti dalla trincea e provvisoriamente stoccati, e non in uso, saranno protetti con teli;
- I mezzi d'opera lasceranno il cantiere solo per manutenzione ordinaria e straordinaria;

9.3.3.4. IMPATTO ACUSTICO - FASE DI CANTIERE

Per quanto riguarda le emissioni sonore è evidente la non significatività dell'indicatore in quanto l'unica fonte di rumore sarà quella generata dai mezzi d'opera tipici della cantieristica stradale (escavatore, camion, dumper, pala, fresatrice ecc..) che opereranno in ambiente già ampiamente infrastrutturato e trafficato, solo in fase diurna e quindi senza alcuna possibile sovrapposizione significativa rispetto al quadro emissivo esistente.

9.3.3.5. IMPATTO ACUSTICO – FASE DI ESERCIZIO

Significatività nulla in quanto né la centrale né tanto meno i cavidotti interrati, possono essere fonte di rumorosità significativa.

9.3.3.6. IMPATTO ACUSTICO – ELEMENTI CONCLUSIVI

Come correttamente valutato in sede di attribuzione delle unità ponderali, l'impatto acustico risulta di modesta rilevanza sia in fase di cantiere che di esercizio. Le condizioni al contorno del polo impiantistico di Legoli sono favorevoli, così come risultano efficaci le misure preventive inserite in fase progettuale che appaiono in grado di contenere ancora di più gli scenari emissivi più che accettabili e ampiamente rispettosi dei limiti normativi.

9.3.4. IMPATTI E MITIGAZIONI SU ECOSISTEMA E PAESAGGIO

Questa macrocategoria è stata valutata cumulativamente per diverse componenti: vegetazione e flora (in tabella: solo flora), fauna, uso del suolo e patrimonio agroalimentare (in tabella: solo uso del suolo), paesaggio. Nella Tabella 9.3.6/1 si riportano gli esiti sintetici della valutazione ponderale. Anche se l'intervento non interessa aree boscate tutelate ai sensi dell'art. 142, c.1, lett. g) del D.lg s. 42/2004 e s.m.i., data la natura e la tipologia delle opere in progetto, si prevede

la messa in atto di alcune 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.

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

Misure di mitigazione proposte:

- 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.

Il fosso rientra nel Reticolo idrografico e nel Reticolo di gestione della Regione Toscana aggiornato come da L.R. n. 79/2012 aggiornata con D.G.R. n. 1061/2023 e con Reticolo di gestione Aggiornato con D.C.R. 25/2024, di conseguenza per il taglio di alberi e arbusti presenti nel fosso sarà necessario chiedere specifica autorizzazione.

9.3.4.1. IMPATTI E MITIGAZIONI SULL'USO DEL SUOLO

L'insieme delle indagini eseguite ed i dati raccolti hanno permesso di concludere che il sito indagato risulta idoneo dal punto di vista geologico, geotecnico ed idrogeologico alla realizzazione dell'intervento. L'area interessata dall'intervento risulta morfologicamente stabile e risulterà tale anche a seguito dell'intervento di progetto.

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. In considerazione quindi della erodibilità dei litotipi presenti in affioramento e nel sottosuolo sarà necessario in fase di esecuzione dell'intervento eliminare il ruscellamento selvaggio delle acque procedendo ad un'adeguata regimazione delle stesse e un immediato inerbimento delle sponde.

In fase di realizzazione degli scavi sarà comunque necessario verificare l'omogeneità del terreno di fondazione.

Le opere di fondazione, impostate al di sotto del terreno vegetale, risulteranno al di fuori della fascia interessata da significative variazioni stagionali del contenuto naturale d'acqua.

Il materiale terroso di risulta dall'intervento potrà essere conguagliato in loco per la risistemazione dell'area oggetto dei lavori, provvedendo al suo compattamento ed inerbimento evitando comunque che abbiano a verificarsi fenomeni erosivi o di ristagno delle acque; i materiali eccedenti dovranno essere riutilizzati o smaltiti secondo la normativa vigente.

a) Cantiere

FLORA	-23	ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	-168	-1600	-10.50
FAUNA	-37				
USO DEL SUOLO	-30				
PAESAGGIO	-78				

b) Gestione

FLORA	-8	ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	-43	-1856	2.32
FAUNA	-17				
USO DEL SUOLO	6				
PAESAGGIO	-24				

c) Manutenzione

FLORA	-6	ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	-14	-1856	-0.75
FAUNA	-8				
USO DEL SUOLO	0				
PAESAGGIO	0				

Tabella 9.3.6/1 – Sintesi delle Unità Ponderali per impatti su ecosistema e paesaggio

9.3.5. IMPATTI SOCIO ECONOMICI

So gli effetti positivi ricollegabili alla realizzazione dell'impianto di Ossidazione Termica di cui l'elettrodotto è parte residuale ma integrante. Di conseguenza, si richiamano per comodità di lettura i benefici socio economici tratti dal **SIA-RT-010**.

Rimandando alla relazione di dettaglio **BSE-RT-010**, si riportano alcuni elementi significativi che inquadrano il progetto nel contesto socio economico più generale. Senza prescindere dal contesto strutturale e territorialmente interrelato della Regione, chiunque si occupi o si sia occupato del ciclo dei rifiuti, conosce il nome del comune della Valdera ormai non più per essere la sede di impianti di trattamento e smaltimento di rifiuti ma, soprattutto, per essere un laboratorio di sviluppo sostenibile il cui motore è alimentato dalla gestione industriale di servizi ambientali, da una significativa capacità ricettiva per ciò che concerne l'innovazione tecnologica, dunque anche la cultura contemporanea e la dimensione sociale. A riprova di ciò, si indica questa realtà come "Sistema Peccioli" che si struttura su tre attori fondamentali:

- il Comune che oltre a gestire le normali funzioni amministrative è il fulcro del governo del territorio e, conseguentemente delle scelte che riguardano l'interesse collettivo;
- la Fondazione Peccioli cui sono demandate le attività culturali e di promozione del territorio;
- la società Belvedere S.p.A. che gestisce gli impianti di trattamento e smaltimento dei rifiuti nel sito di Legoli e la cui proprietà è detenuta per il 63% dal Comune di Peccioli e per il 37% da circa 900 Piccoli Azionisti per lo più residenti nel territorio. Ad essa è attribuita la missione, attraverso una attenta pianificazione e gestione degli impianti, di generare le risorse finanziarie da investire sul territorio a sostegno degli ulteriori progetti di sviluppo, delle attività economiche e per la promozione sociale e culturale della comunità.

Tutto è tenuto sinergicamente insieme da un "collante" molto particolare quanto articolato, che può essere indicato come un vero e proprio processo di partecipazione attiva della cittadinanza. Una partecipazione che però non si limita alla vita civile, politica e alle varie attività culturali ma che, attraverso un diffuso azionariato popolare esprime, in buona misura, quello che si può definire "indirizzo proprietario" del Sistema che genera valore e lo reinveste nel territorio e sulla collettività. In questo contesto risulta evidente come ogni decisione localizzativa e tecnologica di tipo impiantistico e di investimento, non possa prescindere dal naturale ruolo di questa comunità e nello stesso tempo come debba corrispondere alla capacità di generare risorse per alimentare le attività civiche che ne denotano il modello di inclusione sociale.

Gli attori di un contesto quale quello sopra brevemente richiamato, non possono che essere molto attenti alle spinte evolutive e dunque soggetti attivi di quel complesso di azioni/trasformazioni che viene indicato con il termine di *transizione ecologica*.

Se le origini del *Sistema Peccioli*, infatti, hanno le loro radici in un grande impianto di smaltimento finale del rifiuto in discarica, nel corso di oltre trenta anni di gestione si sono aggiunti impianti per la raccolta del biogas e l'utilizzo della componente metano per produrre energia elettrica (oltre 14 MW) e termica (oltre 15 MW), prendendo energia elettrica da impianti fotovoltaici (883.462 kWh). Più recentemente l'attenzione si è poi rivolta al trattamento meccanico biologico dei rifiuti e alla digestione anaerobica della frazione organica.

Anche i liquami prodotti dall'impianto di discarica sono depurati per oltre un terzo *in situ*: una rete di captazione convoglia il percolato nei serbatoi di accumulo per essere poi lì trattato in un impianto a evaporazione sottovuoto a multiplo effetto, in grado di ottenerne acqua che, ulteriormente sottoposta a disinfezione e filtrazione, viene reimpiegata per usi della stessa

impiantistica. Sono già state richiamate in altra parte del documento, le caratteristiche peculiari dell'impianto quale anello di chiusura del ciclo per rifiuti che, diversamente, sarebbero smaltiti in discarica con l'ulteriore vantaggio di recuperare materiali (CO₂ da commercializzare, acqua per il comparto, energia da restituire in rete e materiale vetroso) in piena sintonia con gli indirizzi strategici europei, nazionali e regionali. Così, un rifiuto residuo, che ad oggi trova un efficiente sistema di smaltimento finale proprio nell'impianto di discarica in esercizio, potrà invece alimentare un processo industriale e tecnologico innovativo in grado di recuperare ancora materia ed energia. Dunque, come avvenne nel 2014 con la realizzazione dell'impianto di TMB per corrispondere alla Direttiva Europea sul conferimento dei rifiuti in discarica, si propone ora l'obiettivo della sua riduzione a valori residuali nel quadro tracciato dal *Circular Economy Action Plan*. In altri termini il modello socioeconomico del territorio, confermando la sua capacità resiliente, non si attesta sul fronte della "rendita" ma propone di misurarsi con una nuova frontiera nell'innovazione tecnologica dell'impiantistica necessaria alla chiusura del ciclo dei rifiuti, in coerenza proprio con il Piano di azione europeo per l'economia circolare nel cui indirizzo si colloca la adozione da parte della Giunta Regionale della Toscana del " Piano regionale di gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati – Piano regionale dell'economia circolare. L'impianto genererà, tra l'altro un indotto **occupazione di oltre 31 addetti** tecnici e 3 unità di personale amministrativo, cui si aggiungeranno opportunità per ditte specializzate in forniture e manutenzioni.

9.4. VALUTAZIONE DI SINTESI DEGLI IMPATTI

Richiamando integralmente quanto anticipato nel capitolo 6, è possibile asserire che l'opera, caratterizzata da una Stazione Utenza di modeste dimensioni e dalla posa di un cavidotto interrato di lunghezza 16 km, non comporta impatti significativi né in fase di cantiere né in fase di esercizio e manutenzione. Per la Stazione Utenza si possono infatti **escludere**:

- interferenze con il reticolo idraulico che rimarrà comunque a distanza di norma dalla recinzione dell'impianto
- interferenze con flora e fauna considerando che oggi l'area è destinata ad arboricoltura per successivo taglio e, quindi, ad un'attività senz'altro dinamica e non adatta alla formazione di habitat duraturi.
- Impatti acustici in quanto la centrale non ha emissioni sonore
- Impatti emissivi in atmosfera
- Impatti sulla viabilità in quanto gli unici accessi potranno essere quelli di manutenzione e quindi assolutamente trascurabili
- Impatti sulle matrici acque sotterranee non essendo prevista alcuna attività produttiva o di trasformazione o di potenziale rilascio.
- Impatti collegabili alla pericolosità geomorfologica e idraulica sia per le caratteristiche pianeggianti dell'area che per tipologia di infrastruttura prevista.
- Impatti sul patrimonio storico, artistico e culturale.
- Impatti sul tessuto produttivo locale

Per lo sviluppo del cavidotto lungo il tracciato **sono da escludere**:

- Emissioni sonore
- Emissioni in atmosfera
- Interferenza con il reticolo idrografico in quanto il cavidotto è interrato lungo strada esistente e le interferenze idrauliche saranno gestite, secondo ordinaria modalità,

staffando il cavidotto sull'esterno del manufatto idraulico e senza riduzione della sezione idraulica.

- Impatti visivi e sul paesaggio in quanto il cavidotto è completamente interrato.
- Impatti da traffico indotto
- Interferenze con la circolazione stradale (ad eccezione della fase di cantiere che sarà opportunamente valutata)
- Impatti sulle acque sotterranee
- Impatti su flora e fauna
- Impatti sul patrimonio storico, artistico e culturale
- Consumo di suolo
- Impatti per utilizzo di sostanze pericolose
- Impatti per sversamenti
- Impatti per consumo di acque primarie
- Impatti per consumo di energia (l'infrastruttura serve per cedere l'energia prodotta dall'impianto Novatosc)

L'applicazione del metodo di valutazione di cui al **SIA-RT-010**, pur se semplificato e adattato alle poche reali fonti di impatto ha fatto emergere che:

- **Potenziali Impatti in fase di cantiere** riferibili alla realizzazione della stazione di utenza e alla posa del cavidotto:
 - *Produzione di polveri* – Risultano, ovviamente contenute e concentrate nella fase di predisposizione della trincea lungo strada e del successivo riempimento. Normali precauzioni di cantiere stradale consentono di prevedere emissioni insignificanti considerando che la trincea sarà realizzata lungo strade normalmente esposte a traffico anche pesante.
 - *Emissioni sonore* – Sono riconducibili alla sola presenza dei mezzi d'opera in fase di cantiere mentre sono nulle una volta eseguita l'opera
 - *Interferenze con la viabilità locale* – E' l'aspetto di impatto più rilevante ma gestibile con l'ordinaria diligenza dei cantieri stradali. Già in questa fase progettuale, cui seguiranno le fasi di dettaglio esecutive una volta ottenuta l'autorizzazione, si prevedono minimi accorgimenti in grado di ridurre al minimo l'impatto:
 - ✓ Garantire che i singoli sotto cantieri con occupazione di carreggiata abbiano lunghezze tali da minimizzare l'impatto sul traffico garantendo accessi alle proprietà private, ai centri commerciali e alle attività produttive nonché assicurando la corretta gestione dei punti di intersezione stradale. Si stima che, tranne casi particolari da valutare in fase di esecuzione lavori, ogni sotto cantiere non debba avere uno sviluppo superiore ai 500 metri.
 - ✓ Assicurare che i sotto cantieri vengano smantellati il prima possibile restituendo la carreggiata alla libera fruizione nelle condizioni di piena sicurezza e qualità della sede stradale.
 - ✓ Garantire il rispetto della Sicurezza Stradale ovvero: del Decreto legislativo 30 aprile 1992 n. 285, "Nuovo Codice della Strada" così come aggiornato nel dicembre 2024; il suo "Regolamento di esecuzione ed attuazione", Decreto Del Presidente Della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495 ed il Decreto Ministeriale 10 luglio 2002 "Disciplinare Tecnico"; delle norme di Sicurezza e Salute nei luoghi di lavoro contenute nel Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n.81; del Decreto Interministeriale 22 gennaio 2019, che fissa i criteri generali

di sicurezza da applicare durante le attività lavorative su strada, e che lega tra loro i due macro gruppi di norme sopracitate.

- ✓ Utilizzare caratteristiche della segnaletica in conformità con quanto previsto dal DM.
- ✓ Garantire la segnaletica anche notturna.
 - ✓ Garantire adeguata cartellonistica con indicazione dell'eventuale modifica del traffico veicolare o di chiusura temporanea delle strade, in un significativo ambito di interesse della viabilità interessata dal provvedimento

- *Occupazione temporanea di suolo pubblico* – Limitata alle eventuali integrazioni dei “cantieri madre” intermedi tra quello iniziale (Belvedere) e quello finale (Stazione Utenza). Gli eventuali cantieri madre, tra l'altro con durata molto contenuta, sono prevalentemente da utilizzare per lo stoccaggio delle bobine da trasferire poi nei singoli sotto cantieri stradali, dovrebbero avere dimensioni non superiori a 50 m². Nel caso in cui si prevedessero più cantieri “madre” intermedi tra quello iniziale (Belvedere) e quello finale (Stazione Utenza) andranno privilegiati: slarghi esistenti; aree commerciali private con specifici accordi per occupazione temporanea del suolo a carico dell'impresa esecutrice; parcheggi pubblici acquisendo permessi e con pagamento del suolo pubblico a carico dell'Impresa esecutrice. Considerata l'abbondanza di aree idonee documentate fotograficamente nel **PEL-AL-011**, si dovranno privilegiare quegli spazi già impermeabilizzati, non interferenti con il reticolo idraulico, senza necessità di scotico di suolo pubblico e di successivi ripristini che risulteranno comunque indispensabili e a carico dell'Impresa esecutrice qualora fosse indispensabile utilizzare un'area non antropizzata.

▪ **Potenziati Impatti di esercizio** riferibili solo alla stazione di utenza:

- *Impatto elettromagnetico* – E' stato calcolato attraverso apposita modellazione conforme alla normativa di riferimento evidenziando l'assenza di problematiche degne di nota anche per la collocazione della Stazione di Utenza che risulta non lontana dalla Centrale di Terricciola, in area decentrata e interna rispetto la viabilità principale e lontano da ogni forma di potenziale aggregazione per tempi prolungati (aree gioco, scuole, complessi residenziali).
- *visibilità dell'infrastruttura*. L'area infrastrutturata è di superficie modesta, circa 200 m², e con altezze delle apparecchiature non superiori a 6.50 metri. Nonostante per dimensioni non ve ne sia la necessità, la presenza di vegetazione che la separa dalla Centrale di Terricciola, nonché la vocazione ad arbocoltura da taglio delle aree limitrofe, ne consente una naturale mitigazione visiva.
- *Interferenza con l'avifauna* – Considerando l'altezza delle apparecchiature non superiore a 2 metri e la natura puntuale delle diverse apparecchiature si può escludere una interferenza significativa sull'avifauna.

Nelle tabelle 9.4/1 e 9.4/2 si riportano le valutazioni di sintesi per ogni macrocategoria e per ogni componente considerata, e dettagliata nei capitoli precedenti, in relazione a ciascuna parte di progetto con l'indicazione dell'entità dell'impatto e la sua reversibilità.

Come si vede dalle tabelle tutte le fonti di impatto, sia in fase di cantiere che di esercizio, risultano reversibili con significatività minima o nulla in fase di cantiere e bassa o nulla in fase di esercizio. Solo la componente Viabilità e interferenze in fase di cantiere ha assunto una rilevanza valutativa che pure risulta ben mitigata dalle normali attenzioni da adottare nei cantieri stradali.

FASE DI CANTIERE																							
MACROCATEGORIE	COMPONENTE	STAZIONE UTENZA TERRICCIOLA												LINEA DI CONNESSIONE									
		Cantierizzazione			Scavi e riporti		Installazione Infrastrutture		Edificio prefabbricato		Opere di completamento			Cantierizzazione		Scavo trincea		Posa in opera cavo		Reinterro		Opere di completamento	
VIABILITA' E INTERFERENZE	VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI				Reversibile	Minimo	Reversibile	Minimo				Reversibile	Basso	Reversibile	Minimo	Reversibile	Medio	Reversibile	Medio	Reversibile	Medio	Reversibile	Medio
	INTERFERENZA CON VIABILITA' ORDINARIA													Reversibile	Basso	Reversibile	Medio	Reversibile	Medio	Reversibile	Medio	Reversibile	Medio
CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA	RIFIUTI PRODOTTI				Reversibile	Minimo				Reversibile	Basso			Reversibile	Minimo	Reversibile	Basso						
	CONSUMI DI ACQUE PRIMARIE	Reversibile	Minimo																				
	CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA									Reversibile	Minimo												
	CONSUMO DI METANO																						
	CONSUMO DI CARBURANTI				Reversibile	Minimo	Reversibile	Minimo	Reversibile	Minimo						Reversibile	Basso			Reversibile	Basso	Reversibile	Minimo
	MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI																						
ATMOSFERA	EMISSIONI IN ATMOSFERA				Reversibile	Minimo										Reversibile	Basso			Reversibile	Basso	Reversibile	Minimo
	RUMORE																						
	EMISSIONI TERMICHE																						
	RISCHI DI INCENDIO																						
SUOLO E SOTTOSUOLO	SUOLO E SOTTOSUOLO (Geotecnica, geologia e geomorfologia)	Nullo			Reversibile	Minimo								Reversibile	Minimo	Nullo				Nullo			
	PRODUZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO				Reversibile	Minimo								Reversibile	Minimo	Nullo				Nullo			
ACQUE	ACQUE SUPERFICIALI	Reversibile	Basso		Reversibile	Basso								Reversibile	Minimo								
	ACQUE SOTTERRANEE				Reversibile	Minimo																	
	RISCHIO IDRAULICO																						
	SCARICHI IDRICI																						
ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	FLORA	Nullo			Nullo						Reversibile	Minimo											
	FAUNA	Nullo			Nullo						Reversibile	Minimo											
	USO DEL SUOLO												Reversibile	Minimo									
	PAESAGGIO											Reversibile	Minimo									Reversibile	Minimo

Tabella 9.4/1 – Valutazione di sintesi degli impatti considerando le mitigazioni progettuali e operative adottate – Fase di cantiere

FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE					
MACROCATEGORIE	COMPONENTE	STAZIONE UTENZA TERRICCIOLA		LINEA DI CONNESSIONE	
VIABILITA' E INTERFERENZE	VIABILITA' DI ACCESSO E INGRESSI	Reversibile	Basso		
	TRAFFICO INTERNO INDOTTO	Reversibile	Basso		
	INTERFERENZA CON ATTIVITA' ORDINARIA CENTRALE DISTRIBUZIONE	Nullo			
CONSUMI O PRODUZIONE DI RIFIUTI ED ENERGIA	RIFIUTI PRODOTTI				
	CONSUMI DI MATERIALI TECNICI AUSILIARI				
	CONSUMI O PRODUZIONE DI ACQUE PRIMARIE				
	PRODUZIONE DI ENERGIA				
	CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA				
	CONSUMO DI METANO				
	CONSUMO DI CARBURANTI				
	MATERIALI PERICOLOSI UTILIZZATI				
ATMOSFERA	EMISSIONI ATMOSFERICHE CONVOGLIATE E DIFFUSE				
	QUALITA' DELL'ARIA				
	RUMORE				
	EMISSIONI TERMICHE				
	IMPATTO ELETTRICO ED ELETTROMAGNETICO	Reversibile	Basso	Reversibile	Basso
	PRODUZIONE DI CO ₂				
SUOLO E SOTTOSUOLO	INCENDIO				
	GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, GEOTECNICA				
ACQUE	ACQUE SUPERFICIALI				
	ACQUE SOTTERRANEE				
	RISCHIO IDRAULICO				
	SCARICHI IDRICI				
ASPETTI ECOLOGICI E PAESAGGIO	FLORA				
	FAUNA (avifauna)	Reversibile	Basso		
	USO DEL SUOLO				
	PAESAGGIO	Reversibile	Basso		

Tabella 9.4/2 – Valutazione di sintesi degli impatti considerando le mitigazioni progettuali e operative adottate – Fase esercizio e manutenzione

10. MOTIVAZIONI E FINALITA' DELLA SOLUZIONE PRESCELTA

La nuova infrastruttura di elettrodotto è parte integrante del più ampio e articolato progetto dell’Impianto di Ossidazione Termica da realizzare nel complesso Belvedere a Peccioli.

10.1. Caratteristiche dell’impianto in cui si inserisce l’elettrodotto

Il progetto dell’Ossidatore Termico è destinato al recupero di rifiuti non diversamente valorizzabili e destinati allo smaltimento in discarica con il vantaggio di produrre materia (acqua, CO₂, materiale vetroso) ed energia. Il processo proposto risulta l’unico caso al mondo di applicazione industriale alla tematica rifiuti di ossidazione termica flameless in pressione che, pur rientrando all’interno della categoria “waste to Energy” differisce completamente dal classico ciclo di termovalorizzazione, tra l’altro escluso sia dalle linee di indirizzo regionali che da quelle proprie del gestore unico dell’ATO Toscana Costa. La tecnologia, in generale, ha dimostrato una grande flessibilità nel trattamento di una grande varietà di materiali (combustibili, combustibili di basso rango, rifiuti), mostrando risultati sempre simili tra cui fumi molto puliti in uscita dal reattore, prima quindi del relativo trattamento, e materiale vetroso inerte che ingloba gli incombustibili.

Il modulo “Flameless Pressurized Oxy-Combustion” (FPO) è costituito da poche semplici operazioni unitarie:

- pretrattamento del materiale;
- reattore pressurizzato;
- recupero del materiale vetroso;
- caldaia pressurizzata;
- trattamento fumi.

Il modulo FPO ha in ingresso l’ossigeno tecnico e il materiale da trattare e produce vapore ad alta pressione, materiale vetroso inerte e fumi molto puliti. Il modulo FPO è il cuore di una piattaforma tecnologica, che prevede alcune unità ausiliarie: l’unità di produzione dell’ossigeno, l’unità di produzione di energia elettrica e l’unità di recupero di CO₂ dai fumi.

Da rilevare che la tecnologia proposta è stata riconosciuta quale nuova BAT nel settore dell’incenerimento rifiuti come risulta dal nuovo BREFs – Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, pubblicato ufficialmente a dicembre 2019 dalla Commissione Europea e nel quale è ad essa dedicato il paragrafo 6.3 “Flameless Pressurized Oxycombustion” consultabile al link:

https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-01/JRC118637_WI_Bref_2019_published_0.pdf

pag. 513, par. 6.3, cap. 6, tra le tecnologie emergenti. Il riconoscimento a “migliore tecnologia disponibile” è stato assegnato all’intero processo e non a singoli componenti o circuiti d’impianto.

La tecnologia prescelta si pone all’avanguardia in quanto garantisce, oltre la riduzione del quantitativo di rifiuto esitato in discarica e il recupero energetico, anche un recupero della frazione incombustibile del rifiuto trattato con produzione di un materiale vetroso inerte, che viene impiegato in sostituzione di materia prima vergine, nonché il recupero della CO₂ presente

nei gas, (nei quali è contenuta già in concentrazioni superiori all'80%) evitandone l'emissione in atmosfera e producendo gas tecnico con una qualità tale da consentirne la commercializzazione. In più, la tecnologia prescelta garantisce prestazioni ambientali nettamente superiori a quelle degli impianti tradizionali, essendo caratterizzata da livelli di emissioni gassose ampiamente al di sotto dei limiti di legge, con abbattimento, pressoché totale e sicuro in tutte le condizioni di funzionamento, inclusi i transitori, degli inquinanti organici (IPA, Diossine, Furani, PCB) e dei metalli pesanti, il contenimento degli NO_x senza bisogno di trattamenti specifici, e l'assenza praticamente totale di ceneri prodotte (sia fly che heavy ash). I risultati inerenti alle prestazioni della tecnologia ISOTHERM® per il trattamento di rifiuti speciali derivanti dal trattamento dei rifiuti urbani sono stati frutto di una campagna sperimentale condotta nel 2014 presso l'impianto pilota da 5 MW di ITEA S.p.A., sito in Gioia del Colle, impiegando come materiale di test rifiuti provenienti dall'impianto di trattamento AMIU PUGLIA S.p.A. di Bari. L'impianto in oggetto è costituito da 2 linee con una capacità, ciascuna, 3 volte superiore.

Per tanto la scelta è ricaduta su una tecnologia che, pur inserita come *Best Available Techniques (BAT) for Waste Incineration*, **non è assolutamente assimilabile ai tradizionali inceneritori per rifiuti solidi** essenzialmente nei seguenti aspetti:

- i processi di ossidazione avvengono in pressione, a temperatura alta ed uniforme in tutto il reattore ISOTHERM® (1250-1500 C, condizioni *flameless*), distruggendo (e/o non formando) gli inquinanti organici (IPA, Diossine, Furani, PCB) e fondendo gli incombustibili contenuti nel rifiuto, sequestrandoli dai fumi e segregandoli, attraverso un repentino raffreddamento in acqua, in un prodotto vetroso (eliminando così del tutto ed alla radice il problema delle ceneri);
- ampie evidenze sperimentali sul pilota dimostrativo da 5 MWt hanno evidenziato costantemente che, in condizioni "flameless", una volta assicurata la temperatura voluta in camera di combustione e la condizione di eccesso Ossigeno sopra lo stechiometrico, è assicurata la prestazione di combustione totale dei combustibili con ridottissime emissioni nel gas, già all'uscita dal reattore, così come, la prestazione di fusione e separazione qualitativa dell'incombustibile fuso ed esitazione sotto forma di perle vetrificate inerti. Ancor più importante, le prestazioni ambientali sono costanti al variare del carico termico all'impianto, azzerando così i problemi dei transitori, e sono ottenute anche a fronte di una alimentazione fortemente eterogenea ed ampiamente fluttuante come quella dei Rifiuti Urbani;
- il punto sopra rappresenta l'inusuale opportunità di poter attuare un software di controllo del processo in tempo reale, autodiagnostico e con interventi diretti in campo, ad automazione avanzata e secondo criteri di "automazione intelligente";
- come comburente si utilizza ossigeno tecnico anziché aria (*oxy-combustion*), riducendo così drasticamente il volume totale degli effluenti, rendendoli idonei al recupero di CO₂ commerciale;
- a conferma industriale dei dati di letteratura sull'ossidazione termica pressurizzata, il trattamento senza fiamma risulta al vertice dell'efficienza di recupero termico (>95% perché recupera anche una parte del calore di condensazione dell'acqua di processo) e permette di produrre vapore ad alto contenuto energetico (520°C e 80 bar-a) totalmente sfruttato nella turbina a vapore commerciale (efficienza elettrica 38% lorda) ;
- non c'è accumulo di materiale incombusto nel combustore, per cui sono possibili variazioni di carico in tempo reale ed un arresto istantaneo. Anche una fermata di emergenza non comporta nessun picco né aumento dei valori di emissione;
- il processo di post-trattamento dei gas emessi è limitato all'eliminazione dell'acidità e delle tracce di polveri residue, grazie anche al fatto che i gas in uscita dal combustore non contengono inquinanti organici, ed è attuato con un processo di assorbimento multistadio

ad umido, con fase di esaurimento molto spinta (grazie al multistadio), allineando così anche questi ultimi residui di inquinanti ai bassissimi livelli degli altri, molto al di sotto dei limiti di legge, e che per sua natura tecnica facilita enormemente le problematiche di controllo delle emissioni al variare del carico di composti acidi;

- la tecnologia senza fiamma non richiede prelievi di acqua (l'impianto è produttore netto di acqua recuperata), e le correnti di effluente liquido di FGC-neutralizzazione sono riciclate/riutilizzate;
- vantaggi aggiuntivi sono legati al ridotto ingombro dell'impianto, nonché all'alimentazione del rifiuto solido come dispersione in acqua/percolato, riducendo i problemi legati a polverosità ed odori, e riuscendo a trattare contestualmente anche il percolato derivante da biostabilizzazione dei rifiuti solidi urbani.

In tema rischi, si osserva che nessuna parte di impianto tratta materiale combustibile secco. Anche la parte a monte della formazione slurry tratta rifiuto ad alto contenuto di umidità totale (i.e. 40-60% a seconda del grado di stabilizzazione), senza trattamenti preliminari, con emissioni di polveri molto ridotte, ovvero a concentrazione in aria molto al di sotto del limite di pericolo. Circa l'aria di contenimento dei mulini (3 mm), anche lì c'è evidenza, in base a prove sperimentali dirette, che il rifiuto entra umido nel mulino perdendo una parte modesta dell'umidità, e ne esce macinato, ma ancora con un alto contenuto di umidità totale. L'aria di macinazione risulta, pertanto, anch'essa con concentrazioni di polveri molto al di sotto del limite di pericolo.

Infine, gli ulteriori vantaggi in comune con altri impianti tradizionali sono:

- elevato recupero energetico (>95%) mediante produzione di vapore e utilizzo di questo in turbina (ciclo Rankine);
- smaltimento di elevate quantità di rifiuto, che viene così "sottratto" al conferimento in discarica.

Di conseguenza, in relazione alla tipologia di rifiuti da trattare e alla loro quantità stimata, si ritiene che la scelta di questa tecnologia rappresenti al momento la migliore opportunità perseguibile per sottrarre 170.000 tonnellate/anno dallo smaltimento in discarica.

10.2. Motivazioni per la scelta dell'elettrodotto

Come dettagliato in premessa la procedura di PAUR per l'Impianto Novatosc è già stata da tempo avviata dando riscontro a tutte le richieste di chiarimento e integrazione formulate dalla Regione prima e dalla prima Conferenza dei Servizi poi.

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. La documentazione presentata il 10/12/2024 sintetizza l'iter seguito da Novatosc nei rapporti con E-distribuzione allegando anche tutti i documenti tecnici di progetto della nuova infrastruttura.

La richiesta di E-distribuzione, dunque, ha richiesto la previsione di:

Il progetto dell'infrastruttura, dunque, è molto semplice ed è suddivisibile in 3 macro fasi:

1. Realizzazione del nuovo stallo di utenza a fianco di quelli già esistenti presso la centrale di Terricciola. Tale opera sarà eseguita direttamente da E-distribuzione ed è costituita da un minimo ampliamento di quanto già esistente.
2. Realizzazione in area limitrofa di una stazione di trasformazione AT/MT costituita da apparecchiature fuori terra con unico manufatto prefabbricato ubicato parallelamente alla viabilità.
3. Realizzazione della linea interrata, prevalentemente in media tensione, che collegala la centrale di trasformazione all'impianto Belvedere. Il tracciato è completamente lungo viabilità esistente e il lavoro consiste nello scavo di una trincea di profondità massima 1.2 metri, posa in opera dei cavidotti e riempimento dello scavo con materiale in parte da precedente scavo e in parte da cava (sabbia vagliata) o da stabilimento (calcestruzzo).

Ferme restando le competenze tecniche e le prerogative di E-distribuzione sulla Centrale primaria di Terricciola di cui al punto 1, la progettazione per le opere di cui ai punti 2 e 3 ha tenuto conto di:

- Necessità di reperire un'area, di proprietà privata o pubblica, di adeguate dimensioni per la Stazione di Utenza, lontana da aree gioco, complessi residenziali, asili e scuole e, tuttavia, facilmente raggiungibile da strada pubblica.
- Necessità di minimizzare il percorso del cavo in AT che dalla Stazione Utenza collega la centrale Terricciola
- Riduzione delle interferenze paesaggistiche
- Riduzione delle interferenze con proprietà private
- Riduzione delle interferenze con il Centro Storico di Peccioli
- Riduzione degli impatti diretti e indiretti del cavidotto
- Contenimento della lunghezza del cavidotto

In base ai criteri di cui sopra è stato individuato un tracciato completamente interrato e lungo strade esistenti che non richiede, di conseguenza, strutture in elevazione o fuori terra, non comporta impatti visivi o di paesaggio, non interferisce con gli alvei, non comporta consumo o alterazione del suolo né interferisce con flora e fauna.

Il cavidotto ha una estensione di 16 km che, per l'analisi e la descrizione del tracciato, sono stati suddivisi in **6 tratti** a loro volta suddivisi in **18 sotto tratti**. I 6 tratti principali sono:

1. Triangolo verde – Libbiano
2. Libbiano – Tabaccaia
3. Tabaccaia – Incrocio stradale SP 64 con Via dei Cappuccini
4. Incrocio stradale SP 64 con Via dei Cappuccini – Peccioli
5. Peccioli – Località La Rosa
6. Località La Rosa – Centrale di Terricciola

Si rimanda al documento **PEL-AL-011** per il dettaglio descrittivo dei singoli tratti corredato da una esaustiva documentazione fotografica.

11. INTERVENTI ALTERNATIVI IPOTIZZABILI

Alternativamente alla soluzione prescelta, rimanendo all'interno delle linee di indirizzo della Regione Toscana esistono le seguenti possibilità:

- Tracciati alternativi del cavidotto interrato su viabilità pubblica
- Tracciati alternativi del cavidotto, in parte anche fuori terra, su viabilità pubblica e/o proprietà private
- Diversa ubicazione della Stazione di Utenza
- soluzione zero.

11.1. TRACCIATI ALTERNATIVI

Tracciati alternativi del cavidotto interrato su viabilità pubblica non comporterebbero benefici e potrebbero risultare, anzi, peggiorativi per diversi motivi fra i quali:

- Volendo mantenere il ponte sul Fiume Era come punto di attraversamento del Fiume, la prima parte di percorso dalla Stazione di Utenza al ponte, rimane di fatto obbligata, lungo la Strada Statale 439 per poi immettersi, in località La Rosa, sulla Strada provinciale SP 41.
- Passato il Fiume Era per minimizzare le interferenze con l'abitato di Peccioli è obbligato un tracciato sulla Strada provinciale SP 64 fino all'incrocio con la località denominata Tabaccaia.
- I percorsi che dalla località Tabaccaia portano a Legoli sono molteplici ma tutti peggiorativi per lunghezza e condizioni operative al contorno.
- Dall'abitato di Legoli, la strada per raggiungere l'Impianto Belvedere è ancora una volta obbligata.

Tracciati alternativi del cavidotto, in parte anche fuori terra, su viabilità pubblica e/o proprietà private risulterebbero senz'altro peggiorativi per diversi motivi fra cui:

- Richiederebbe strutture di sostegno di altezze significative per tutta la parte aerea;
- Richiederebbe l'istituzione di fasce di rispetto lungo il tracciato aereo;
- Richiederebbe accordi complessi con proprietà private, l'acquisizione di terreni nonché l'istituzione di possibili servitù;
- Richiederebbe la valutazione attenta di specifici impatti indotti sul paesaggio, su flora e fauna, sull'uso del suolo e sulle acque superficiali, risultando senz'altro più impattante rispetto una linea completamente interrata su strada esistente;
- Richiederebbe la valutazione di accessibilità alle aree su cui dovrebbero sorgere i tralicci di sostegno dal non scontato esito con possibile necessità di viabilità integrative.

11.2. DIVERSA UBICAZIONE DELLA STAZIONE UTENZA

Esistono diverse altre possibilità di ubicazione della Centrale di Utenza che, tuttavia non consentirebbero tutti i benefici tipici dell'area individuata. Infatti pur a parità di altre condizioni al contorno (visibilità contenuta, lontananza da edifici residenziali, scuole, asili o aree gioco, accessibilità da viabilità ordinaria, schermatura già esistente, condizioni idrauliche e geologiche)

senz'altro reperibili anche in altre aree lungo il tracciato, la soluzione prescelta è quella che consente di ridurre al minimo il tratto di cavidotto in Alta Tensione (AT). Ogni altra area, che pur poteva essere presa in considerazione in assenza di un accordo con privati per quella prescelta, avrebbe comportato uno sviluppo superiore del cavo in AT che, pur senza particolari effetti negativi ai fini della valutazione ambientale, avrebbe comunque comportato inutili costi aggiuntivi.

11.3. OPZIONE ZERO

Trattandosi di una specifica richiesta di E-distribuzione, l'elettrodotto costituisce una infrastruttura necessaria per la corretta gestione impiantistica e quindi l'opzione zero per l'elettrodotto comporterebbe, almeno secondo gli indirizzi attuali dell'Ente, a non realizzare l'impianto e obbligherebbe, di conseguenza, a chiudere il ciclo dei rifiuti secondo le consolidate logiche dello smaltimento in discarica. Il progetto proposto e di cui l'elettrodotto fa parte, invece, consentirà di sottrarre fino a 170.000 tonnellate/anno di rifiuti all'interramento, anticipando al 2030 gli obiettivi imposti dalla comunità europea.

12. QUADRO TEMPORALE DEGLI INTERVENTI E VITA UTILE DELL'IMPIANTO

La realizzazione dell'elettrodotto non dovrebbe comportare più di 6 mesi per la realizzazione della Stazione di Utenza e altrettanti per la realizzazione del cavidotto (stimati 100 metri/giorno su una lunghezza complessiva di circa 16 km).

L'opera si inserisce nel più complessivo quadro temporale del progetto di Ossicombustione che viene tratto dal documento **SIA-RT-010** e riportato nella Figura 12/1 contempla le seguenti macrofasi operative:

1. Presentazione di istanza di PAUR e verifica di completezza documentale
2. Avvio del procedimento e istruttoria Regione Toscana
3. Affidamenti incarichi tecnici per il progetto esecutivo
4. Progettazione esecutiva e PSC
5. Affidamenti incarichi tecnici di DL e CSE
6. Selezione imprese esecutrici e contrattualizzazioni
7. Costruzione dell'impianto secondo crono programma di massima
8. Collaudi
9. Autorizzazione all'esercizio e avviamento

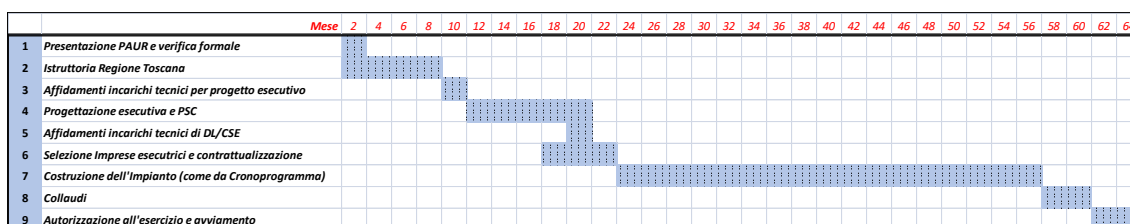


Figura 12/1 – Quadro temporale degli interventi

Per il crono programma di massima, in si inserisce in parallelo anche la realizzazione dell'elettrodotto, si rimanda al documento **CPR-EG-010**

Il quadro complessivo indica che sono stimabili 64 mesi affinché l'impianto possa entrare in funzione. Alcune tempistiche, tra cui gli affidamenti e la contrattualistica, potranno essere ottimizzate da parte della Società mentre resta solo un riferimento indicativo la tempistica istruttoria. Per l'esecuzione dei lavori si ritiene che in fase esecutiva possano essere ottimizzate alcune fasi di lavoro propedeutiche (movimenti terra e strutture) mentre sarà da verificare anche in funzione della congiuntura di mercato, l'approvvigionamento delle infrastrutture tecnologiche.

La vita utile dell'impianto è oggi considerata in **20 anni** (vedi elaborato **PFE-RT-010**-piano-economico-finanziario). L'utilità dell'infrastruttura elettrodotto, in realtà, avrà valenza strategica ben oltre la durata utile prevista per l'impianto costituendo, una volta realizzata, un importante valore aggiunto territoriale.

Se ne deriva una piena compatibilità dei tempi realizzativi dell'infrastruttura elettrodotto che si inserisce in maniera neutra nel cronoprogramma più generale.

13. POSSIBILITA' DI RECUPERO DELL'AREA

E' ovviamente riferibile esclusivamente all'area della Stazione di Utenza che, qualora venisse mai valutata l'opportunità di una sua dismissione, potrà facilmente essere restituita ad usi compatibili con la nuova destinazione urbanistica.

Sarà sufficiente rimuovere le strutture tecnologiche fuori terra e il prefabbricato edilizio. Rimarranno in opera le platee di calcestruzzo su circa 200 m² e la parte asfalta sul resto dell'area che, volendo, potranno essere facilmente demolite per eventuali adattamenti a nuove progettualità o alla restituzione a verde dell'area stessa.

14. QUADRO ECONOMICO E PIANO ECONOMICO-FINANZIARIO

Nel documento **SIA-RT-010** è stata evidenziata la fattibilità tecnica, urbanistica e ambientale dell'intervento. Sono stati altresì dimostrati: la concreta possibilità di realizzazione dell'opera, i vantaggi derivanti in termini di mitigazione complessiva degli impatti, i benefici sociali ed economici che deriveranno dalla realizzazione dell'intervento. Il presente **SIA-ADD-010**, invece, ha concentrato l'attenzione sulla fattibilità e sostenibilità dell'elettrodotto necessario per completare il comparto impiantistico dell'ossidatore termico.

Per quanto attiene la sua fattibilità economica, è stato aggiornato il quadro economico complessivo che era già basato su un dettaglio dei costi di investimento e suddiviso per le diverse tipologie di opera, ora comprendenti anche l'elettrodotto. I computi di dettaglio, pur se non allegati, sono riassunti in una scheda sintetica inserita nel documento **QEC-RT-011** che, basandosi sia su prezziari ufficiali (regionali, DEI, bollettino Ingegneri scontando prudenzialmente un 20% di ribasso in fase di gara) che su indagini di mercato, ha consentito di quantificare l'investimento atteso al lordo di ulteriori ribassi d'asta o di oscillazioni di mercato. Il costo presunto di investimento, così come gli altri costi, vengono assunti come base di partenza anche per un Piano economico Finanziario esteso alla vita utile dell'impianto (**PEF-RT-010**) e che, considerando gli ampi margini di tolleranza con cui gli investimenti erano stati in esso considerati, **non è stato oggetto di un nuovo aggiornamento.**

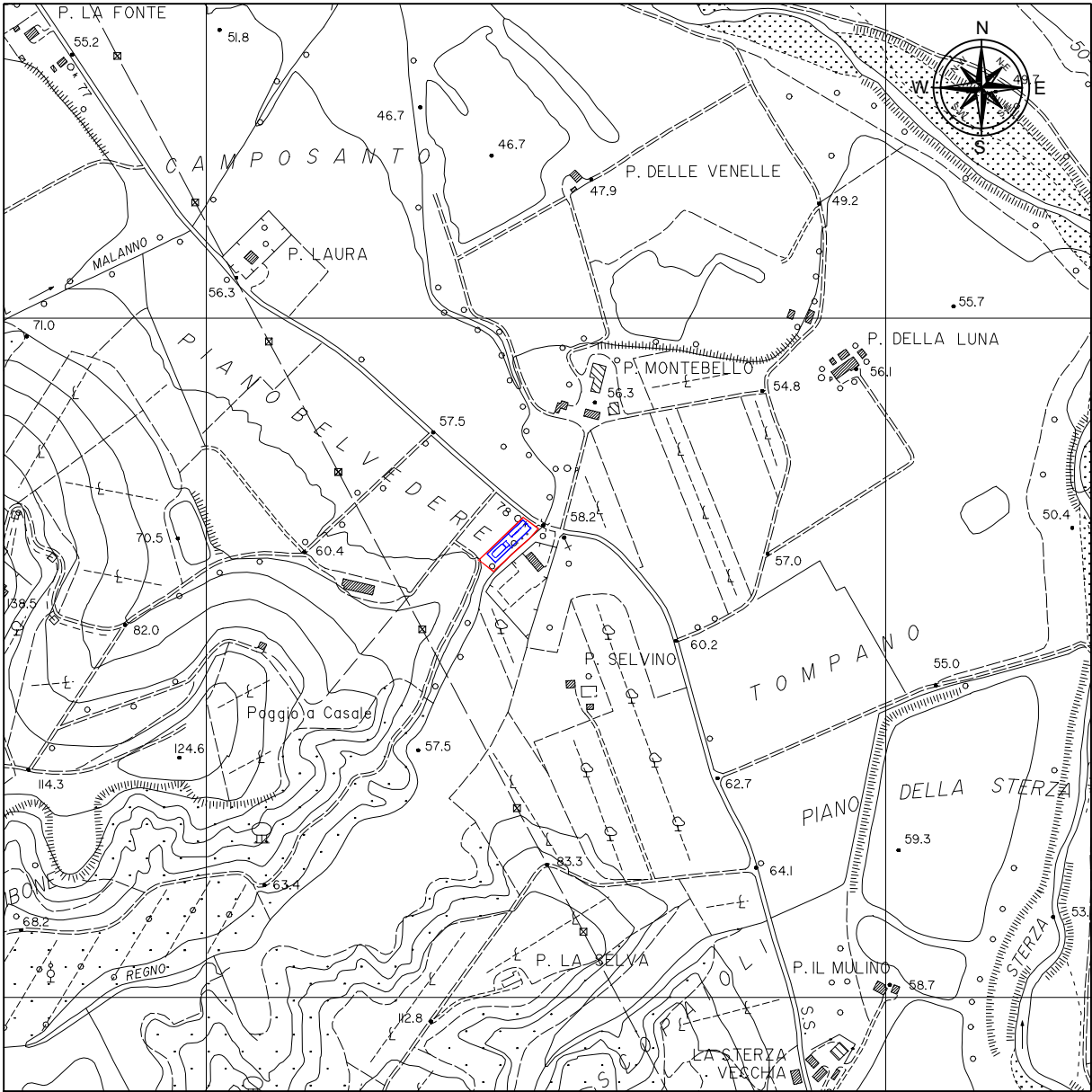
14.1. Quadro economico

Il computo metrico è stato aggregato in macrocategorie di costo per facilitarne la lettura aggiungendo la macrocategoria 11 "Opere di connessione alla RTN". Il costo complessivo dell'opera è riassunto nello schema di Tabella 14.1/1 da cui si evince che l'investimento tecnologico, comprensivo di tutte le opere civili e al netto di eventuali "contingencies" e di "altri costi tecnici", è di poco inferiore a **88 milioni** di Euro.

N.Ordine	Macrocategorie di lavoro	TOTALE
1	Viabilità	1.414.145,36
2	Opere strutturali	20.554.860,45
3	Muri in terra rinforzata e movimentazione terre	845.833,60
4	Infrastrutture tecnologiche	57.349.567,60
5	Sicurezza	880.651,20
6	Impianti elettrici (Fabbricati con fotovoltaico ed esterni)	1.021.322,08
7	Impianti meccanici Isola Funzionale IF02	150.913,63
8	Impianto antincendio	377.508,00
9	Opere idrauliche	362.732,64
10	Opere a verde	492.230,42
11	Opere di connessione alla RTN	4.535.664,32
TOTALE A	COSTO IMPIANTO	87.985.429,30
N.Ordine	ALTRI COSTI	TOTALE
11	Detailed Engineering	5.373.691,69
12	Site cost and supervision	4.900.788,41
13	Collaudi in cordo d'opera e statici	400.000,00
TOTALE B		10.674.480,10
TOTALE COMPLESSIVO (IVA ESCLUSA)		98.659.909,40

Tabella 14.1/1 – Costo di investimento suddiviso per macrocategorie

Appendice n° 1



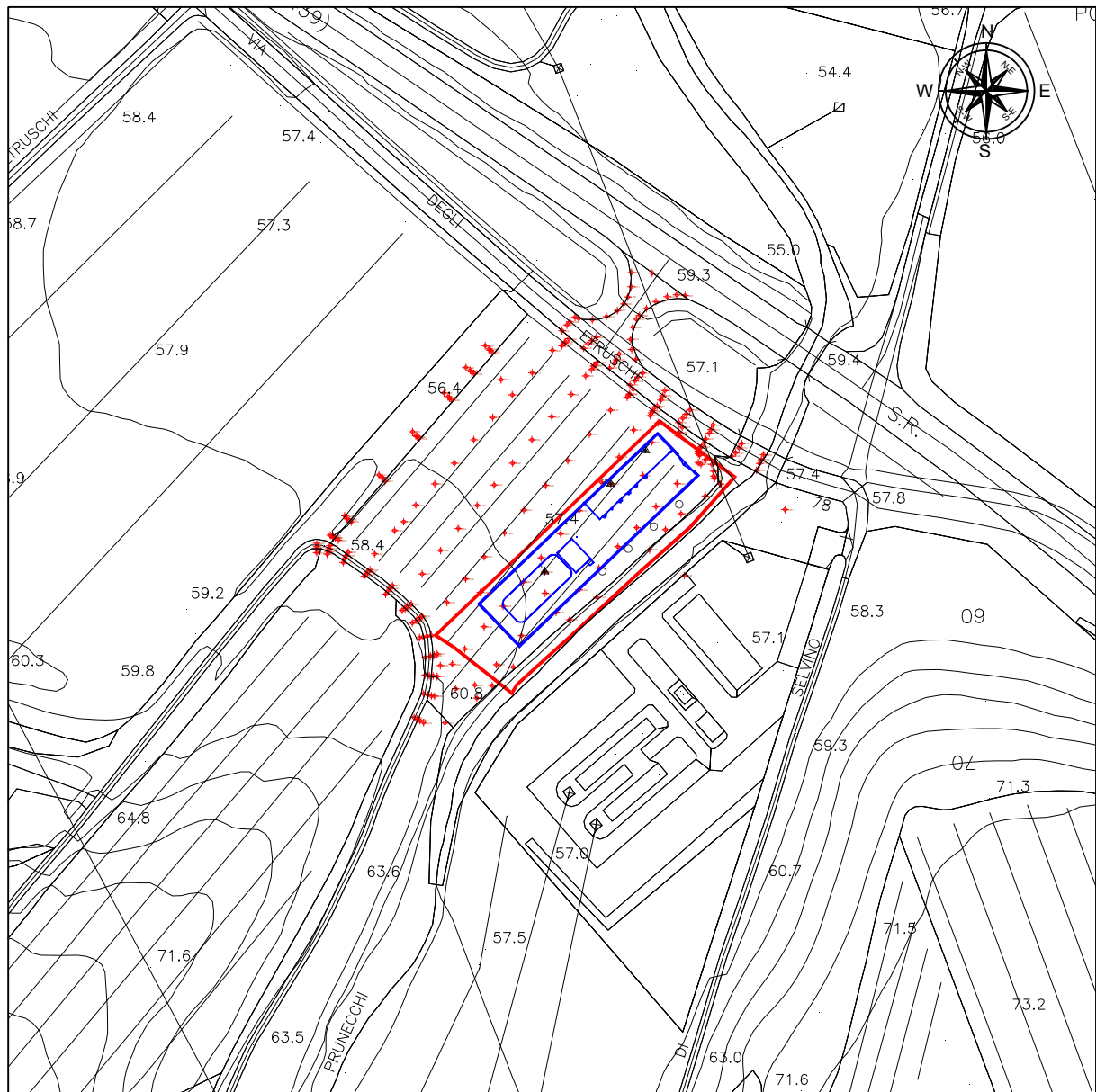
UBICAZIONE - Scala 1:10.000

LEGENDA



Area di intervento

Appendice n° 2

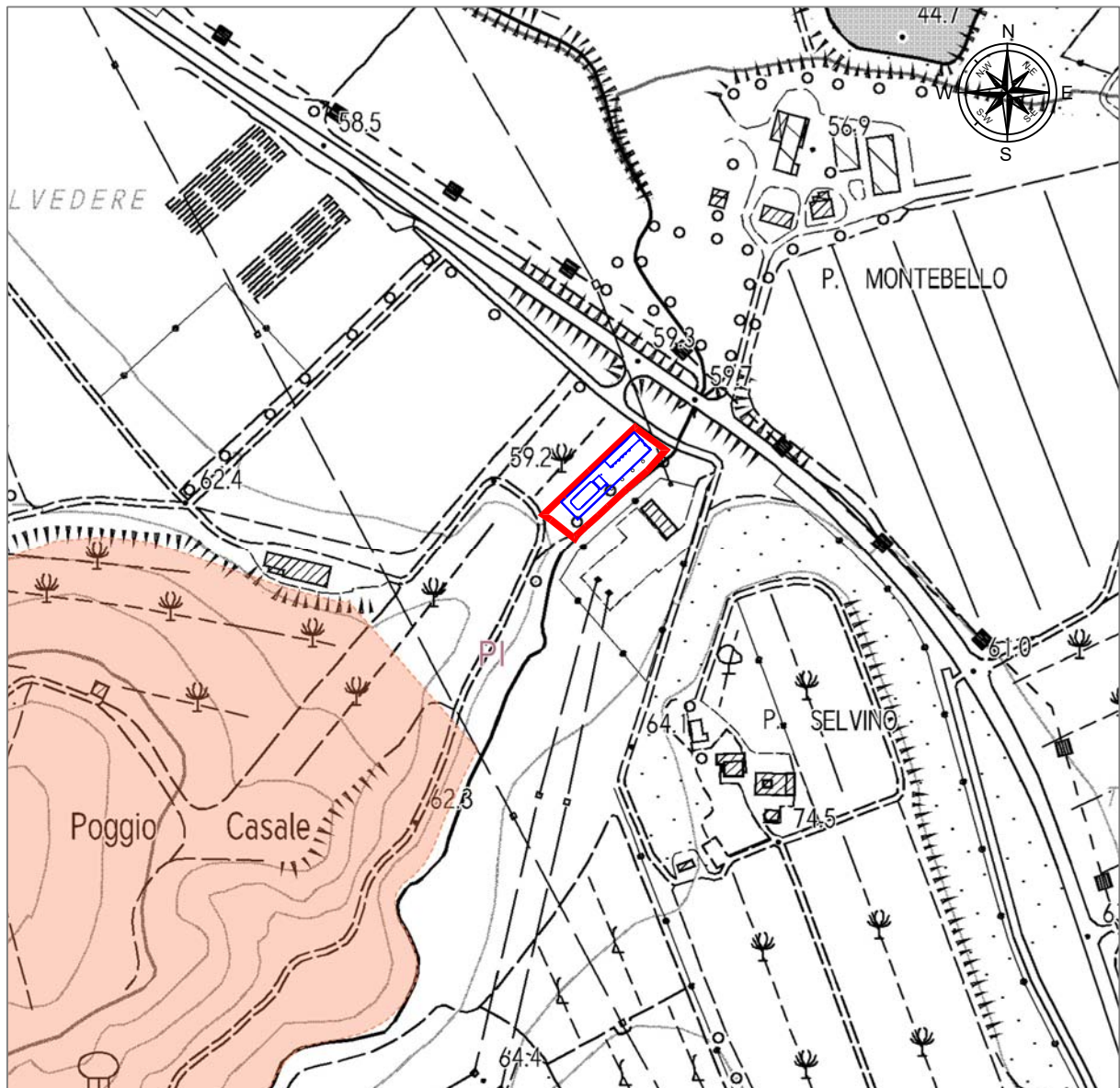


PLANIMETRIA INTERVENTO - RILIEVO PLANIMETRICO - Scala 1:2.000

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>

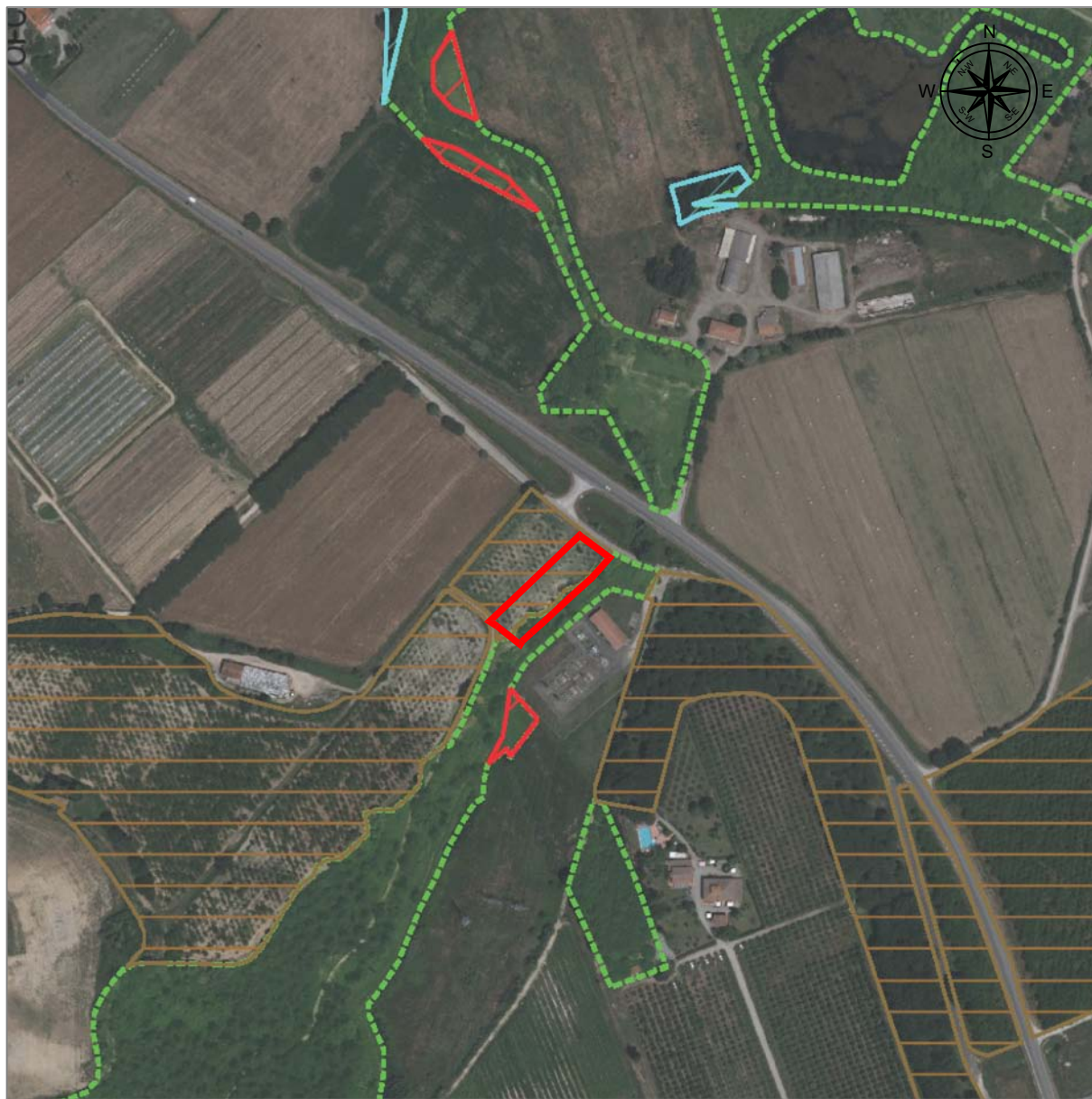
LEGENDA

Regio Decreto 3267/1923 (Fonte Amministrazioni Provinciali)



 Area di intervento

Appendice n° 4









VERIFICA DELLE AREE BOScate - Scala 1:5.000

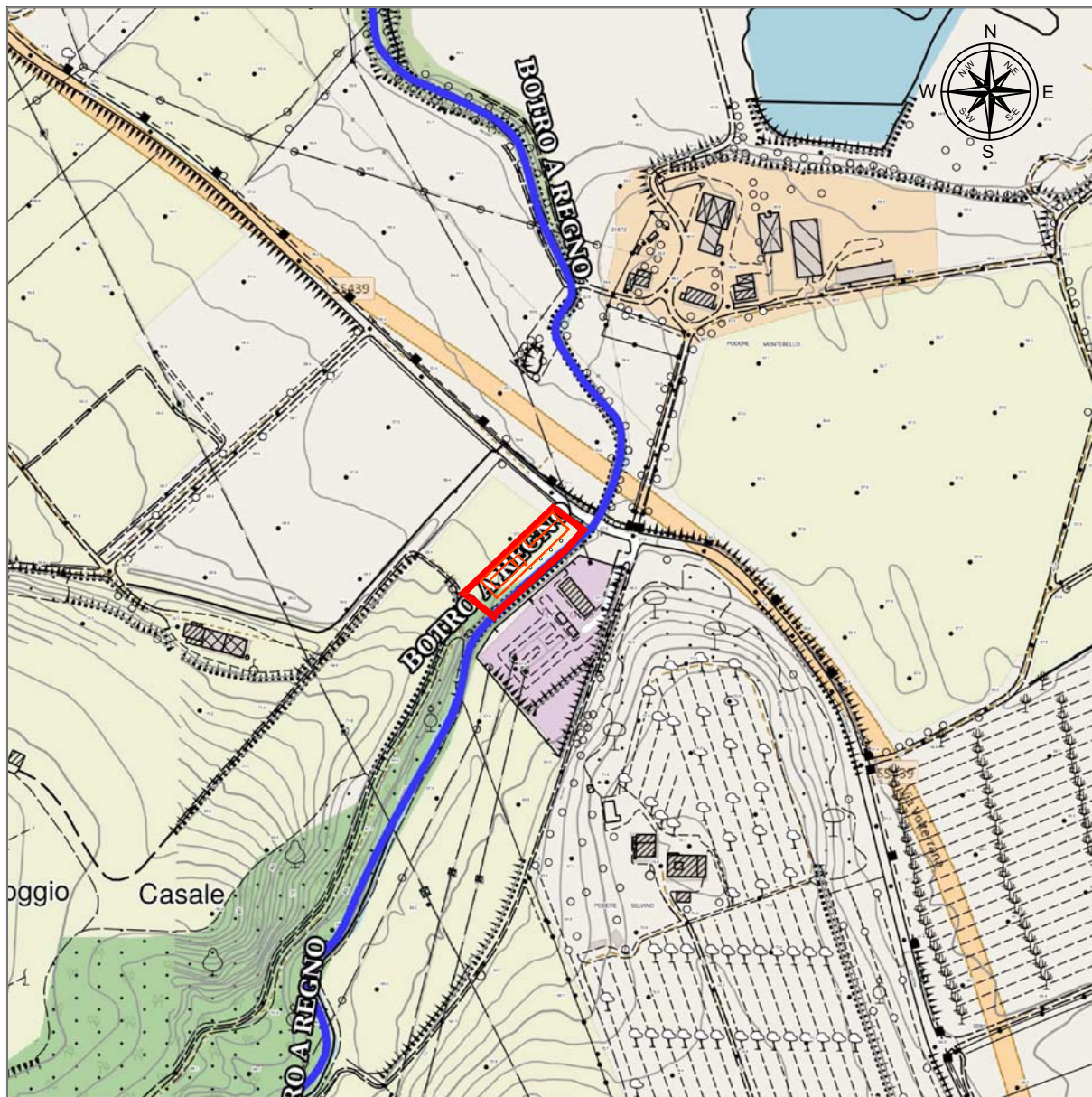
Estratta da Piano Operativo del Comune di Terricciola approvato con DCC n. 38 del 17 luglio 2023

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

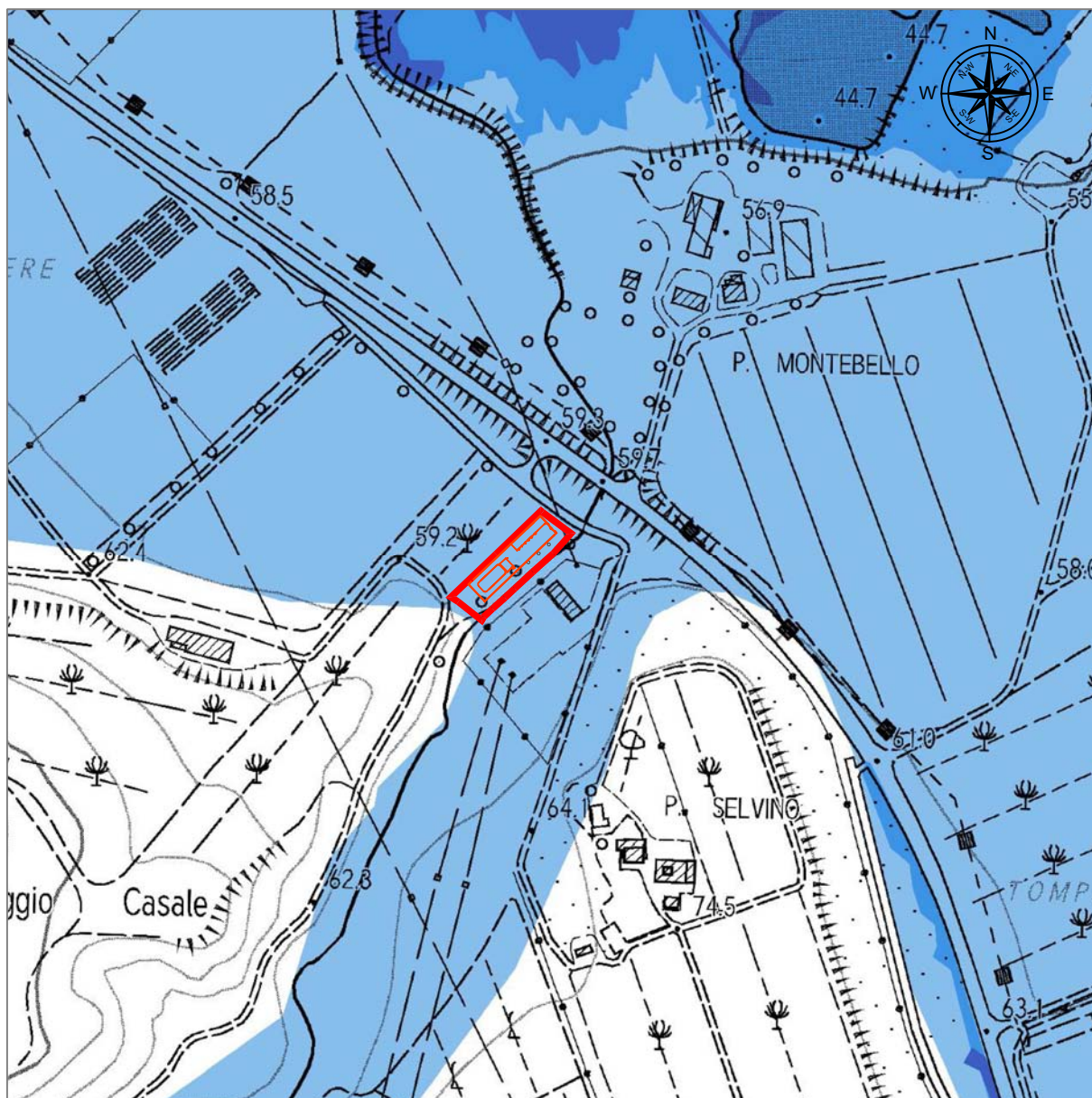
LEGENDA

Ret. gestione aggiornato con DCR 25/2024

— Tratto in gestione

— Area di intervento

Appendice n° 6



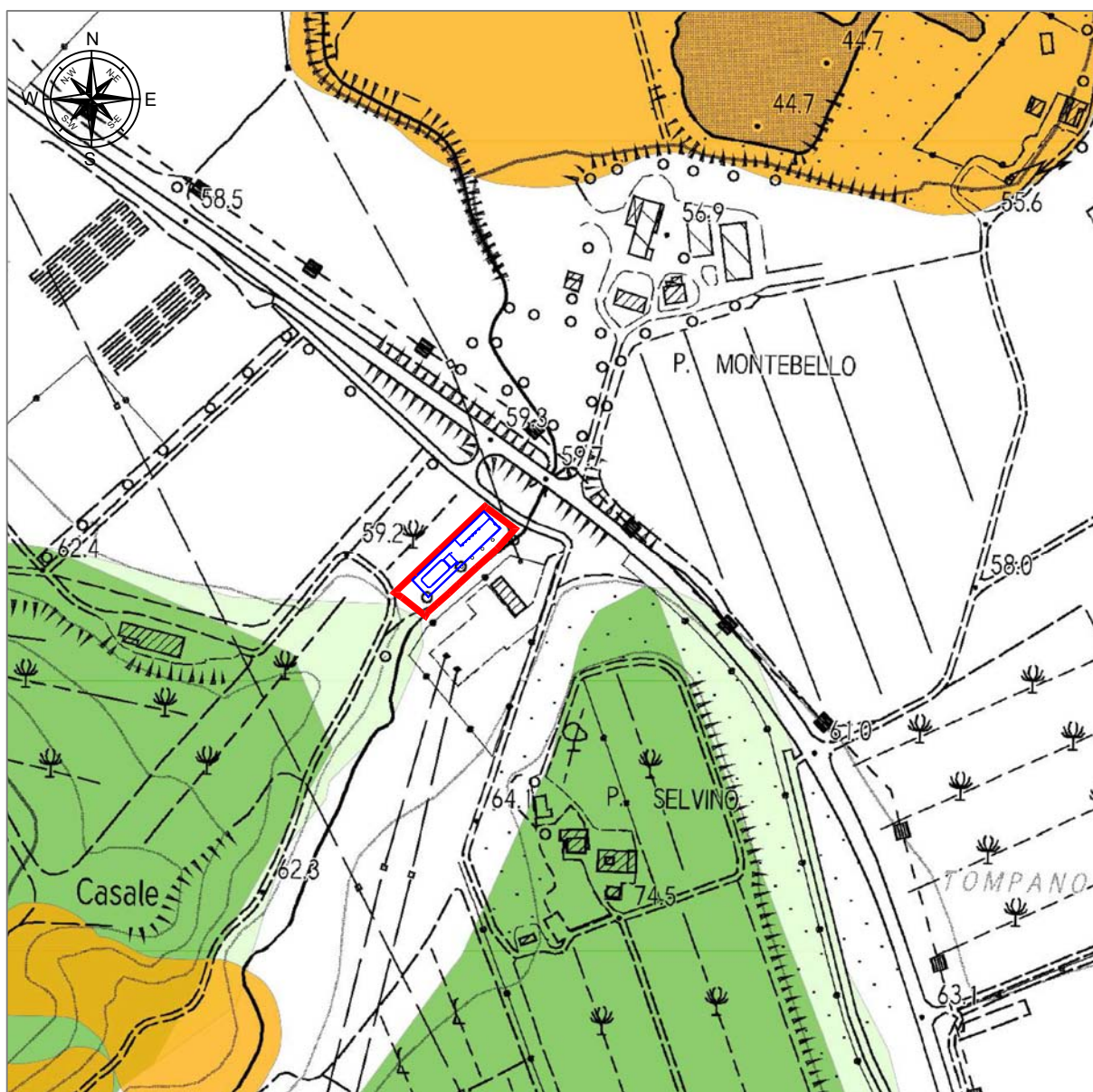
MAPPA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE FLUVIALE (PGRA) - Scala 1:5.000
Estratta da AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE
https://www.appenninosettentrionale.it/itc/?page_id=5262

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

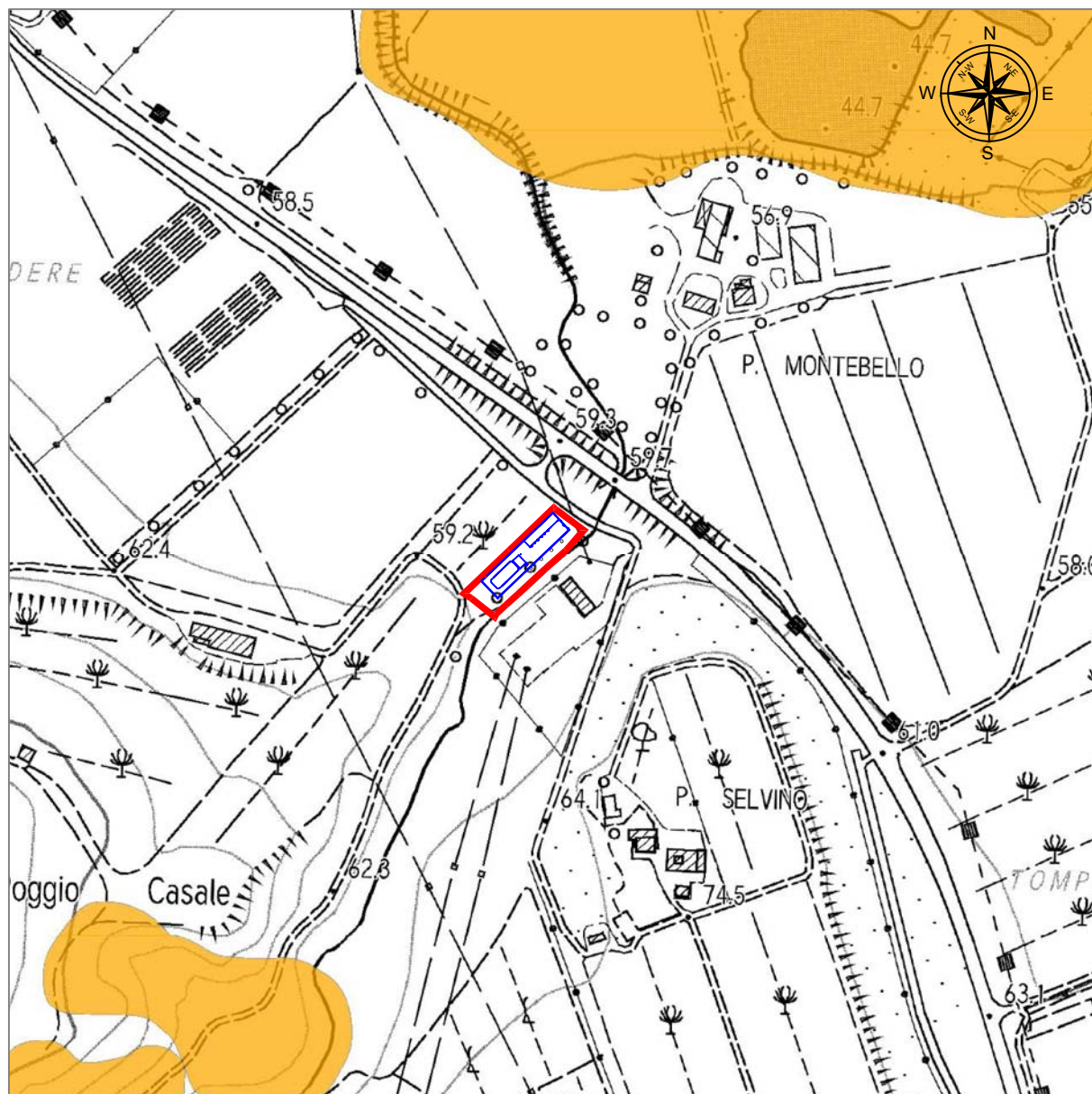
PF2 - media

PF3 - elevata

PF4 - molto elevata

— Area di intervento

Appendice n° 8







PAI - DISSESTI GEOMORFOLOGICI - Scala 1:5.000

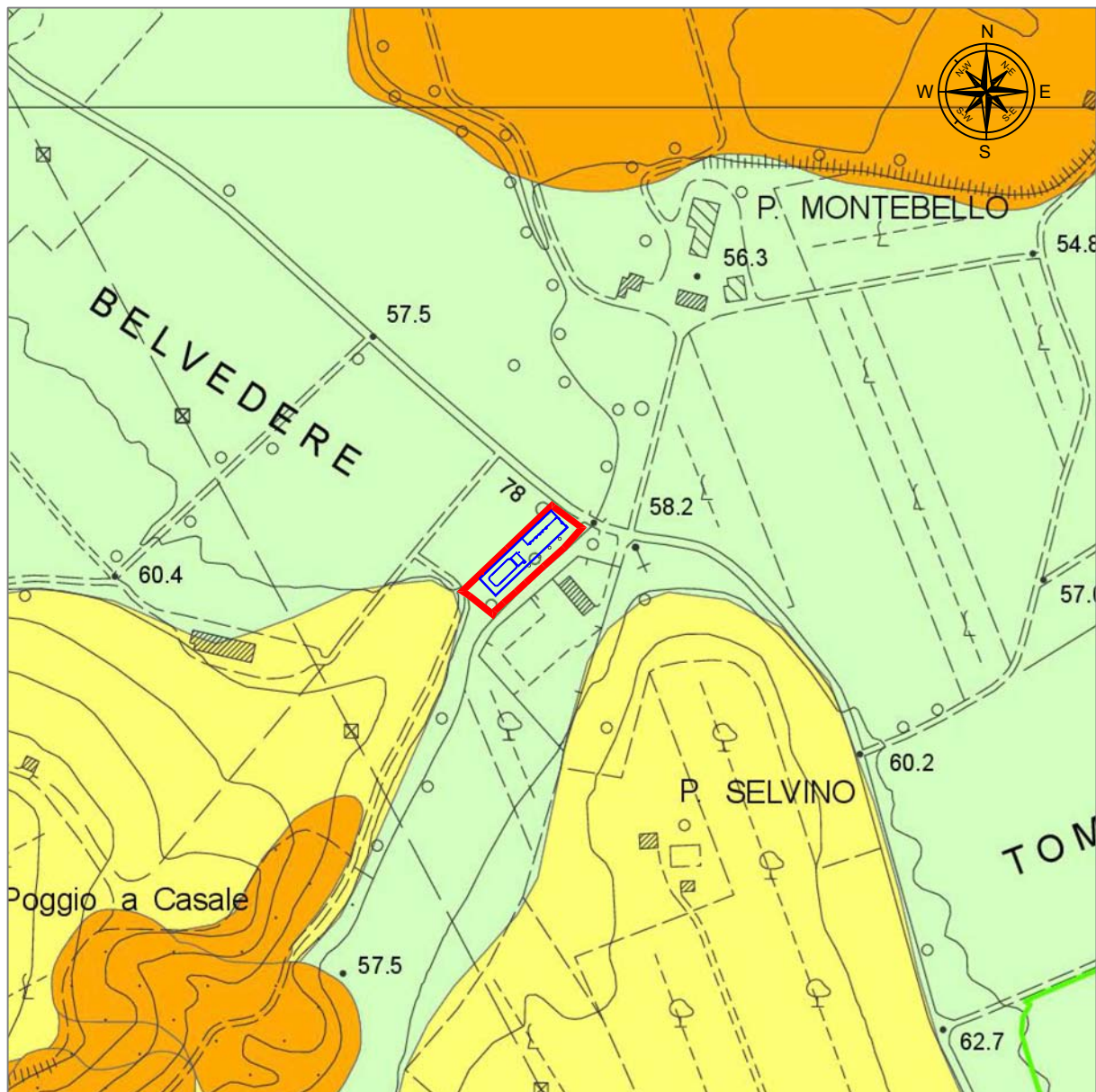
Estratta da AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE adottato con CIP n. 39 del 28/03/2024

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

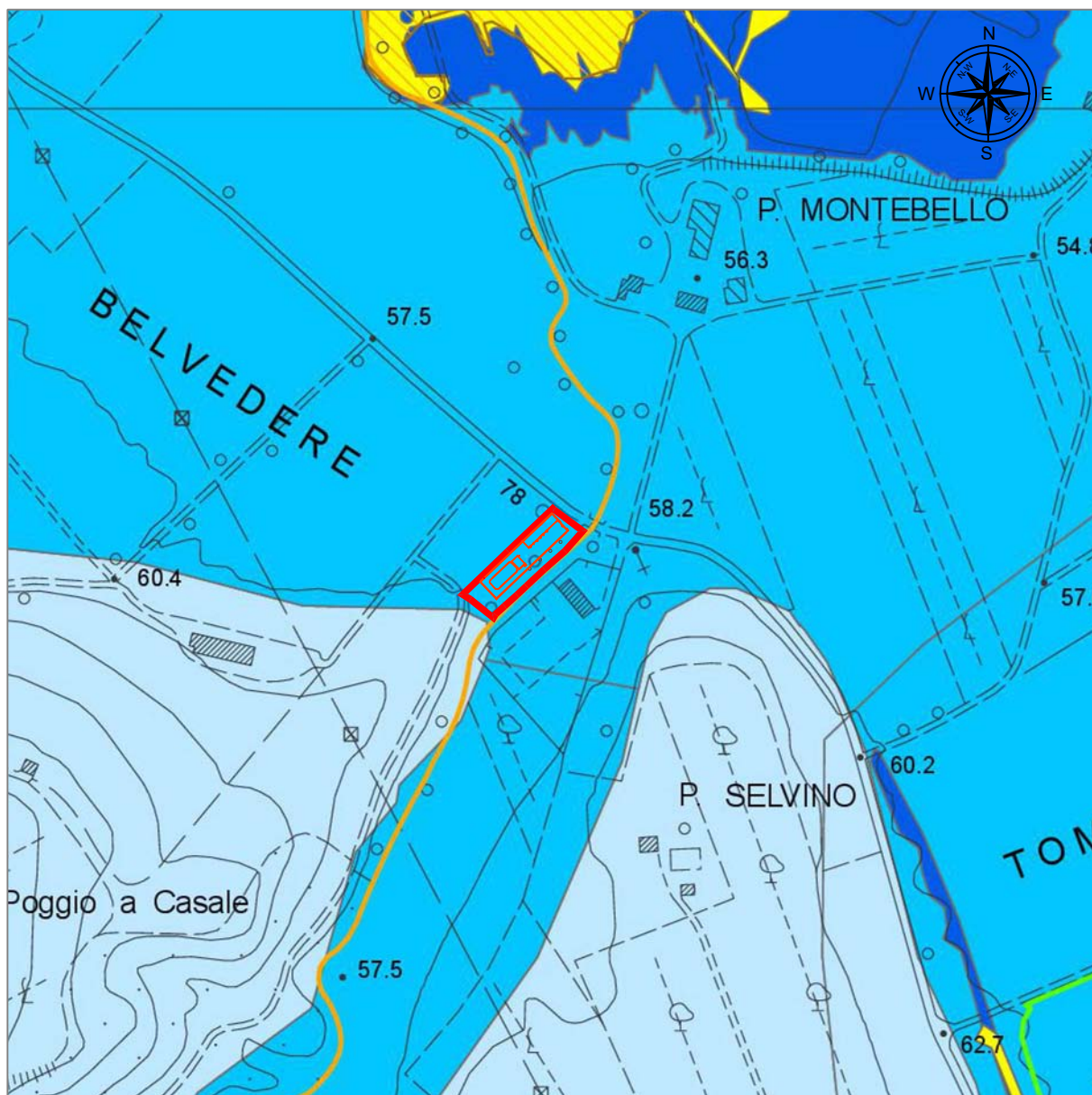
Pericolosità geologica media – aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori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

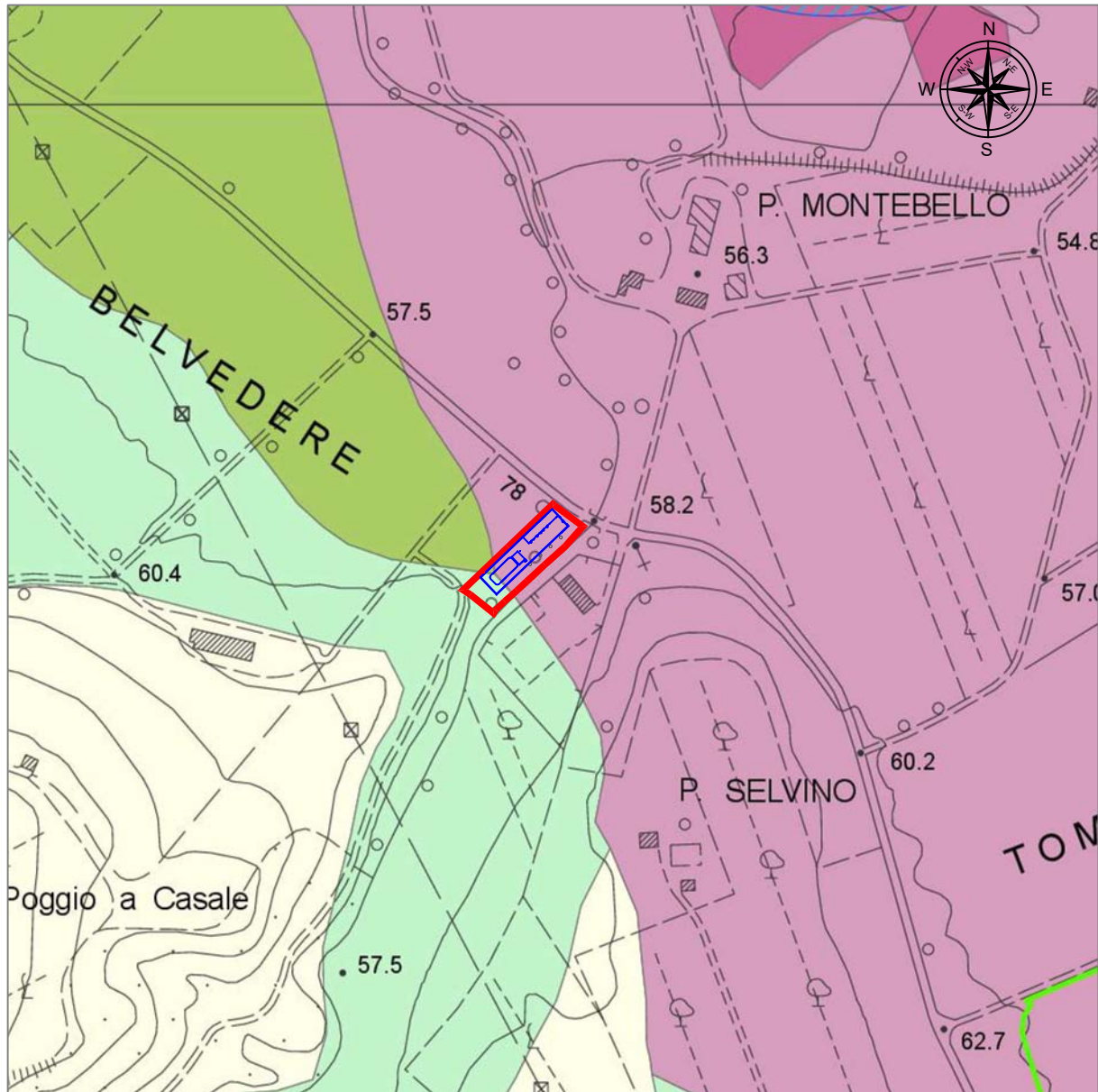
Estratta da Piano Operativo del Comune di Terricciola approvato con DCC n. 38 del 17 luglio 2023

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

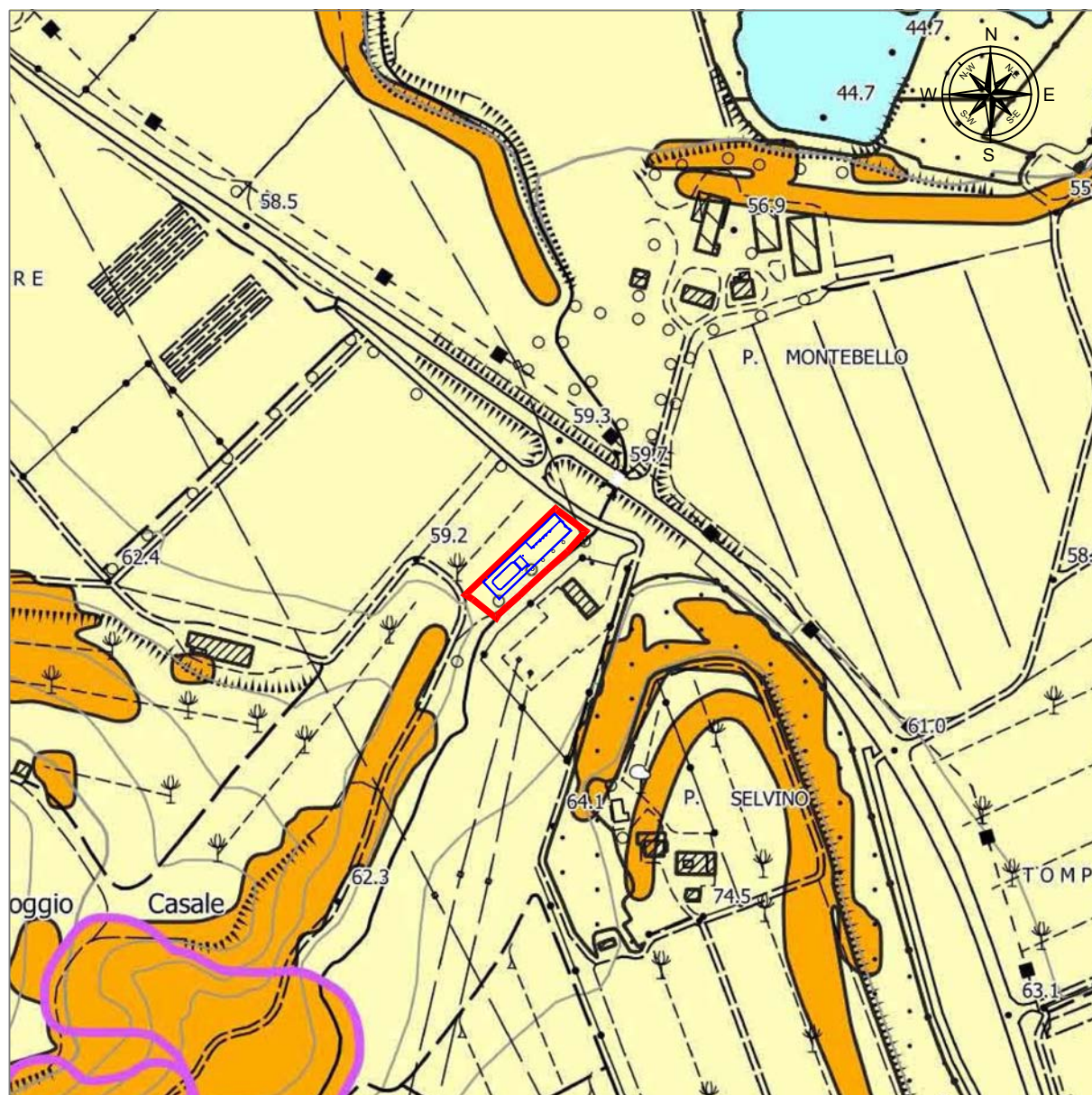
https://enti.digitech-group.com/terricciola/allegati_delibera_cc_approvazione.7z

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 marmissi 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, comprende: a) 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 non idrogeologica; terreni a bassa permeabilità sottili o liscia 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 attestate 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 risorse 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 terreni alluvionali aridi 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 pennisoliti permeabili con sufficiente estensione e ricchezza, 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 risorse 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 terreni alluvionali aridi 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 pennisoliti permeabili con sufficiente estensione e ricchezza, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco 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 semiconfinati, 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 risorse 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 terreni alluvionali aridi 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 pennisoliti permeabili con sufficiente estensione e ricchezza, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco 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 semiconfinati, 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

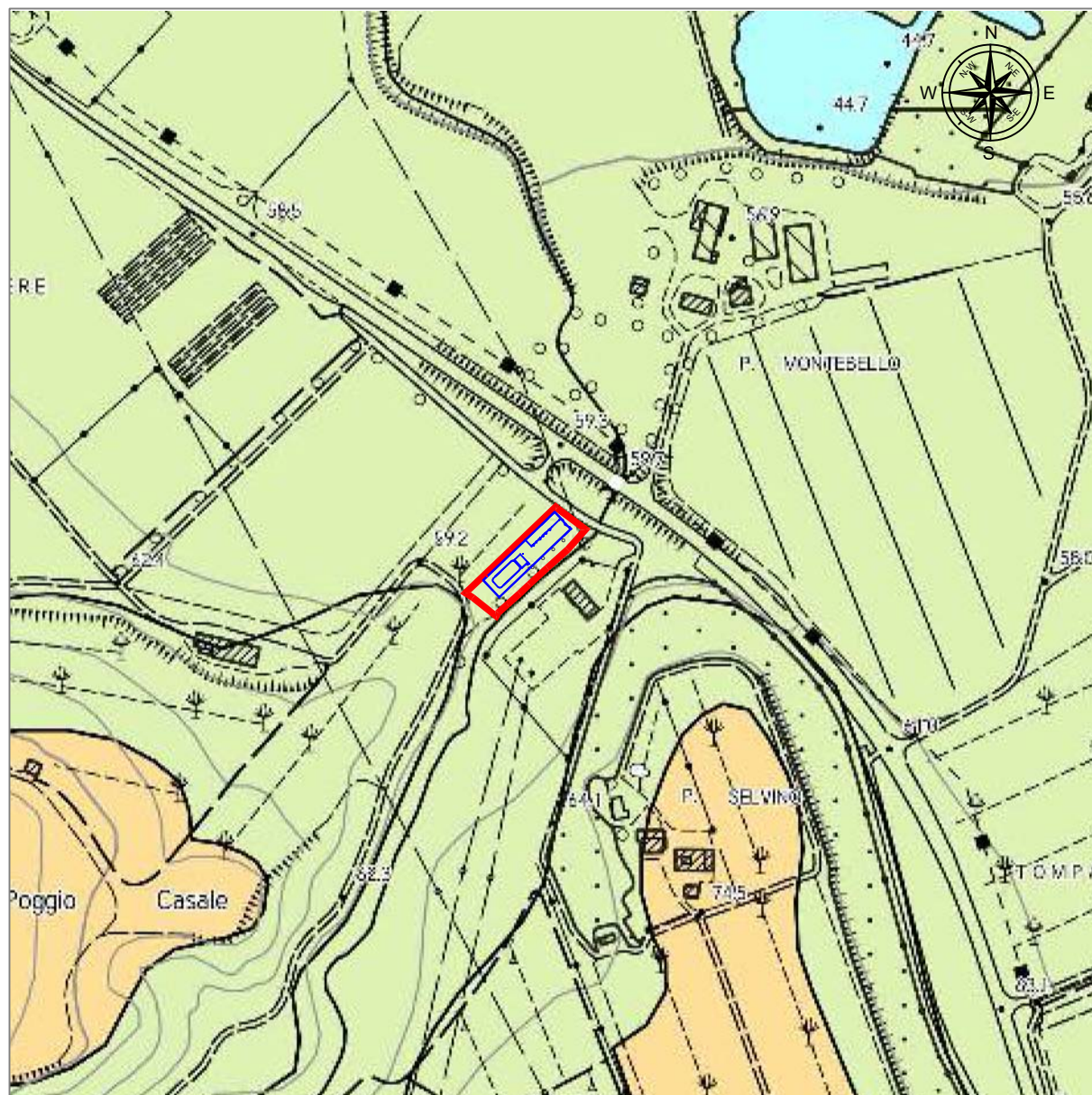
Area di intervento

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

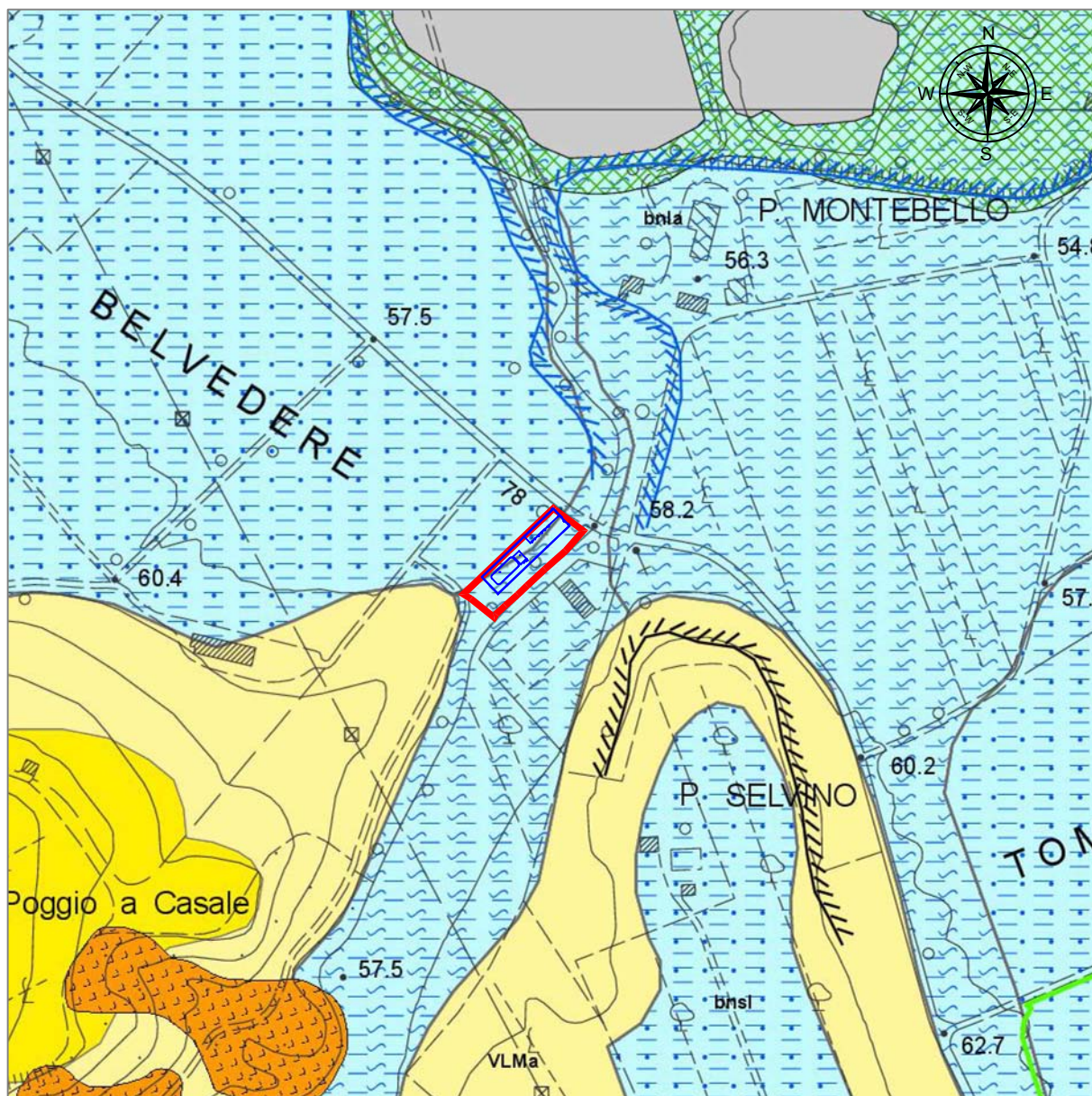
Estratta da Piano Strutturale Intercomunale del Comune di Terricciola adottato con DCC n. 28 del 08 giugno 2023

<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

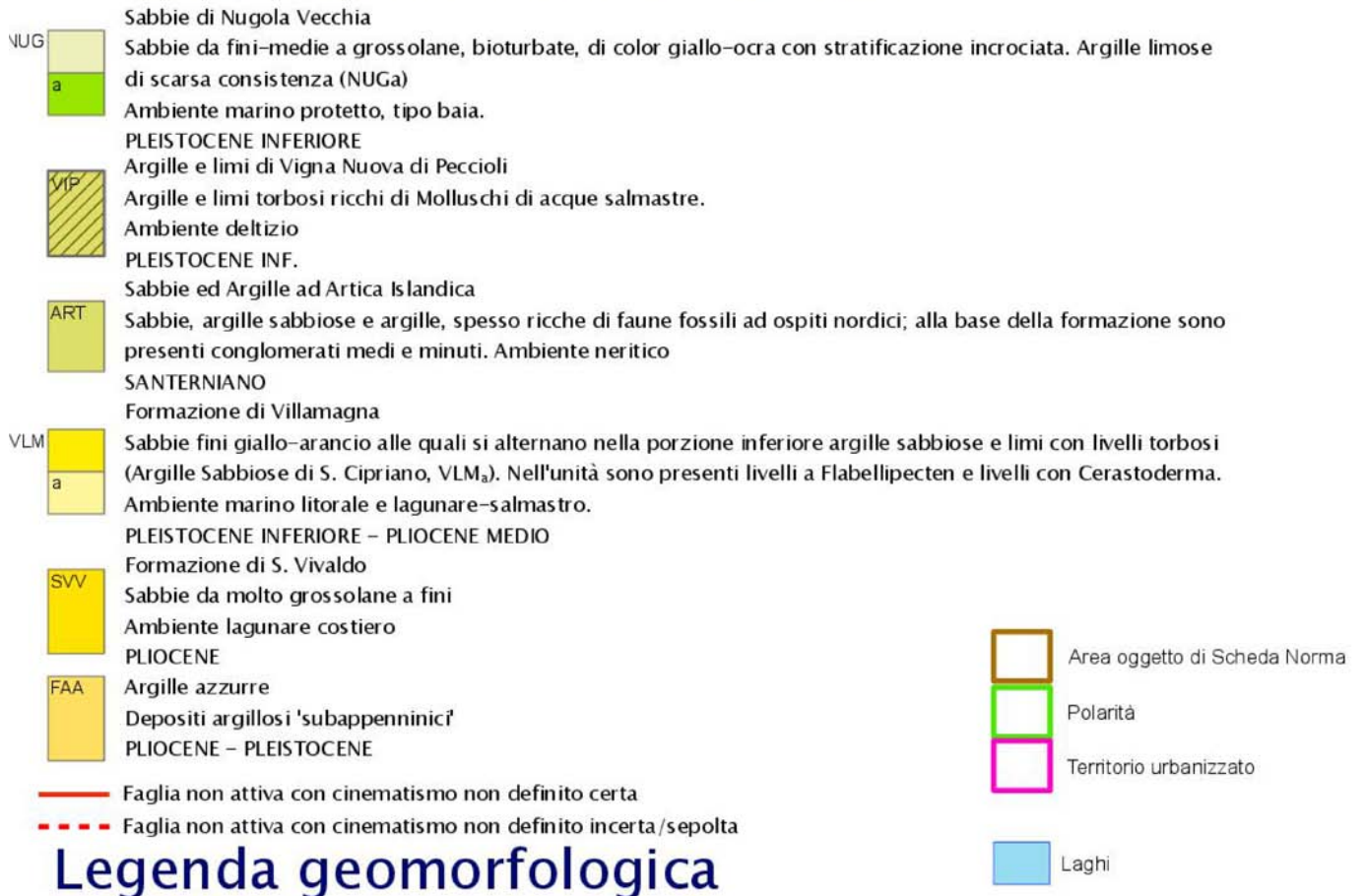
— Area di intervento

Appendice n° 14b

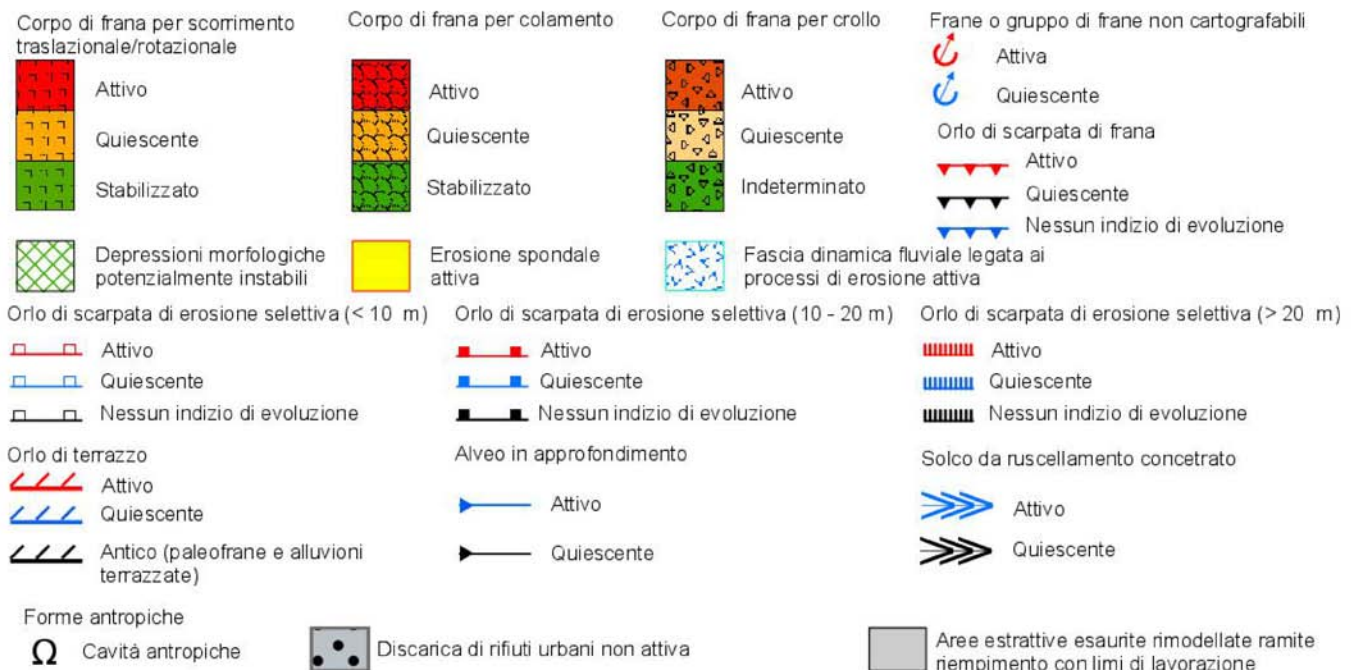
DEPOSITI CONTINENTALI RECENTI E ATTUALI



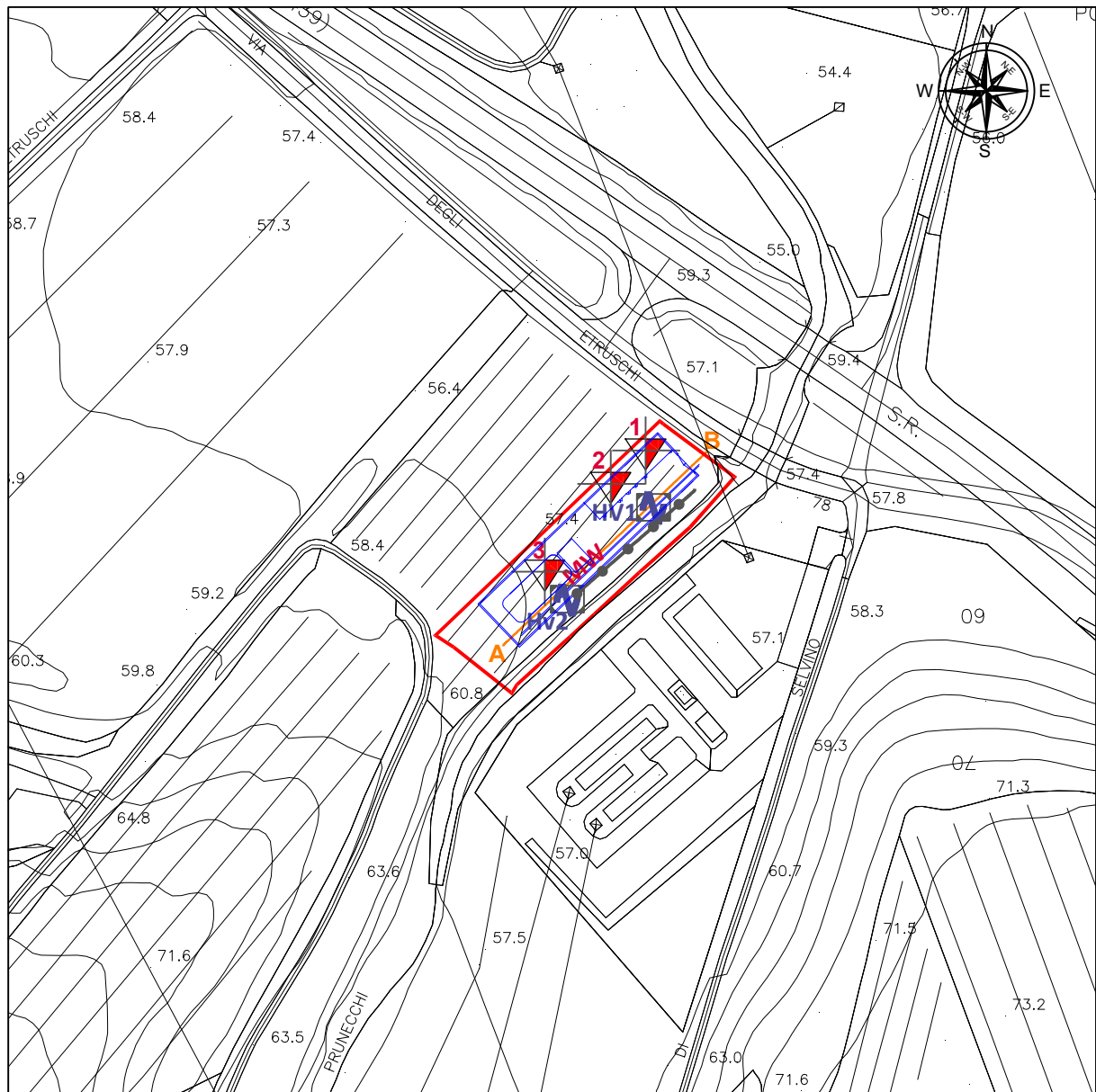
SUCCESSIONE NEOGENICO-QUATERNARIA



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: $q_c \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_1) \times CT / 10$

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

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

- 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 $S \text{ (Kg)}$, 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 $FR = (f_s / q_c) \%$:

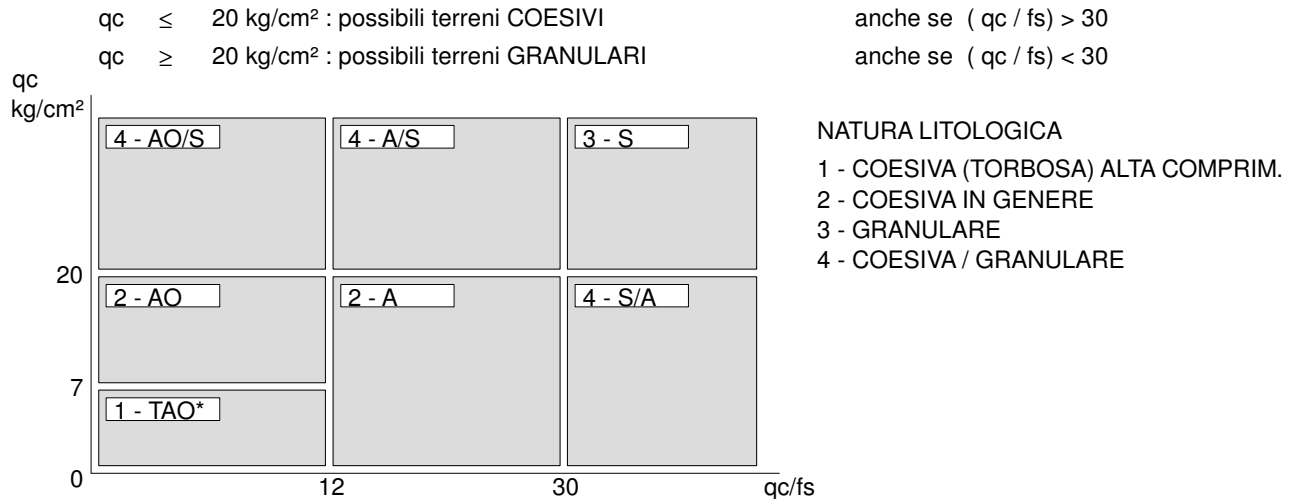
- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia 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

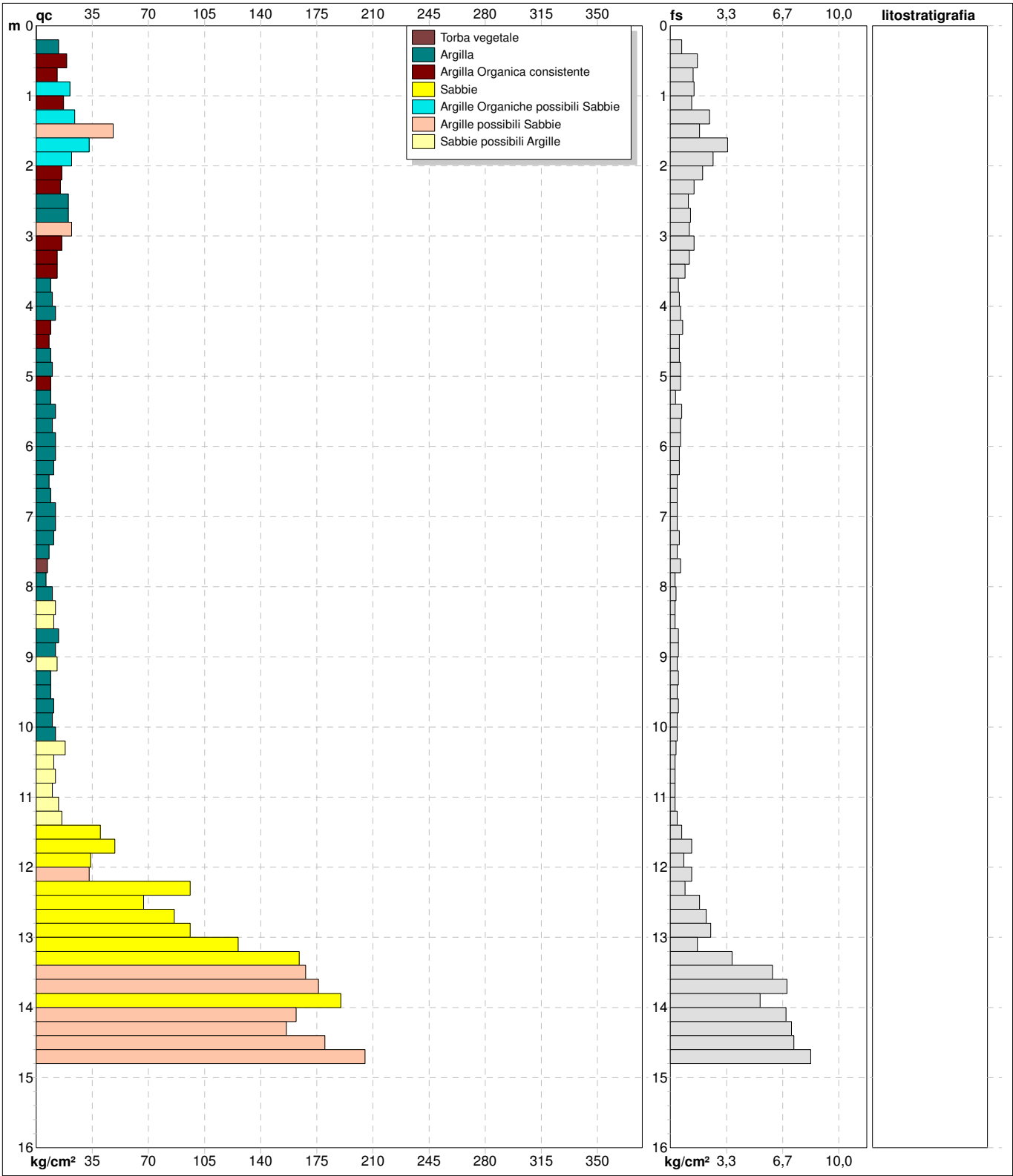
Committente	Novatosc srl	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	15/01/2025
Cantiere	250115b	Pagina	1	Data certificato	20/01/2025
Località	Terricciola (PI)	Elaborato		Falda	Non rilevata

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								

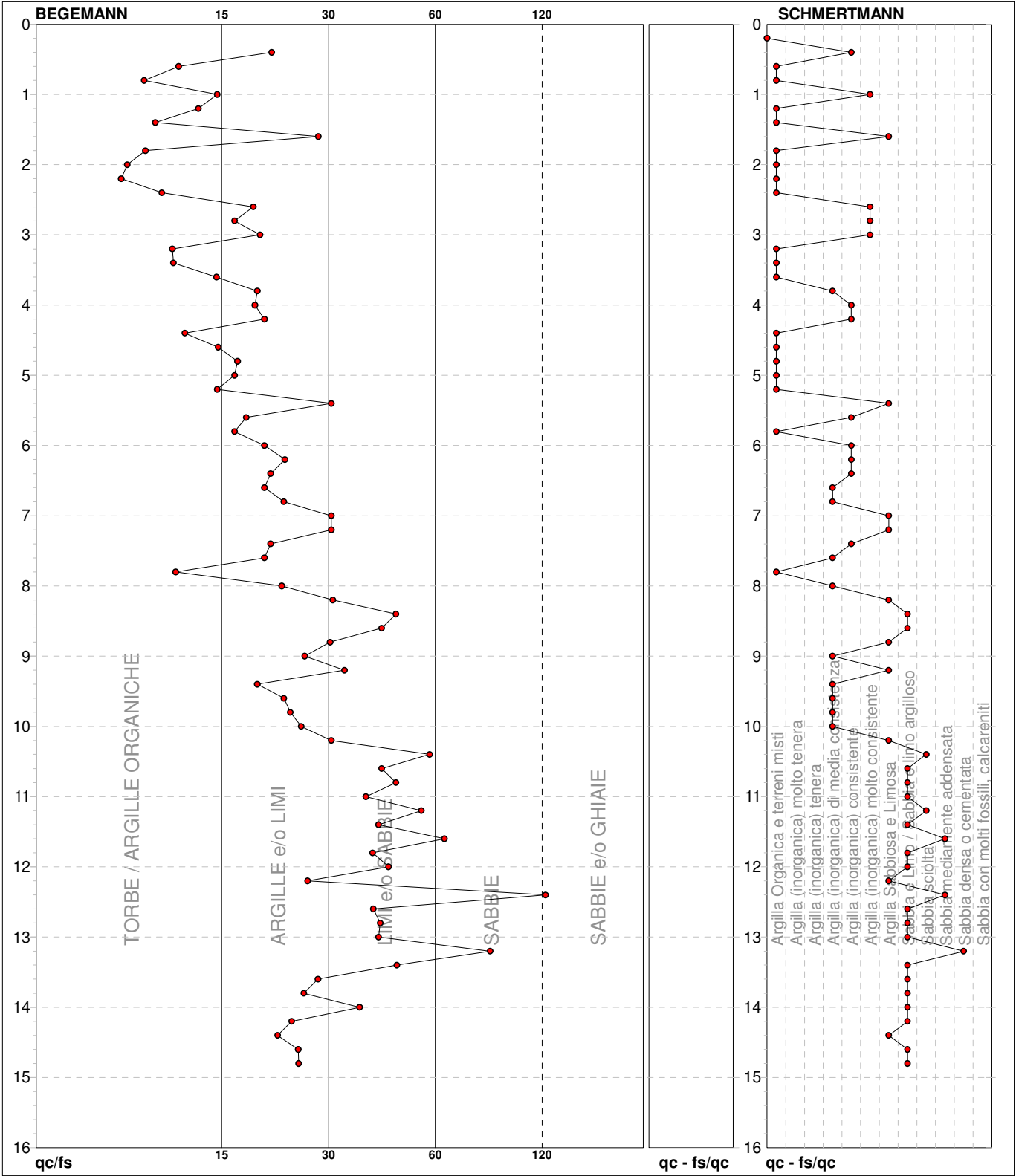
H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

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	Cod. tip:	
		Assistente:			



● 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	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	--	--	2	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	1.46	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									

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

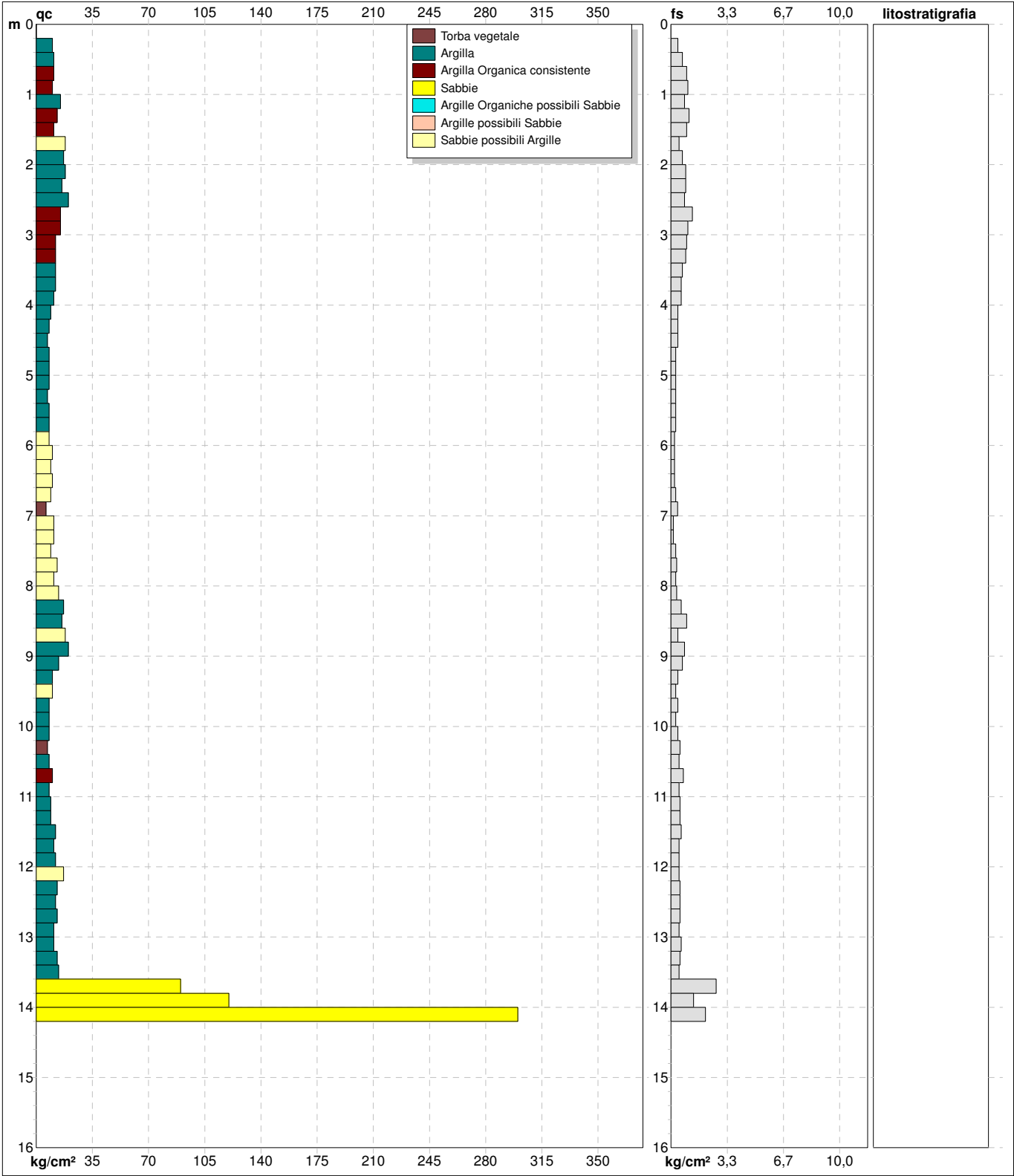
Committente	Novatosc srl	U.M.:	kg/cm²	Data eseg.	15/01/2025
Cantiere	250115b	Pagina	1	Data certificato	20/01/2025
Località	Terricciola (PI)	Elaborato		Falda	Non rilevata

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	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								

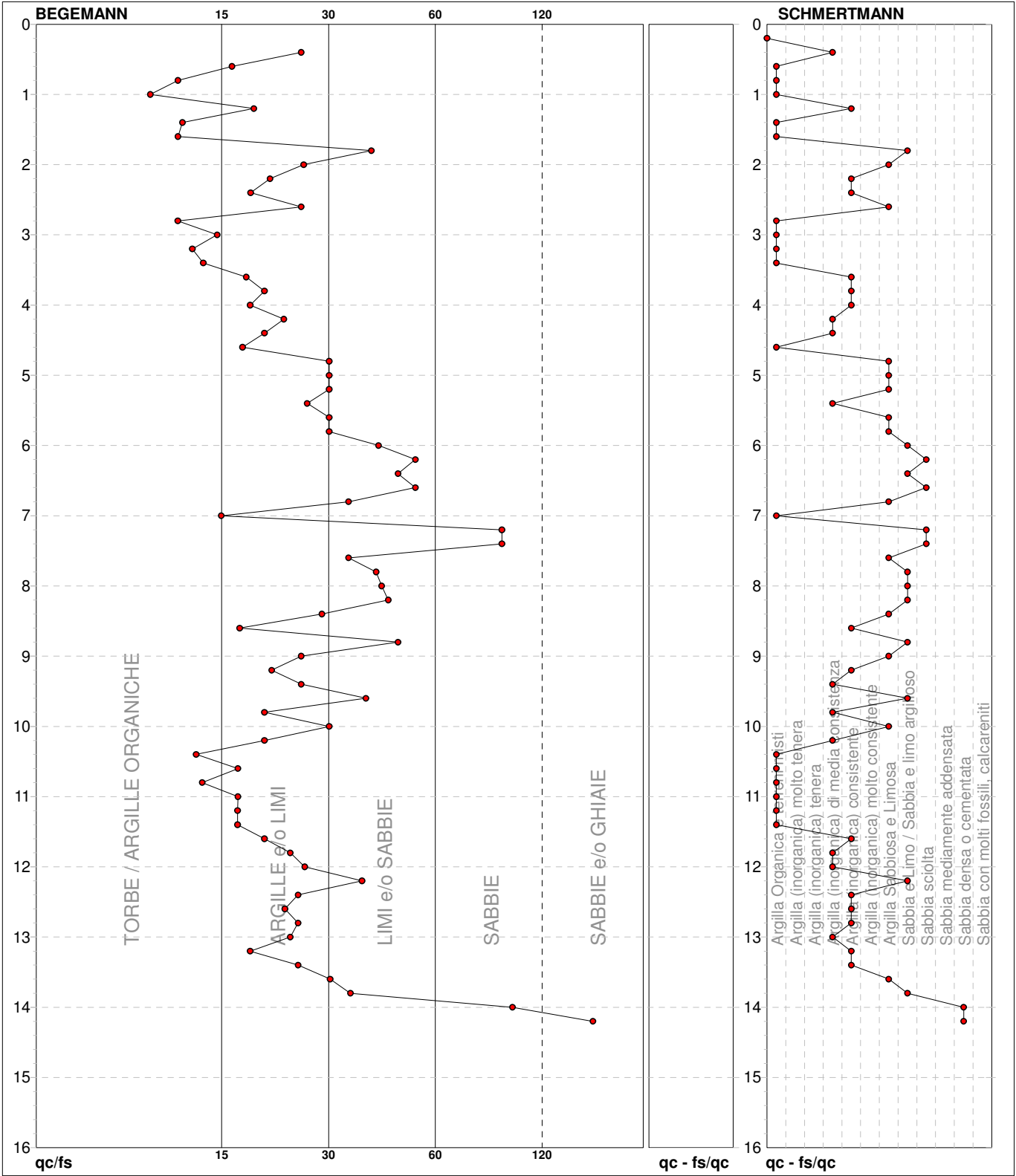
H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

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

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

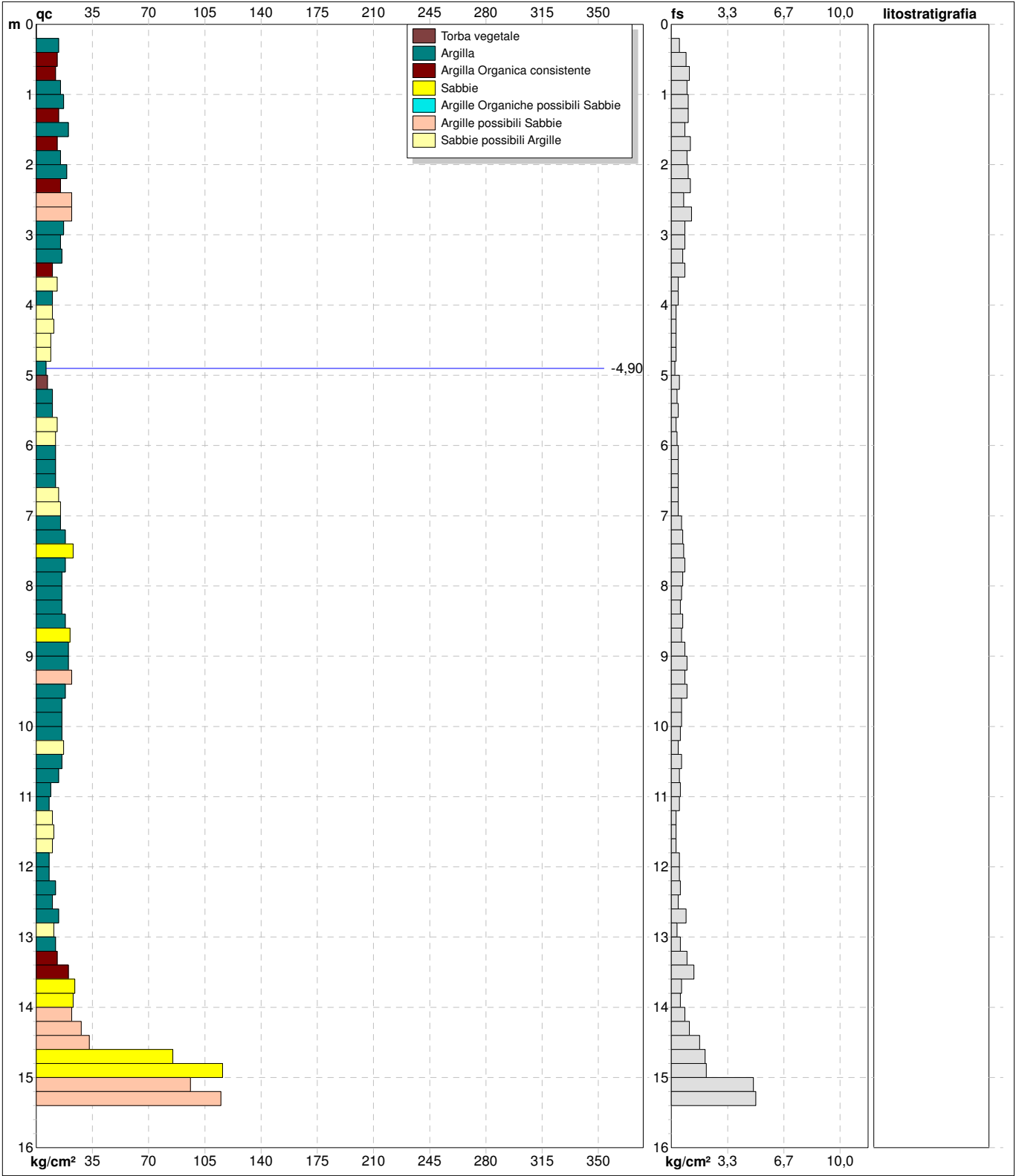
20/01/2025

Quota inizio:

Falda

-4,90 m

da p.c.



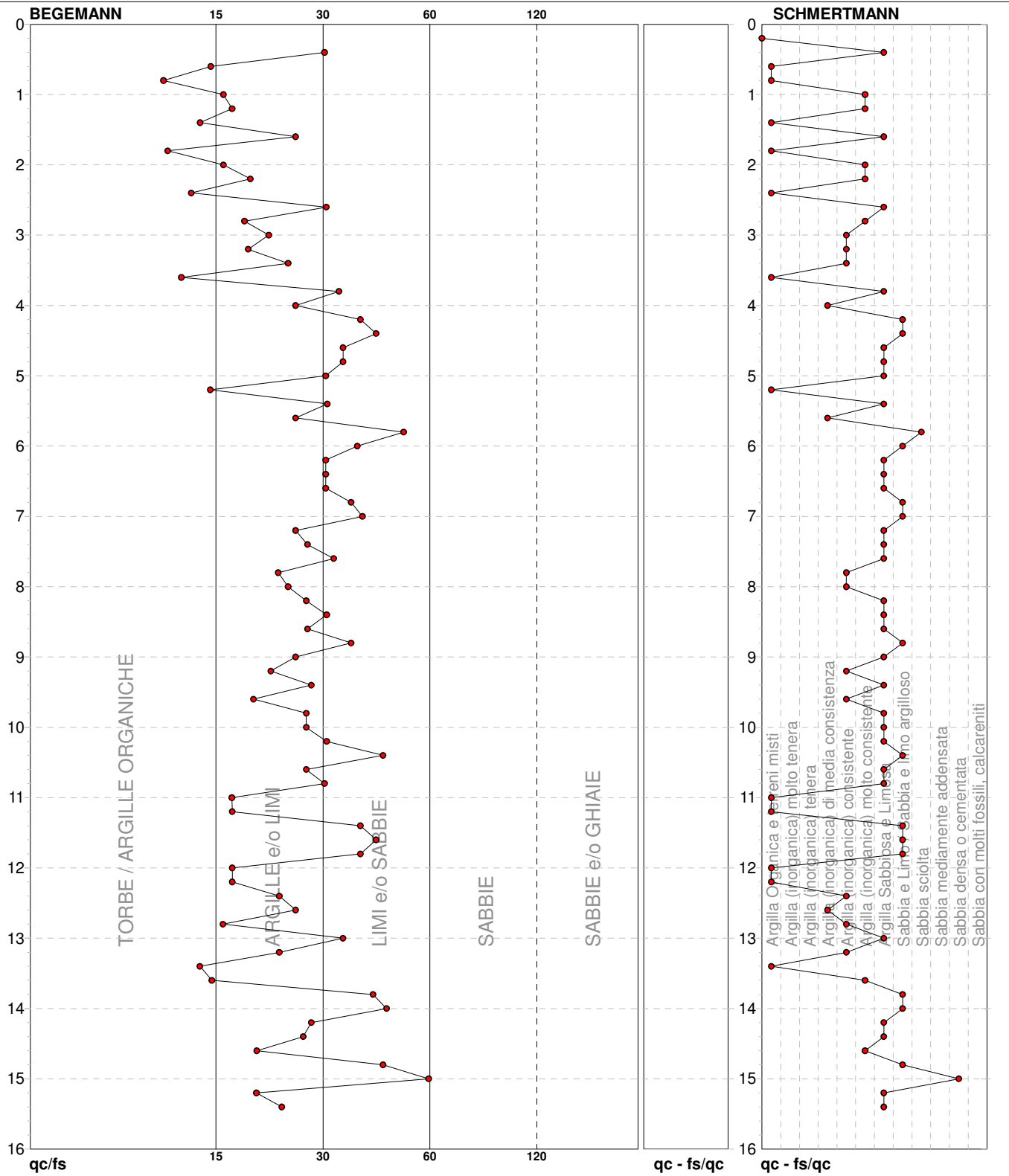
		Litology:	Personalizzata	preforo	m
		Penetrometro:	TG63-200Stat	Corr.astine:	kg/ml
		Responsabile:	Jacopo Martini		
		Assistente:		Cod. tip:	

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 eseg.	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	--	--	--	--	--	--	37	36	29	25	24	32	28	36,7	55,0	66,0	--	--
2,80	22,0	18,3	4	1,93	0,54	0,85	11,0	143,8	215,8	66,0	35	35	28	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</																		



Appendice n. 17

dott. geol. Florindo Granucci

- Geologia
- Idrogeologia
- Geologia ambientale

Via della Chiesa di Gragnano, 25

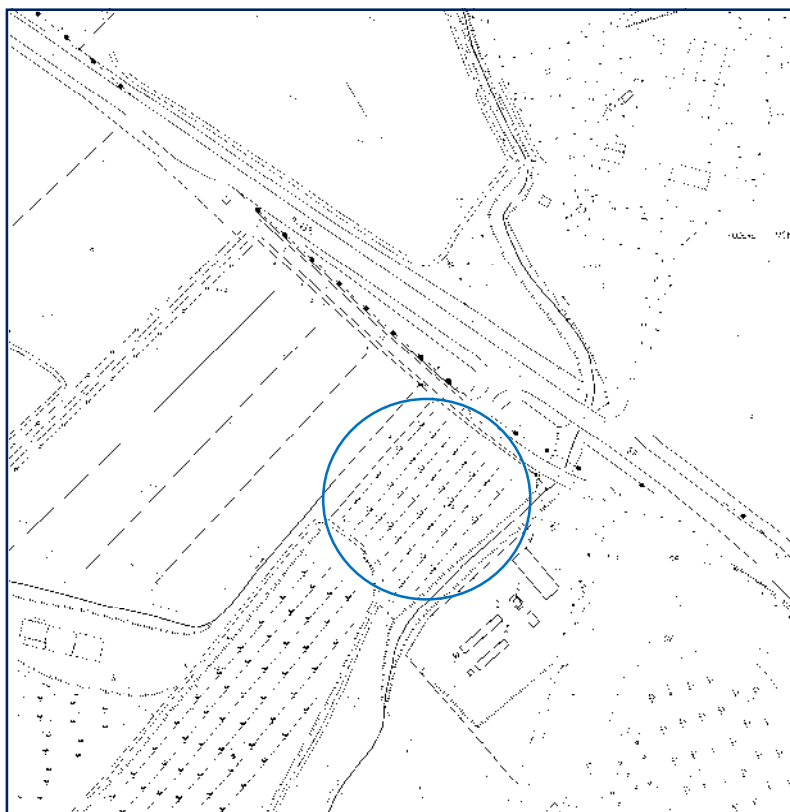
55010 Gragnano - Lucca

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.

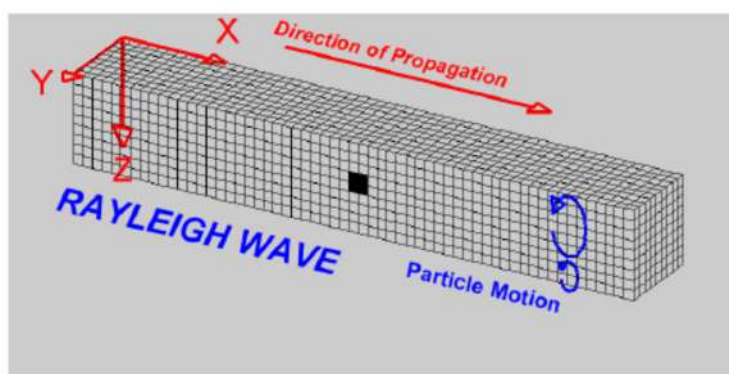
Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni,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

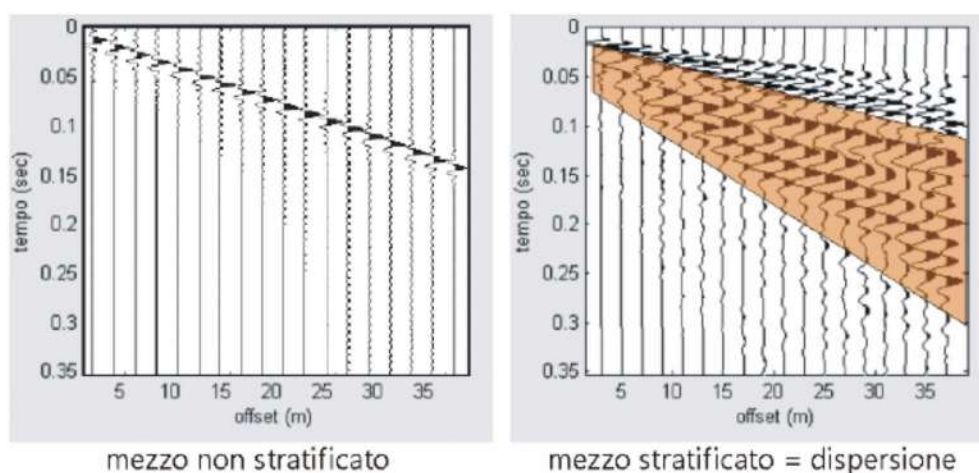


Il moto delle particelle è di tipo ellittico retrogrado, il quale si inverte a una profondità di $\lambda/2\pi$, l'ampiezza dello spostamento decresce secondo una legge esponenziale.

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.



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).

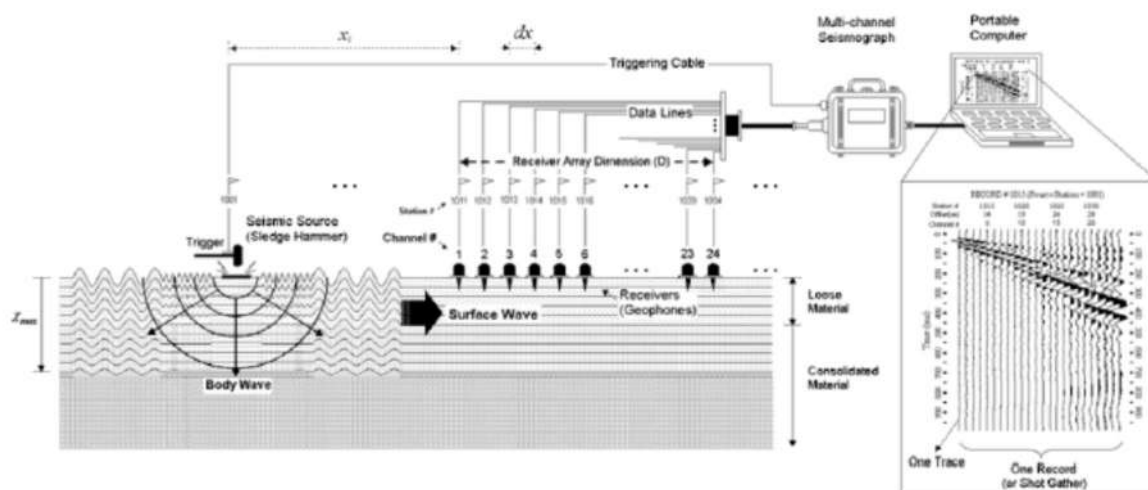


Figura 1. Illustrazione della tecnica di indagine eseguita (SurfSeis – Active Masw, 2006)

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

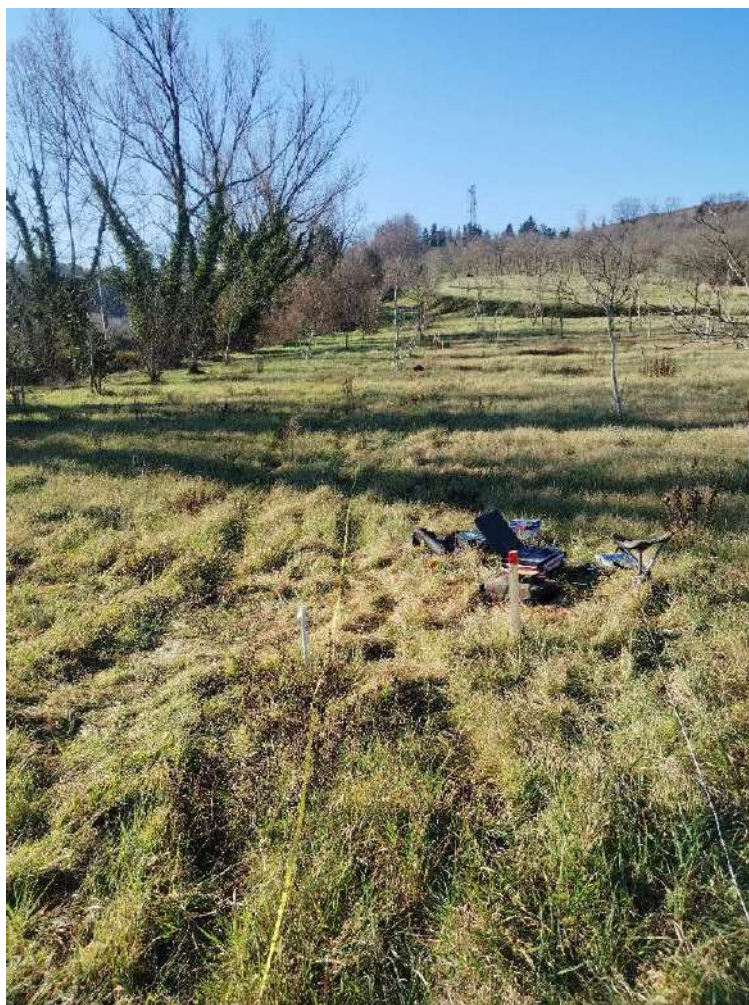
Inoltre, l'attrezzatura è completata da 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz per la ricezione della componente verticale del movimento ellittico delle onde R (Rayleigh) e 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 4,5 Hz per la ricezione della componente radiale del movimento ellittico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

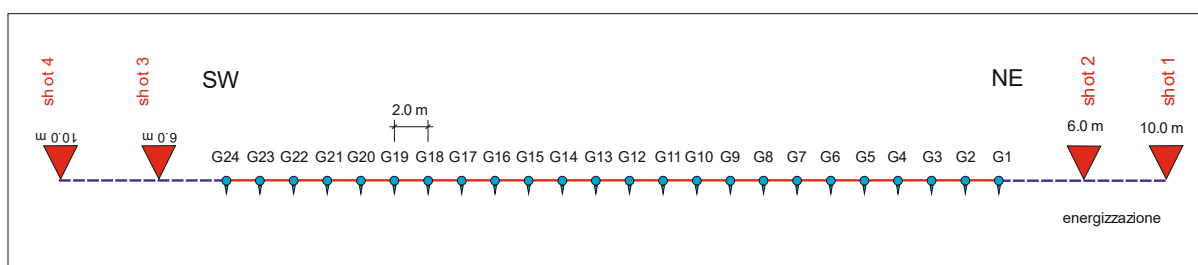
Per l'indagine, visto lo spazio disponibile, sono stati effettuati 2 shot all'estremo NE, con offset minimo dalla linea geofonica rispettivamente di 10.0 m e 6.0 m e 2 shot all'estremo SW, con offset minimo dalla linea geofonica rispettivamente di 10.0 m e 6.0 m, con tempo di acquisizione di 1 s e intervallo 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 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 $V_{\text{seq}} = 285 \text{ m s}^{-1}$.

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_ZVF

<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:

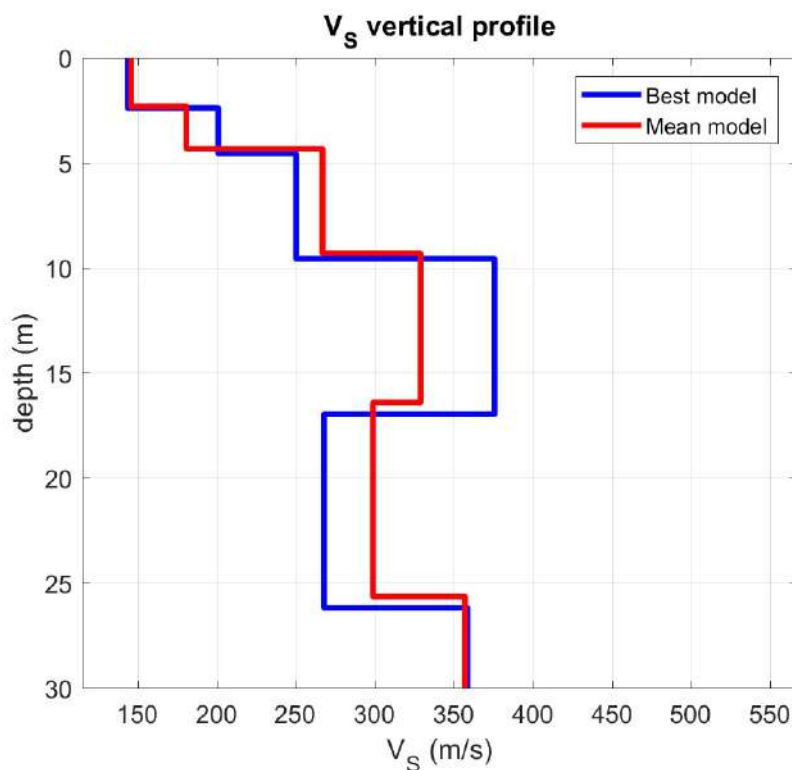
Strato	1	2	3	4	5	6	7	8
Vs (m s^{-1})	146	181	267	329	299	357	690	966
Spessore (m)	2.3	2.0	5.0	7.1	9.2	7.8*	25.1	
Densità (g cm^{-3})	1.81	1.82	1.91	1.96	1.94	1.98	2.12	2.16

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:

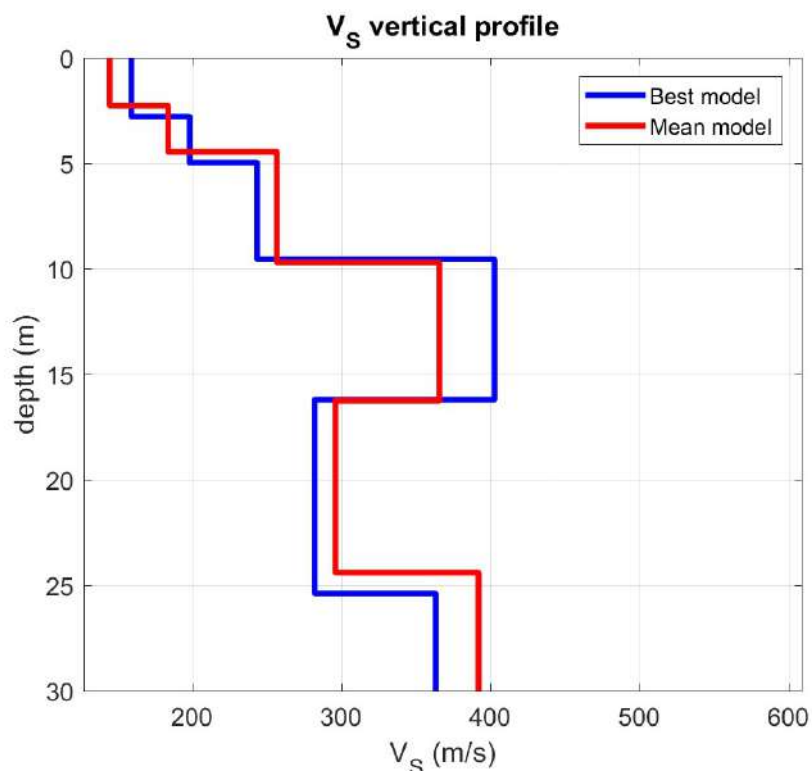
Strato	1	2	3	4	5	6	7	8	
Vs (m s ⁻¹)	145	184	257	366	296	392	771	1049	
Spessore (m)	2.3	2.0	5.2	6.5	8.2	7.6*	32.2		
Densità (g cm ⁻³)	1.80	1.82	1.90	1.99	1.94	2.00	2.14	2.18	

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."

Gagnano, 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			

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

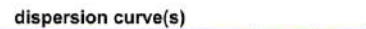
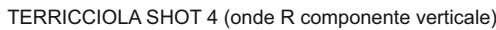
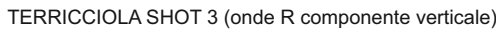
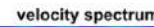
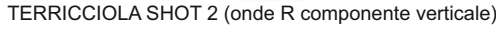
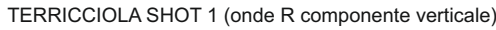
www.winmasw.com

Number of models used to define the mean model: 4149

Vs5 for the best model: 171 171

Vs30 for the best model: 267 267

Onde R Componente verticale



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

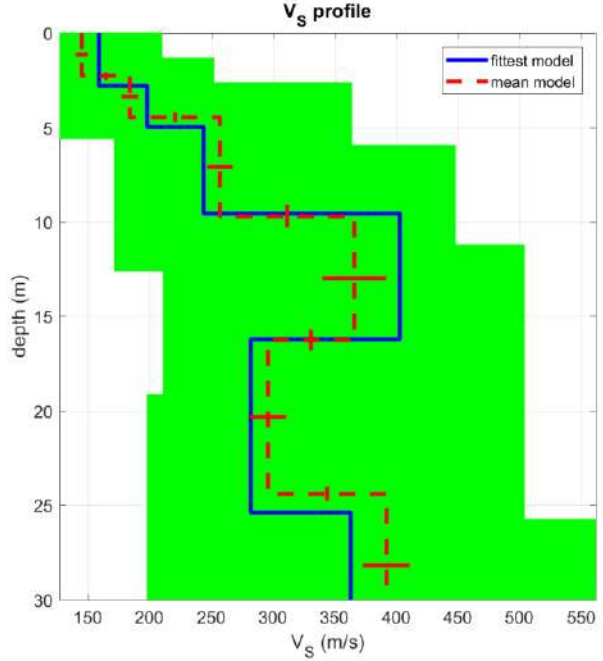
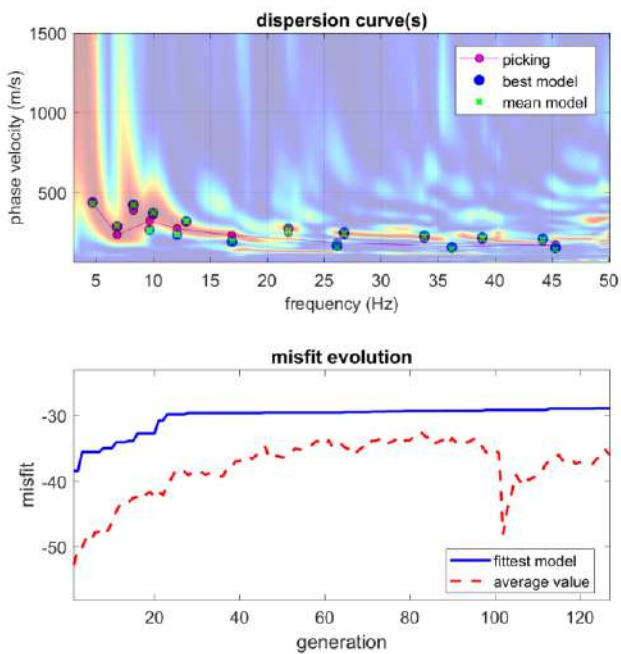
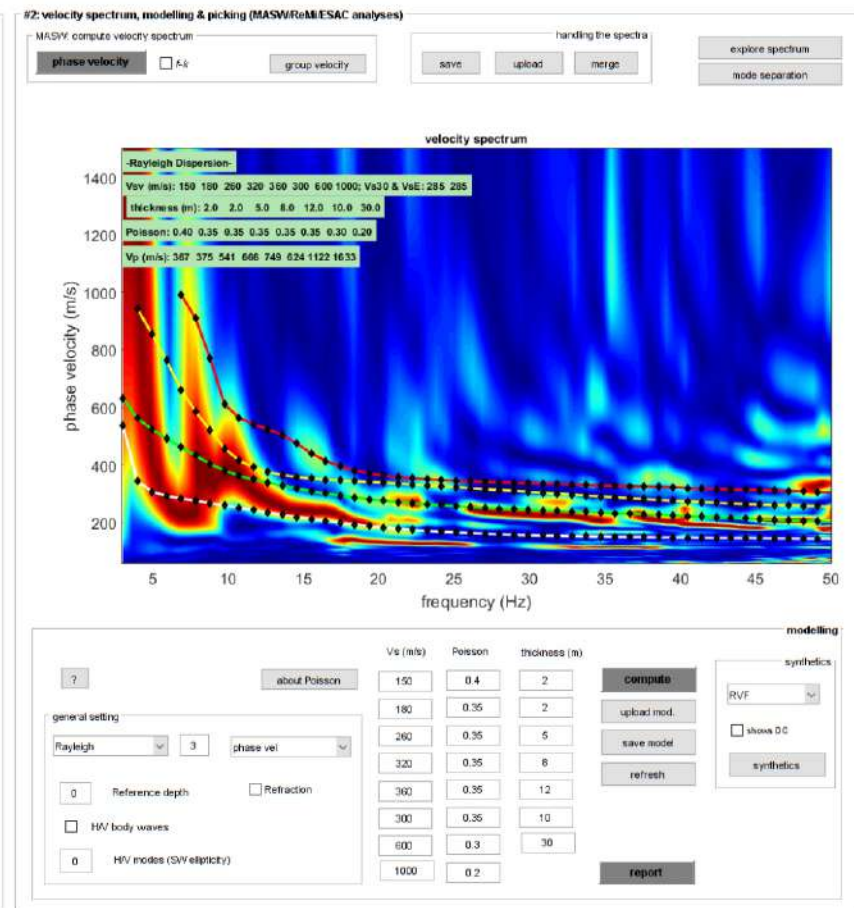
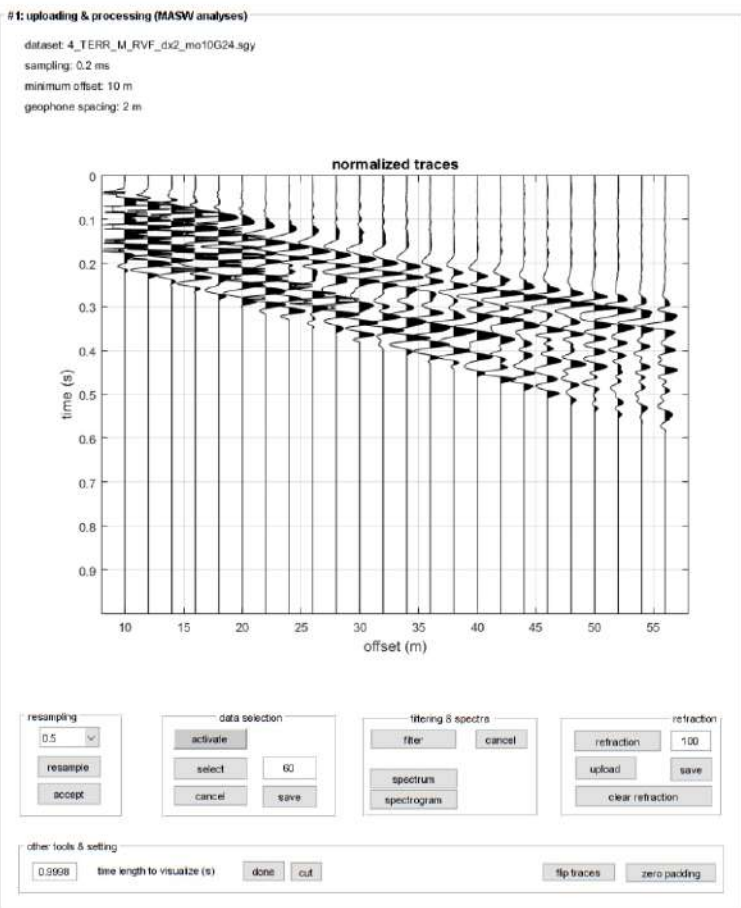
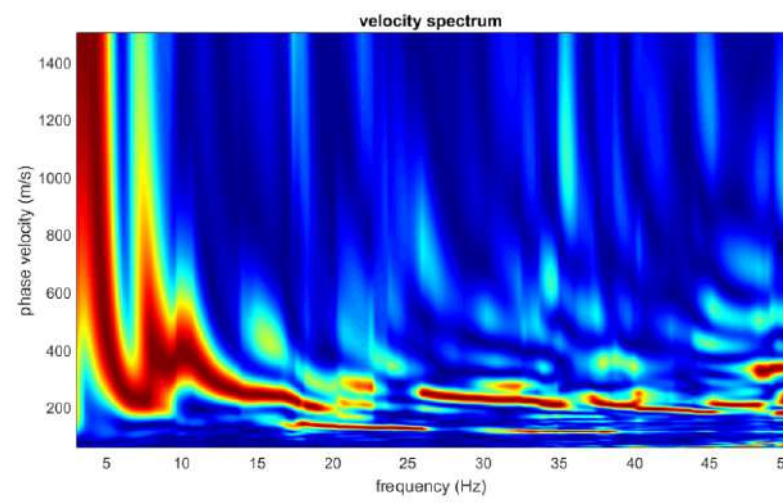
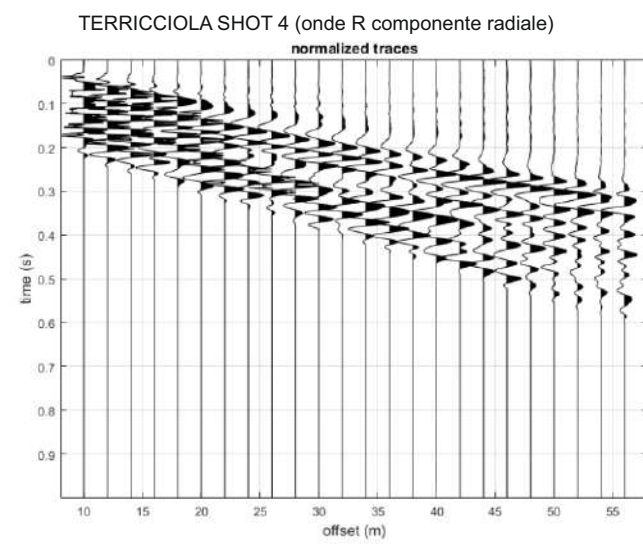
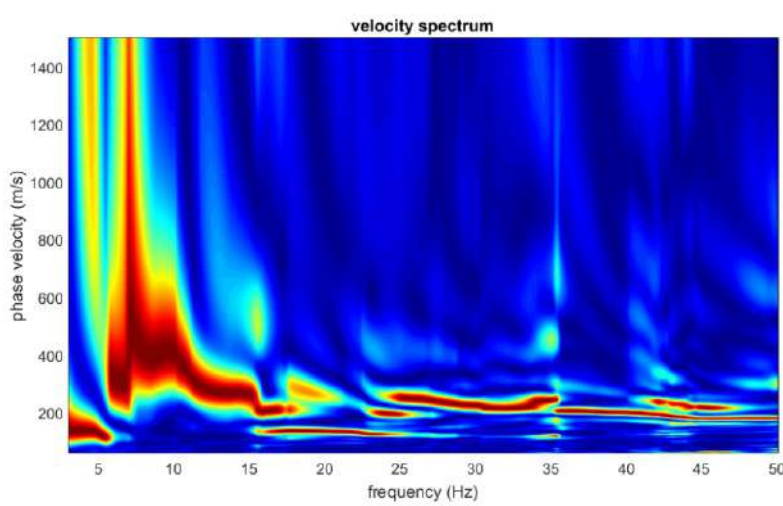
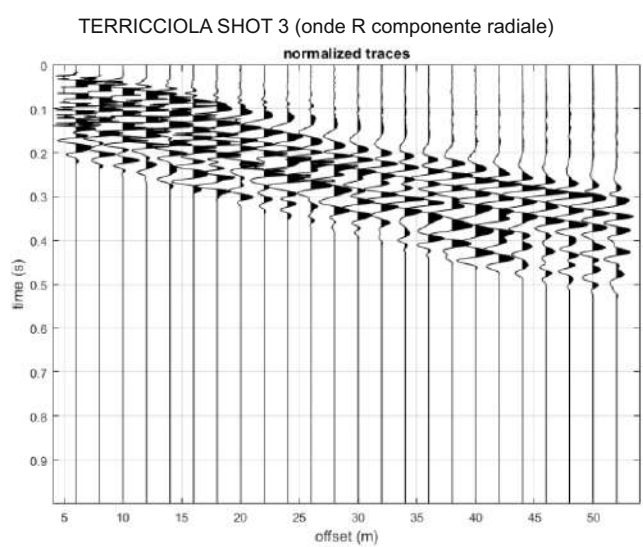
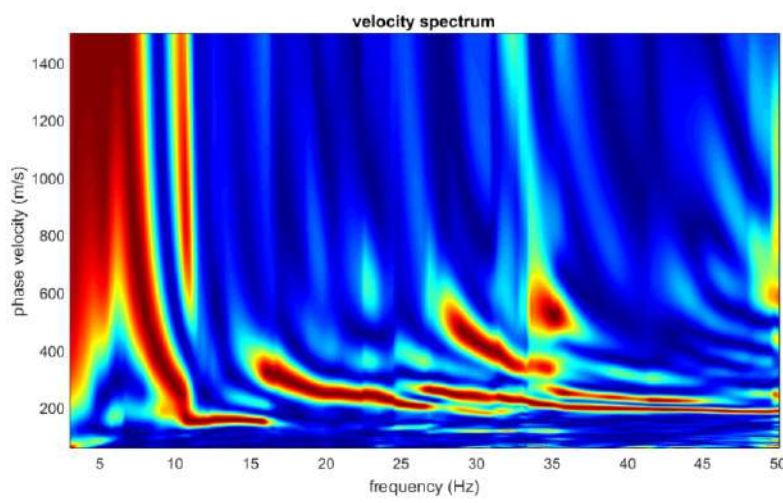
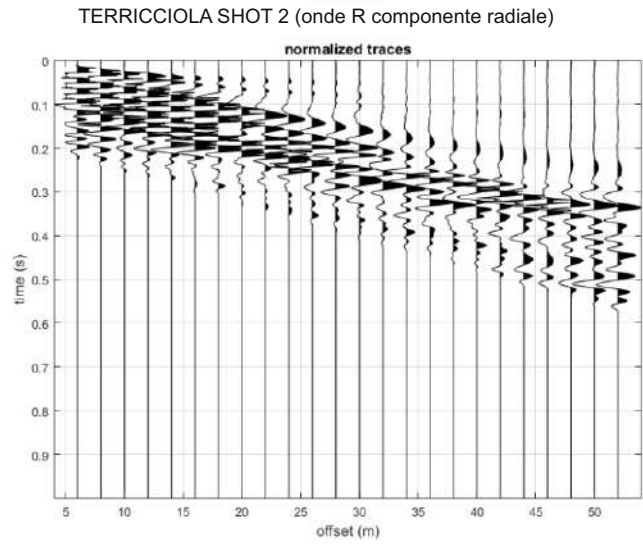
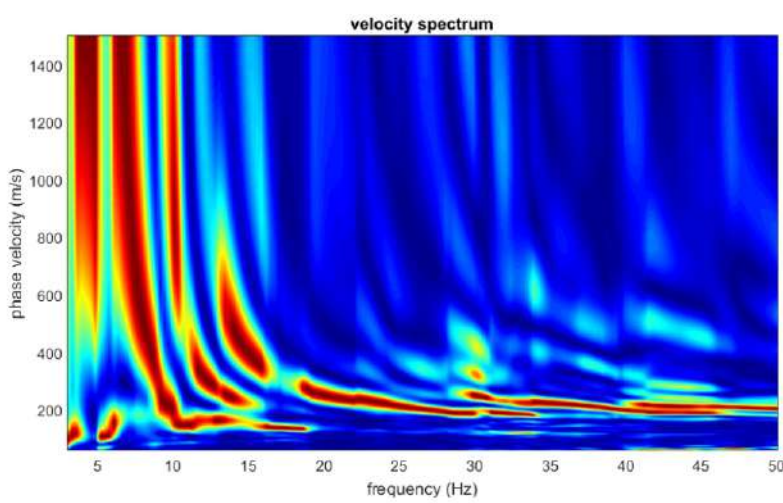
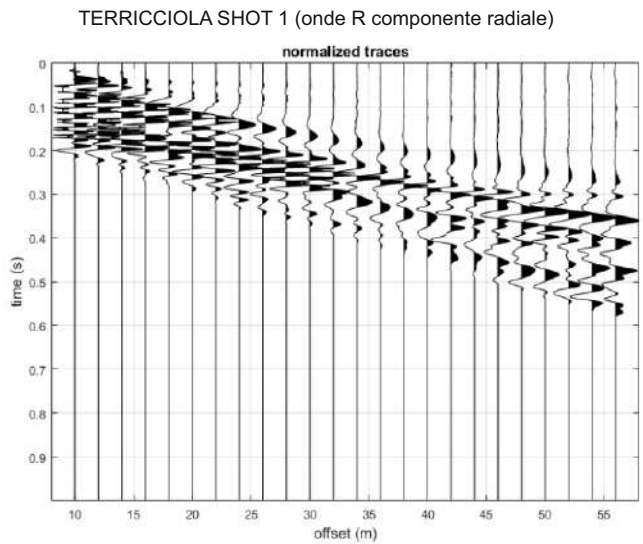
www.winmasw.com

Number of models used to define the mean model: 5006

Vs5 for the best model: 174 174

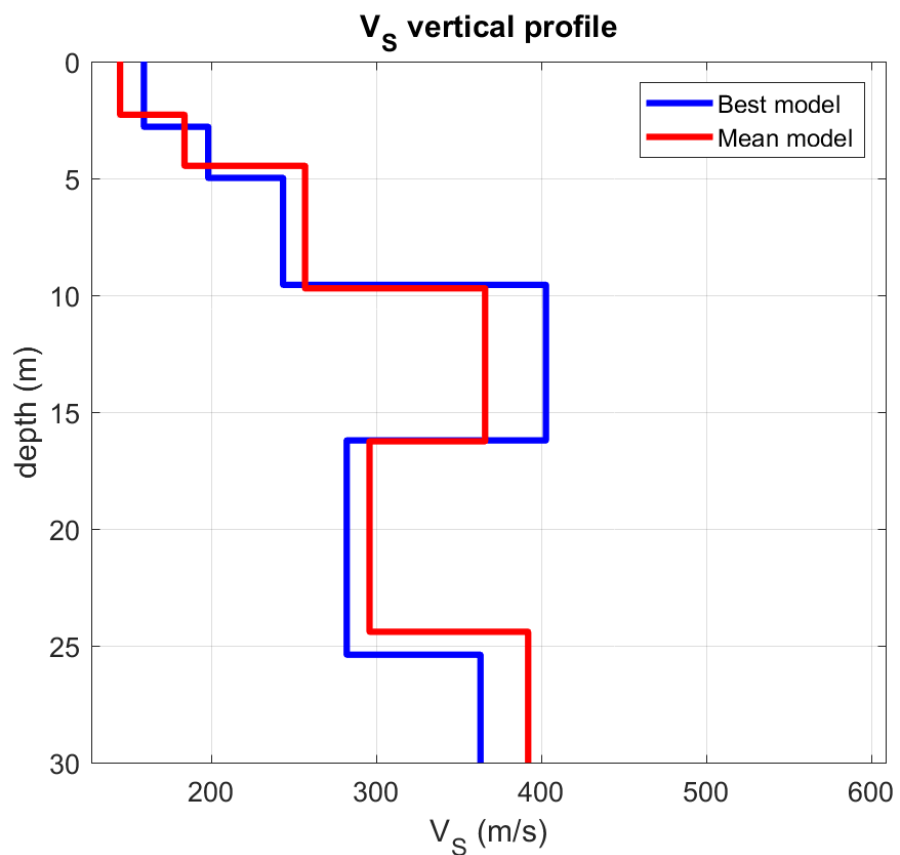
Vs30 for the best model: 275 275

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
 V_{s30} & V_{sE} (best model): 275 275 m/s
 V_{s30} & V_{sE} (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
(Albarello et al.; 2011)

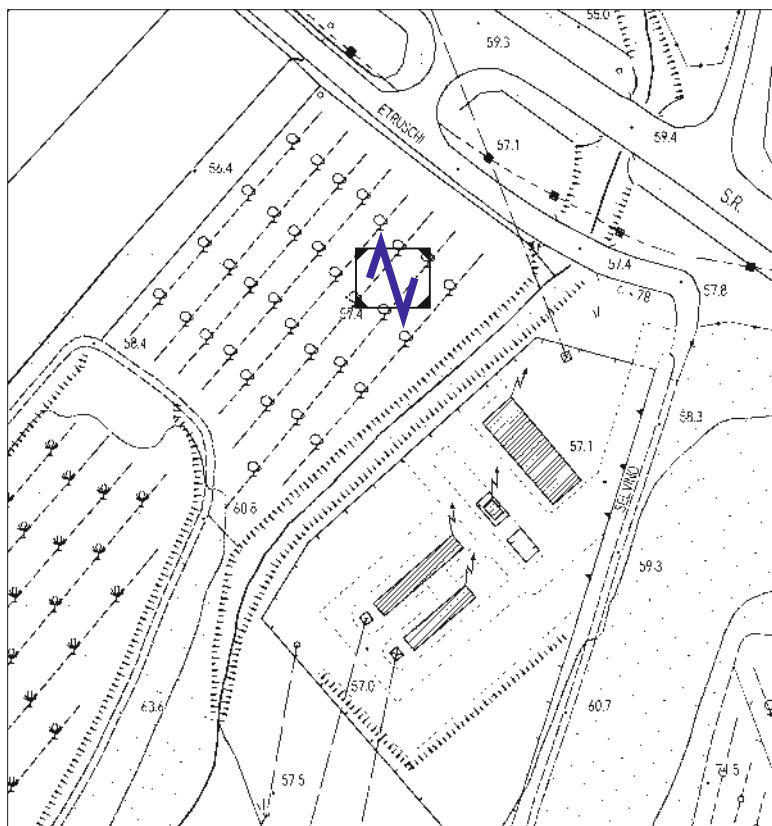
Stazionarietà	OK
Isotropia	OK
Assenza disturbi	OK
Plausibilità fisica	OK
Durata	OK
Robustezza statistica	OK

Classe: A1

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

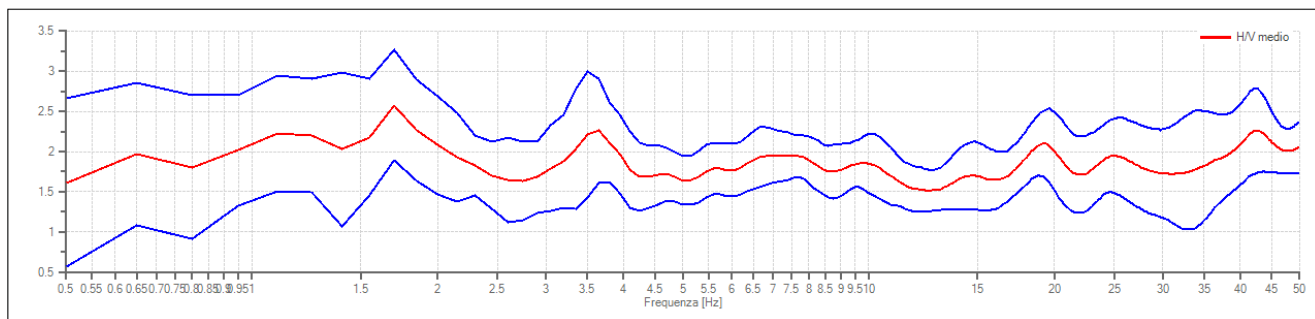
Tipo di terreno		
Naturale, sabbioso argilloso		
Materiale accoppiamento sensore/terreno		
Nessuno		
Condizioni meteo		
pioggia: NO	T= 8 °C	vento: debole
Tipo di lisciamiento		
Konno Ohmachi		
Lisciamiento		
40		

Inquadramento scala 1:2.000

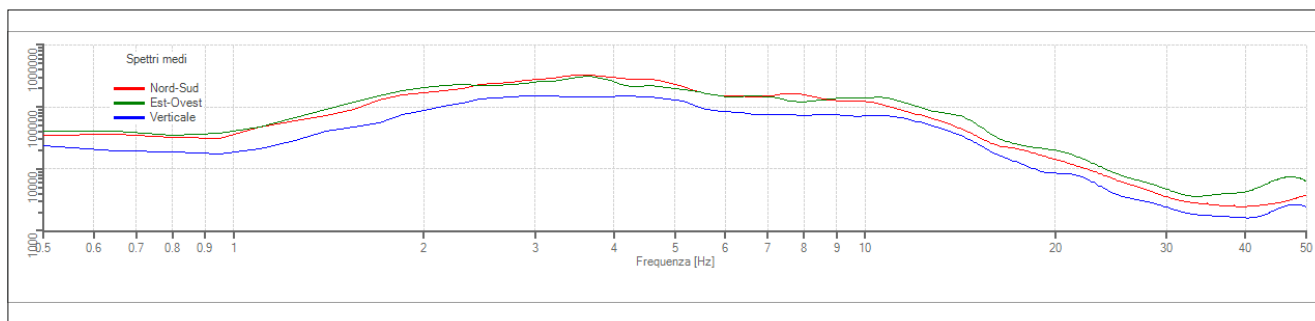


Note:

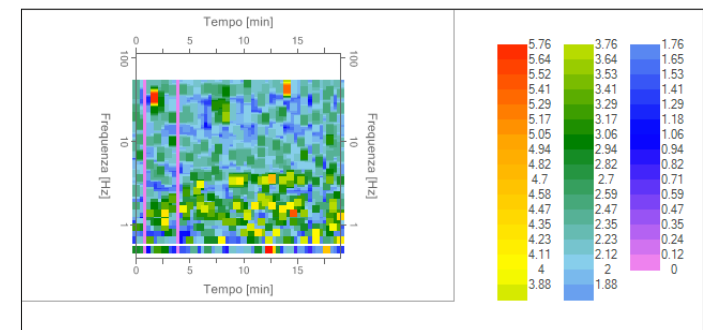
HVSR



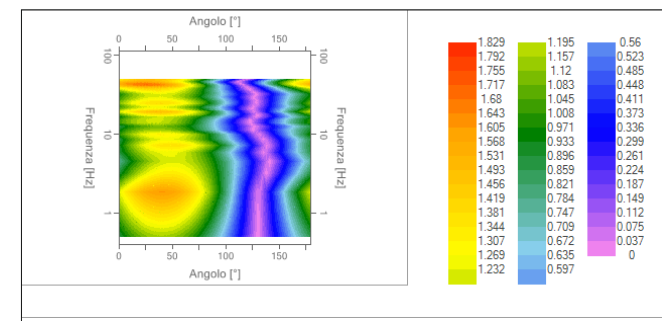
Spettri singole componenti



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 |

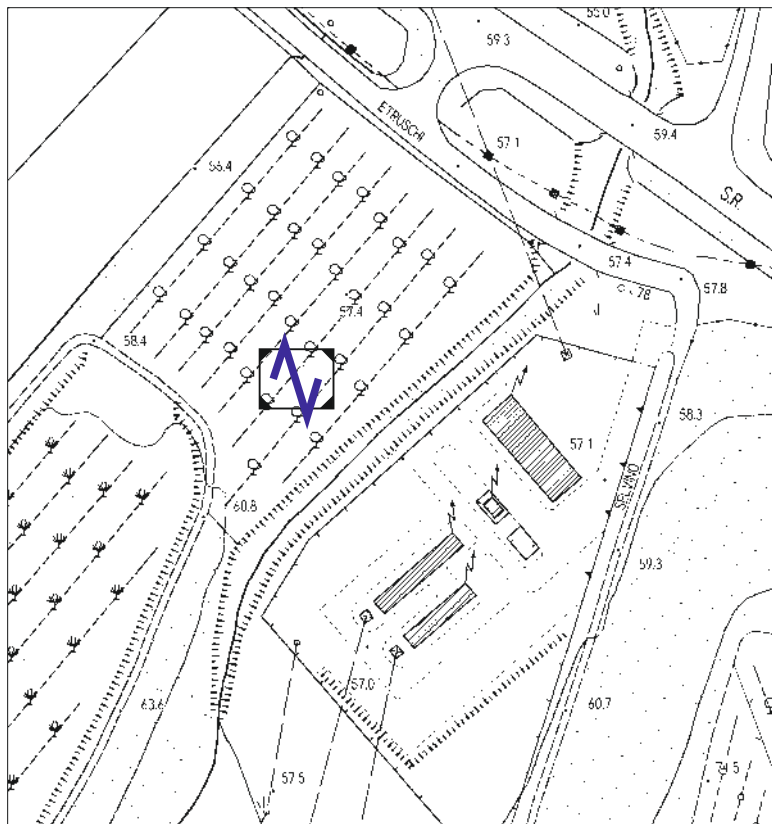
Classificazione di qualità
(Albarelli et al.; 2011)

Stazionarietà	OK	Classe: A1
Isotropia	OK	
Assenza disturbi	OK	
Plausibilità fisica	OK	
Durata	OK	
Robustezza statistica	OK	

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

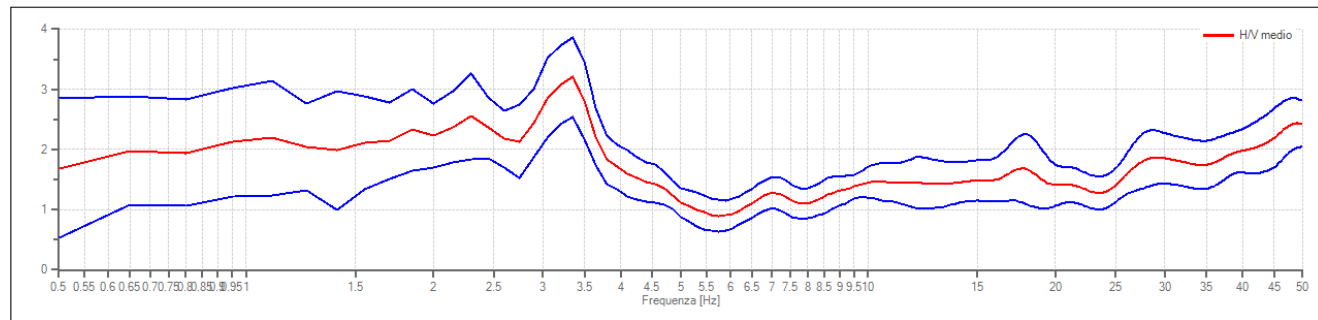
Tipo di terreno		
Naturale, sabbioso argilloso		
Materiale accoppiamento sensore/terreno		
Nessuno		
Condizioni meteo		
pioggia: NO	T= 8 °C	vento: debole
Tipo di lisciamiento		
Konno Ohmachi		
Lisciamiento		
40		

Inquadramento scala 1:2.000

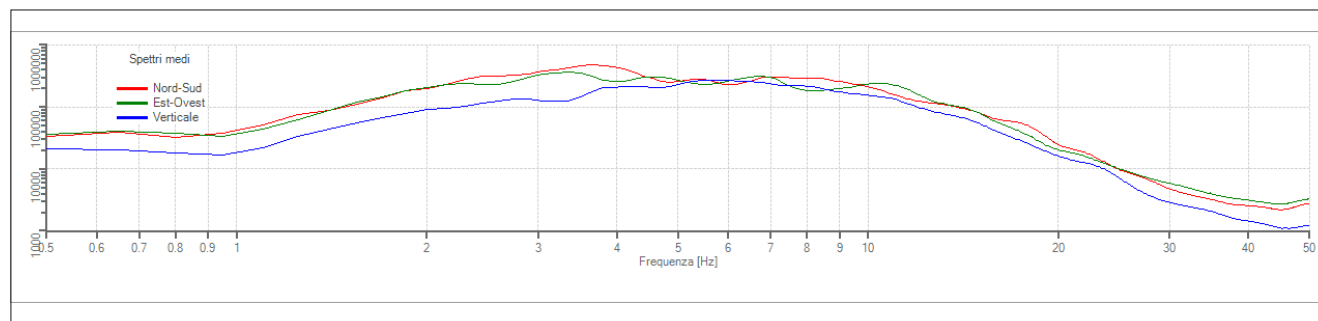


Note:

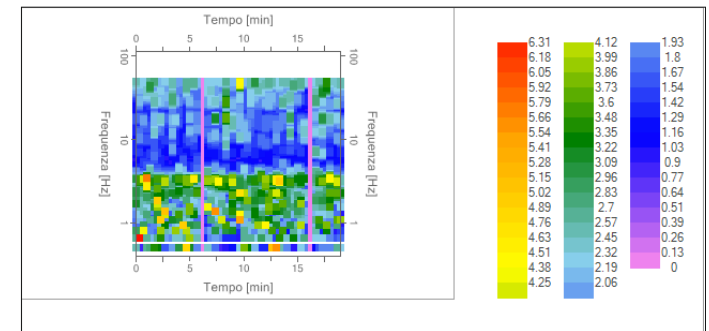
HVSR



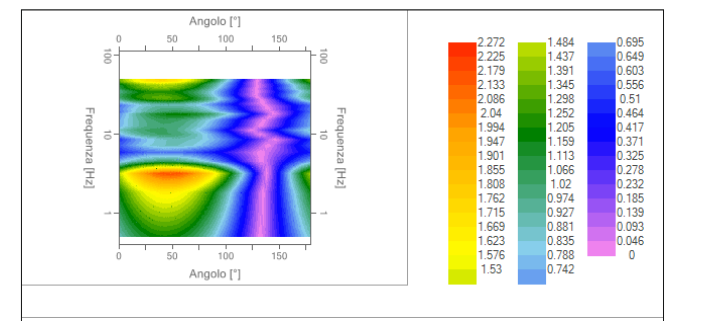
Spettri singole componenti



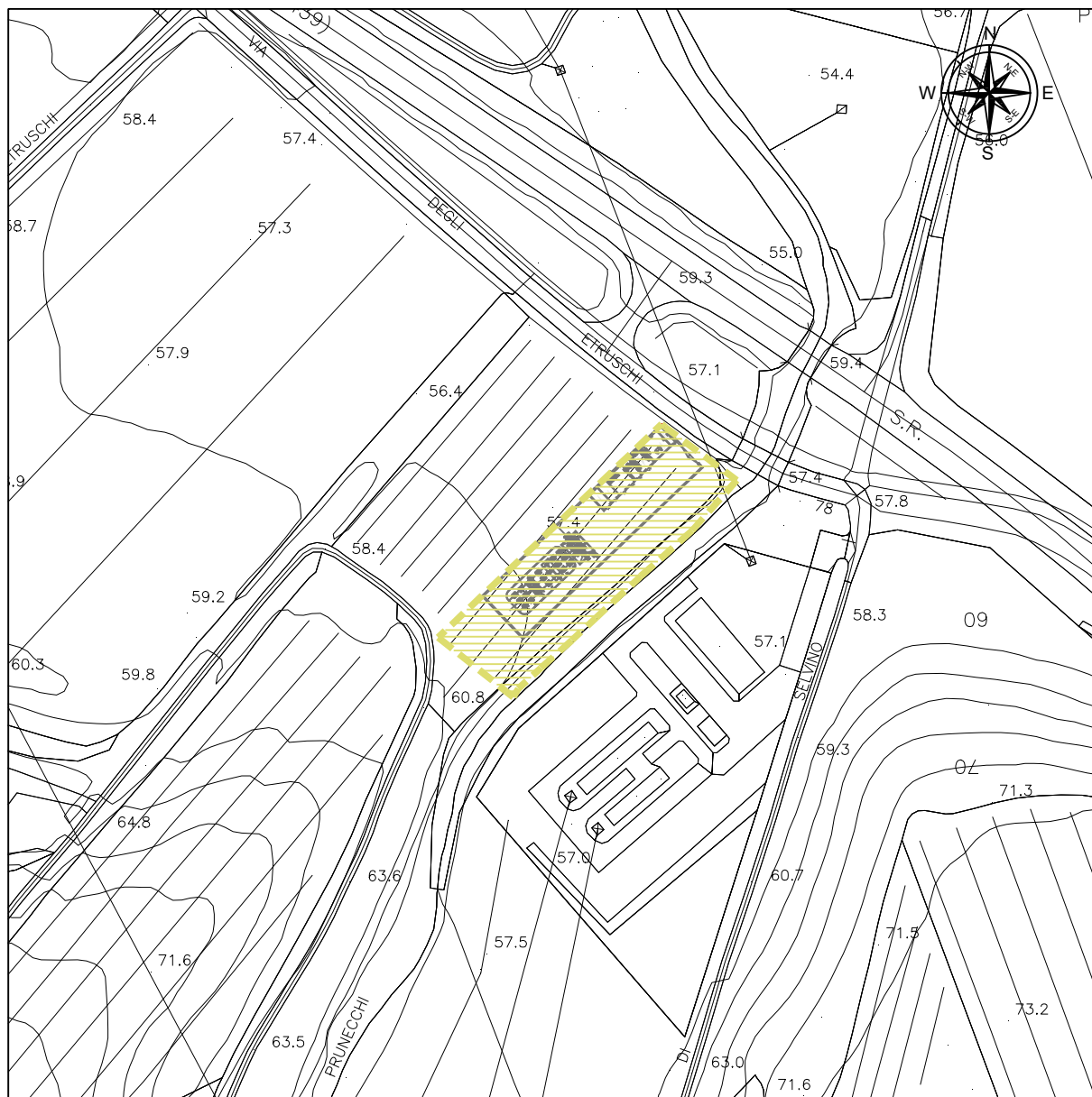
Mappa stazionarietà



Direzionalità



Appendice n° 18



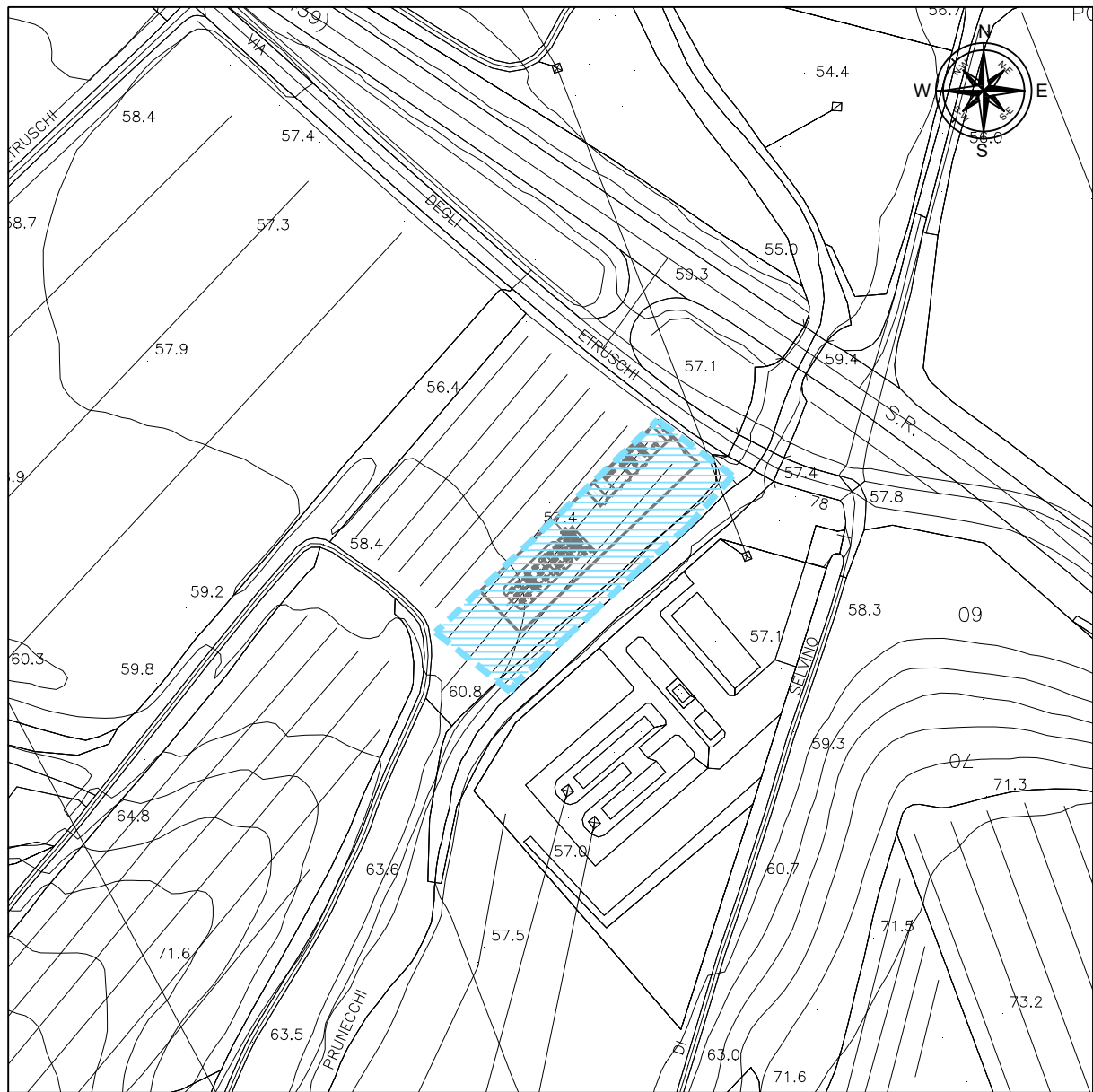
CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ai sensi del DPGR Toscana 5/R/2020 - Scala 1:2.000

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



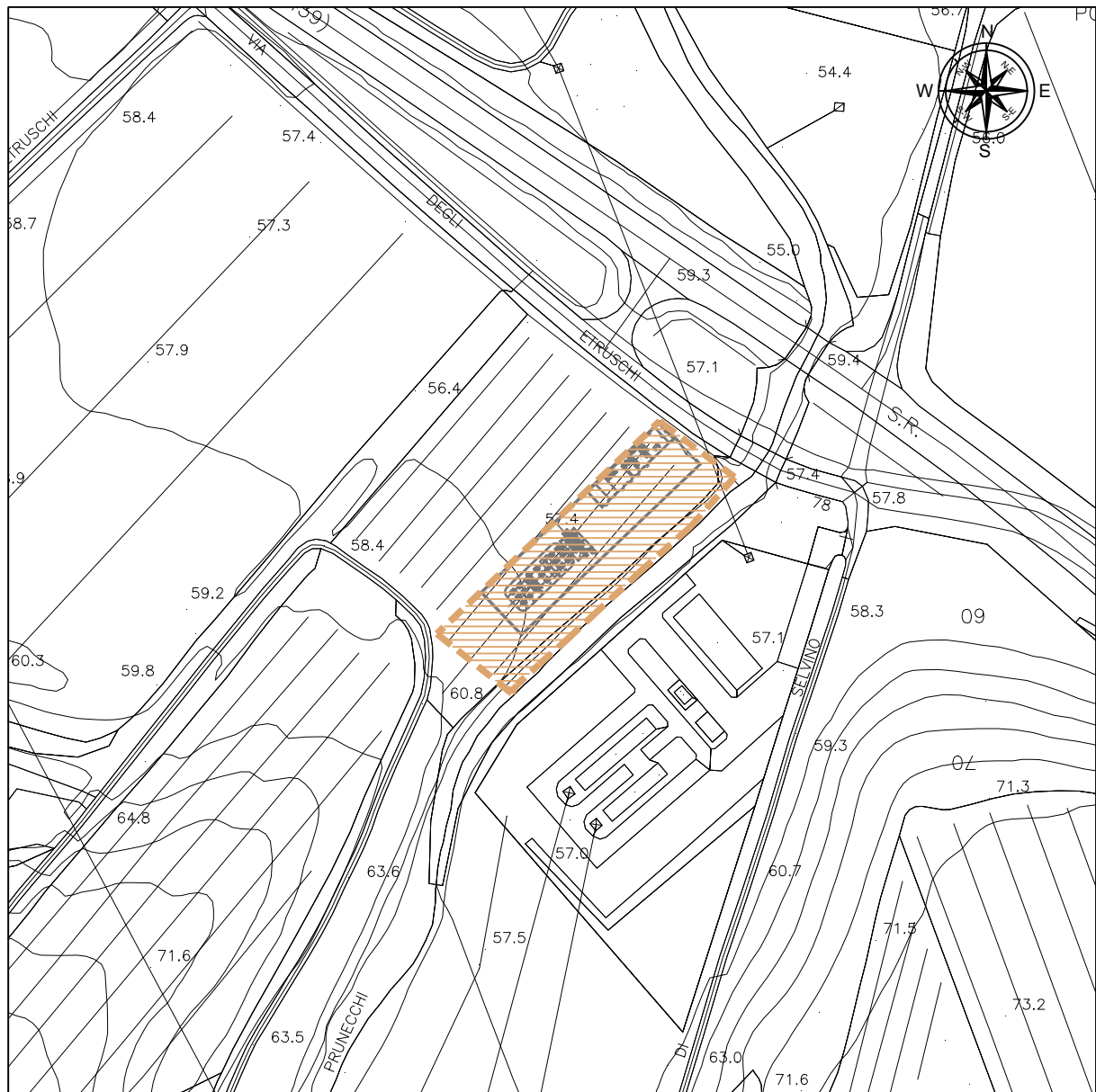
CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE ai sensi del DPGR Toscana 5/R/2020 - Scala 1:2.000

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

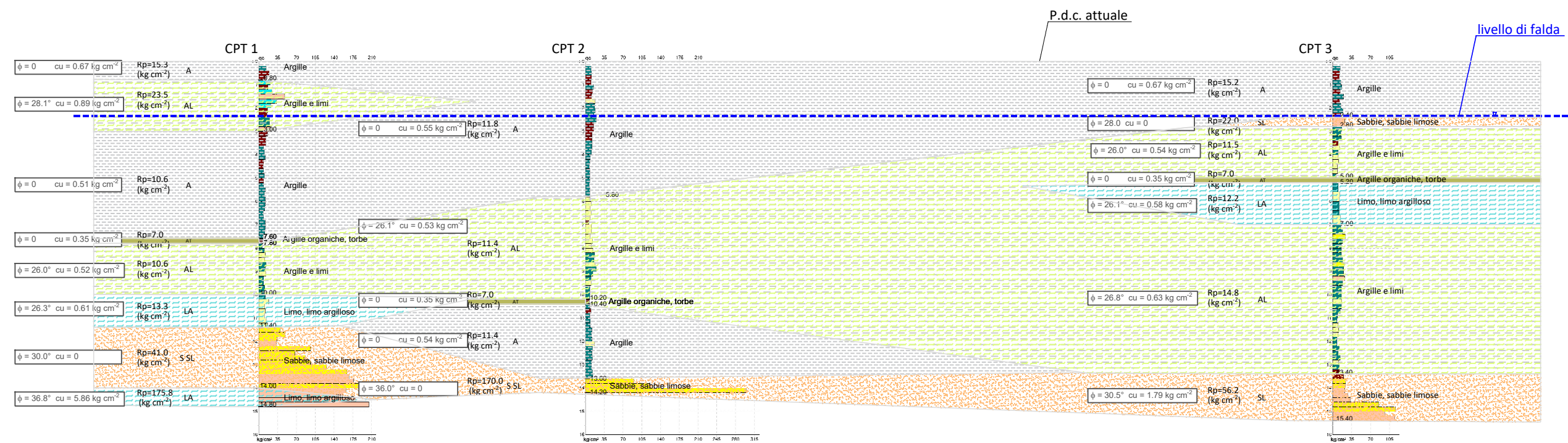
LEGENDA



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