

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.....	5
3.1 ELEMENTI TETTONICI.....	5
3.2 GEOLOGIA DELL'AREA.....	7
3.3 GEOMORFOLOGIA E IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	7
4. IDROGEOLOGIA	9
4.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	9
5. AZIONE SISMICA (modello sismico del sito)	11
5.1 Pericolosità di riferimento per il territorio nazionale e regionale.....	11
5.2 Indagine sismica hvsr	13
5.2.1 STRUMENTAZIONE	14
5.2.2 ELABORAZIONE DEI DATI.....	14
5.3 Indagine sismica MASW	17
5.3.1 STRUMENTAZIONE	18
5.3.2 ELABORAZIONE DEI DATI.....	19
5.4 RISULTATI OTTENUTI.....	21
5.5 DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	56
5.6 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE	58
5.7 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA LOCALE	74
6. INDAGINE GEOGNOSTICA	93
6.1 Prove penetrometriche dinamiche DPSH (Dynamic Probe Super Heavy)	95
6.1.1 Tabulati di prova.....	98
7. litostratigrafia e caratterizzazione geotecnica	132
7.1 modello geotecnico di riferimento zona 1 – prova dpsh 3.....	133
7.2 modello geotecnico di riferimento zona 2 – prove dpsh 24 e 25	134
7.3 modello geotecnico di riferimento zona 3.....	135
8. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	137
9. TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	138
10. conclusioni.....	140

Indice delle Tabelle

<i>Tabella 1: Tabella riepilogativa valori Vs (eq) e categoria sismica di sottosuolo ottenuti</i>	<i>49</i>
<i>Tabella 2: Sintesi caratteristiche indagini geognostiche-ubicazione UTM 32N -EPSG 32632</i>	<i>86</i>

Indice delle Figure

<i>Fig. 1: Immagine satellitare Google Earth rappresentante ubicazione ed estensione area intervento</i>	<i>4</i>
<i>Fig. 2: Tromografo Moho - Tromino</i>	<i>14</i>
<i>Fig. 3: Immagine esemplificativa metodologia sismica MASW.</i>	<i>17</i>

Indice degli allegati

Diagrammi prove penetrometriche dinamiche DPSH;

Indice delle tavole

<i>TAVOLA 1 – Corografia generale in scala 1:20.000;</i>
<i>TAVOLA 2 – Cartografia Catastale in scala 1:6.500;</i>
<i>TAVOLA 3 – Cartografia Catastale in scala 1:9.000;</i>
<i>TAVOLA 4 – Cartografia Catastale in scala 1:2.000;</i>
<i>TAVOLA 5 – Carta geologica in scala 1:20.000;</i>
<i>TAVOLA 6 – Ubicazione indagini geognostiche e sismiche in scala 1:20.000;</i>

1. PREMESSA

Su incarico della ditta SOLAR PV UNO S.r.l., proponente delle opere in progetto è stato redatto il presente report di indagine geognostica e sismica a corredo del progetto di realizzazione di un “Impianto Agrivoltaico e relative opere di connessione alla rete AT di Terna” da eseguire su 14 lotti situati in parte nel Comune di Paceco ed in parte in comune di Trapani (TP).

La presente relazione, sintesi e compendio dei dati acquisiti durante il rilevamento geologico dell’area e quelli provenienti da indagini geognostiche e sismiche eseguite appositamente nell’area di intervento, è finalizzata alla definizione dell’assetto geologico, idrogeologico e sismico del sito, con particolare riguardo alla definizione delle caratteristiche litostratigrafiche ed alle proprietà fisico meccaniche dei terreni coinvolti dalle opere in progetto, per la valutazione della fattibilità dell’intervento sulla base del modello geologico, sismico e geotecnico preliminare dell’area, necessario alla successiva progettazione esecutiva delle nuove opere di fondazione e strutturali.

Per le notizie di carattere geologico generale è stato consultato il documento di pianificazione urbanistica comunale nonché la documentazione geologica generale disponibile in letteratura, integrata da rilievi eseguiti in campagna, basati sull’osservazione delle forme del territorio e delle litologie superficiali, correlati al passato geologico dell’area.

Lo studio è stato condotto in ottemperanza alla vigente normativa DM 17.01.2018 “Norme tecniche per le costruzioni” (Cap. 6 Progettazione geotecnica e Cap. 7 Progettazione per azioni sismiche).

Si precisa che il presente documento contiene sia la “Relazione geologica” che riporta le risultanze dello studio volto alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito che il piano delle indagini geognostiche con la definizione del modello geotecnico di riferimento necessario per eseguire le verifiche preliminari finalizzate alla definizione della resistenza di progetto del terreno di fondazione sulla scorta delle azioni di carico previste e dei cedimenti attesi agli stati limite e di esercizio.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le opere in progetto prevedono la realizzazione di nuovi campi fotovoltaici su 14 lotti che si estendono complessivamente per circa 120 ettari nei comuni di Trapani e Paceco, in provincia di Trapani (TP).

In particolare, le aree in questione sono tutte localizzate a sud est dei centri cittadini di Paceco e Trapani, in area extraurbana, a prevalente destinazione agricola. Da un punto di vista geomorfologico le aree di intervento si inseriscono entro il “Bacino di Trapani” che corrisponderebbe ad una fossa di subsidenza miocenica riempita successivamente da materiali terziari. In particolare, l’aspetto morfologico è ondulato a causa della presenza di depositi prevalentemente argillosi che sono generalmente soggetti ad imbibizione e rigonfiamento in presenza di acque piovane. Anche l’area di intervento si presenta a morfologia ondulata, e le quote altimetriche variano da circa 67 a 113 m s.l.m. Da un punto di vista litologico l’area è caratterizzata principalmente da unità argilloso-marnose limoso-argillosi debolmente sabbiosi della Formazione Terravecchia. Geograficamente le aree di intervento sono rappresentate nel Foglio 257 “Castelvetrano” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1: 100.000, nel Foglio n. 605 della Carta Geologica d’Italia alla scala 1: 50.000, nonché nella Tavoletta IGM 257 “Borgo Fazio” alla scala 1: 25.000 e nella Carta Tecnica Regionale alla scala 1: 10.000 alle sezioni 605040 – 605080 - 605160.

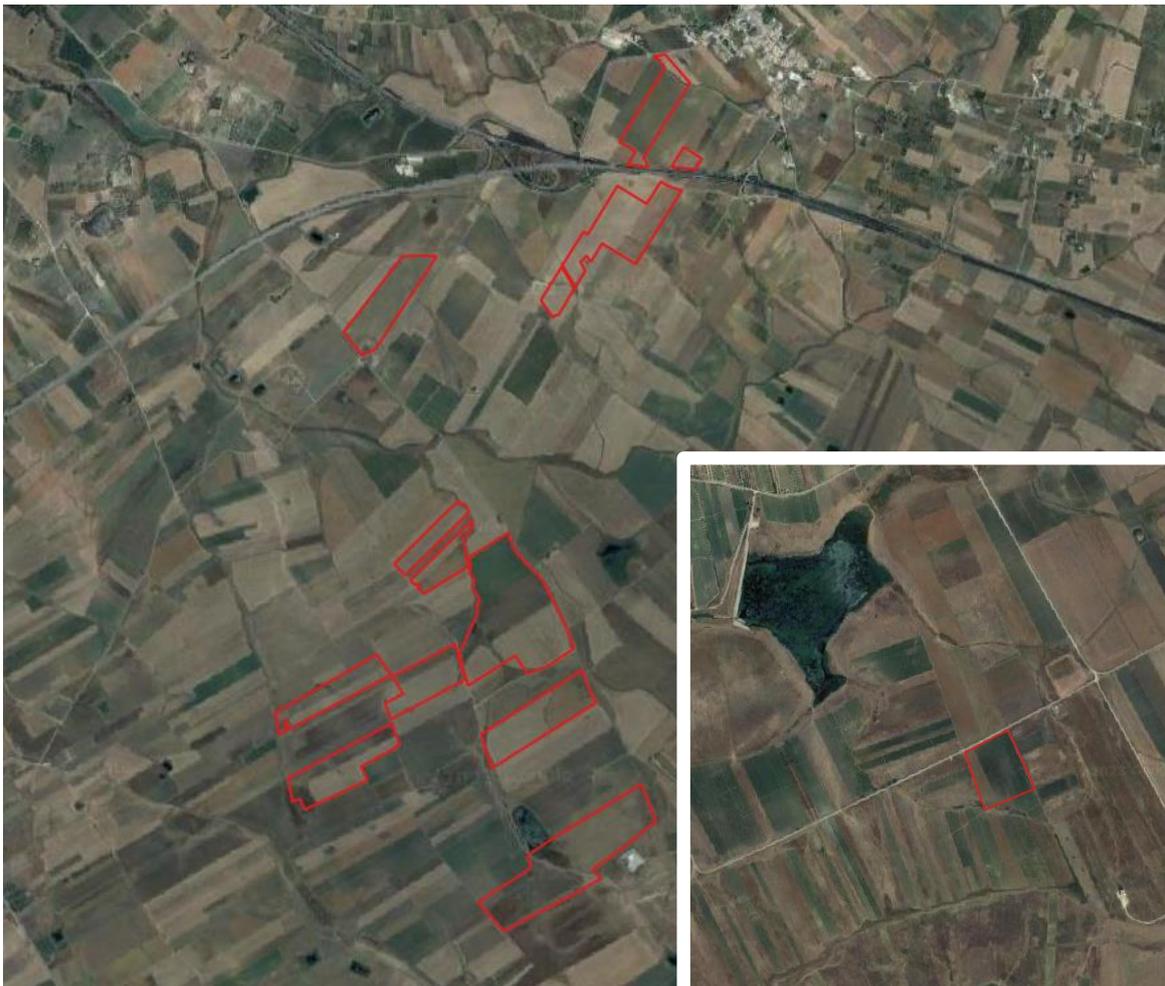


Fig. 1 Immagine satellitare Google Earth rappresentante l’ubicazione e l’estensione delle aree di intervento

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

3.1 ELEMENTI TETTONICI

Geograficamente le aree di intervento sono rappresentate nel Foglio 257 “Castelvetrano” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1: 100.000, nel Foglio n. 605 della Carta Geologica d’Italia alla scala 1: 50.000, nonché nella Tavoletta IGM 257 “Borgo Fazio” alla scala 1: 25.000 e nella Carta Tecnica Regionale alla scala 1: 10.000 alle sezioni 605040 – 605080 - 605160. In particolare, tali aree ricadono nel settore nord-occidentale della Regione Sicilia, nei comuni di Paceco e Trapani.

La Sicilia occupa un settore del Mediterraneo centro-occidentale ed è un segmento del sistema Appennino-Tirreno la cui formazione è legata sia agli eventi legati alla convergenza post-collisionale tra Africa ed un complesso settore di Crosta “Europea” (Arco Calabro) sia alla coeva subduzione della litosfera Adriatico-Ionica-Africana. Dopo la fase orogenica paleogenica suddetta, i movimenti compressivi più importanti di questo settore del Mediterraneo sono legati alla rotazione antioraria del blocco Sardo-Corso, considerato da alcuni autori come un arco vulcanico. La rotazione, che si sviluppò dall’Oligocene superiore al Miocene inferiore, portò alla collisione del blocco Sardo-Corso con il margine continentale africano. La collisione del blocco sardo-corso con il margine continentale africano è considerata comunemente come la causa primaria per la gran parte della deformazione compressiva nella catena sudappenninica-siciliana nel quadro del Mediterraneo Centrale. Dal Miocene al Pleistocene, contemporaneamente al processo di raccorciamento e di thrusting nel sistema arcuato di catena Appennino-Sicilia con vergenza orientale e meridionale, si sviluppò, nel Tirreno, una fase distensiva di tipo retro-arco.

Dal punto di vista geologico, quindi, la Sicilia può essere considerata come una zona di connessione tra la catena Appenninica e quella Nord-Africana, presentando varie analogie sia con l’una che con l’altra.

Le aree di intervento ricadono nel settore occidentale della Sicilia e della Catena Appenninico-Maghrebide, nel contesto del “Bacino di Trapani” che si imposta nell’Oligocene in una depressione nel substrato mesozoico di piattaforma carbonatica pelagica (Abate et alii, 1996) successivamente riempita da successioni silicoclastiche e carbonatiche nel corso del suddetto processo di collisione del blocco Sardo-Corso con il margine continentale africano. In Sicilia in generale, e quindi anche nel settore occidentale, le aree di catena interessano le porzioni più settentrionali dell’isola per poi lasciare spazio ad un sistema avanfossa-avampaese nella porzione meridionale della regione. Il settore occidentale in cui ricadono le aree di intervento, è caratterizzato da rilievi montuosi, denominati “Monti di Trapani” originatisi dalla sovrapposizione tettonica miocenica di varie unità carbonatiche, carbonatico-silicoclastiche e terrigene di età compresa fra il Trias superiore ed il Miocene superiore, vergenti verso S-SE (Giunta & Liguori, 1970, 1972; Catalano & D’Argenio, 1982; Abate et al., 1991, 1993). Tali unità, derivano dalla deformazione di piattaforme carbonatiche e carbonatico-pelagiche individuate durante le fasi distensive mesozoiche. La più bassa delle seguenti unità deriva da successioni carbonatiche e silicoclastiche meso-cenozoiche con caratteristiche di piattaforma carbonatica riferibili al Dominio Trapanese; quella intermedia deriva dalla deformazione di successioni carbonatiche meso-cenozoiche con caratteristiche di piattaforma carbonatica, di margine di piattaforma e terrigene di scarpata riferibili al Dominio Panormide; quella più elevata deriva dalla deformazione di successioni

carbonatiche e silicoclastiche cretacico-mioceniche con caratteristiche di bacino e di margine di piattaforma riferibili al Dominio Prepanormide.

La successione PrePanormide è costituita da: a) calcari e dolomie di piattaforma carbonatica del Trias-Lias inferiore passanti verso l'alto a depositi giurassici di scarpata-bacino o di piattaforma pelagica; b) calcari torbiditici con selce del Cretaceo inf.-Eocene, seguiti in discordanza da calcari marnosi dell'Oligocene - Miocene inf., biocalcareni glauconitiche con nummuliti, e quarzareniti "numidiche". Calcari glauconitici di mare basso e marne del Miocene inf.-medio seguono verso l'alto.

La successione Panormide affiora nella Penisola di Capo San Vito, nei Monti di Palermo e nelle Madonie occidentali. I depositi di piattaforma carbonatica, prevalentemente di scogliera nel Trias sup.-Lias inf. sono ricoperti in onlap da rocce di piattaforma pelagica giurassiche (Rosso Ammonitico) che sono seguiti da calcari di scogliera e di scarpata del Giurassico superiore-Oligocene inf. Calcari di piattaforma aperta del Miocene inf. (localmente conosciuti come "Mischio") ricoprono in discordanza, a luoghi, il corpo carbonatico meso-cenozoico.

La successione Trapanese è costituita da calcari e dolomie di piattaforma carbonatica del Trias sup.-Lias inf. seguiti da depositi di piattaforma pelagica del Giurassico-Oligocene inf. (Rosso Ammonitico con diffusi dicchi basaltici, croste condensate manganesifere, calcari a calpionelle, marne ad aptici e Scaglia). Si rinvencono poi biocalcareni risedimentate ed arenarie glauconitiche di piattaforma aperta e costiere (Fm. Calcareni di Corleone) dell'Oligocene sup.-Miocene inf. che ricoprono in discordanza il substrato meso-cenozoico.

Le unità tettoniche suddette sono ricoperte in discordanza da una potente successione di depositi sedimentari tardorogeni e postorogeni di età compresa tra il Tortoniano superiore e l'Olocene (Formazione Terravecchia) ai quali seguirono i depositi della serie evaporitica messiniana ed infine le deposizioni argilloso-sabbiose e calcarenitiche di copertura recenti plio-pleistoceniche, di natura detritica a ridosso dei principali rilievi e di natura alluvionale-marina nelle aree di fondovalle. Per quanto riguarda i depositi della Formazione Terravecchia si tratta di marne argillose color tabacco con granuli di pirite e glauconite inglobanti lenti di sabbie, arenarie e conglomerati fluvio-deltizi, sabbie quarzose e calcaree più o meno cementate colore giallastro ed arenarie quarzose.

3.2 GEOLOGIA DELL'AREA

Come spiegato nel capitolo precedente il settore occidentale in cui ricadono le aree di intervento, è caratterizzato da rilievi montuosi, denominati "Monti di Trapani" originatisi dalla sovrapposizione tettonica miocenica di varie unità carbonatiche, carbonatico-silicoclastiche e terrigene di età compresa fra il Trias superiore ed il Miocene superiore, vergenti verso S-S. Tali unità sono ricoperte in discordanza da una potente successione di depositi sedimentari tardorogeni e postorogeni di età compresa tra il Tortoniano superiore e l'Olocene (Formazione Terravecchia) ai quali seguirono i depositi della serie evaporitica messiniana ed infine le deposizioni argilloso-sabbiose e calcarenitiche di copertura recenti plio-pleistoceniche, di natura detritica a ridosso dei principali rilievi e di natura alluvionale-marina nelle aree di fondovalle.

Sulla base delle indagini geognostiche eseguite appositamente nel sito di intervento e delle informazioni disponibili in letteratura l'area in esame è caratterizzata in superficie dai depositi provenienti dall'alterazione della formazione Terravecchia costituiti da argille limose debolmente sabbiose di colore ocraceo/marrone grigiastro poco plastiche. Segue la formazione di base (Terravecchia) inalterata e costituita da argille grigie molto compatte che conducono al rifiuto alla penetrazione della punta. Tale formazione può contenere frazioni gessose da attribuire al Messiniano superiore "Argille marnose" dove sono presenti le torbiditi gessose.

3.3 GEOMORFOLOGIA E IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il settore occidentale della Regione Sicilia è costituito da aree di catena che interessano le porzioni più settentrionali dell'isola ed un sistema avanfossa-avampaese nella porzione meridionale della regione.

In particolare, il territorio in cui si inseriscono le aree di studio si presenta come un'area collinare, caratterizzata da un paesaggio debolmente ondulato costituito dall'alternanza di piccoli rilievi isolati, con cime arrotondate e versanti blandamente inclinati e dolci depressioni fluviali, appena accennate.

Attualmente i fenomeni geomorfologici riscontrati sono riconducibili principalmente all'azione delle acque di ruscellamento diffuso e concentrato durante i periodi piovosi di particolare intensità e durata.

L'aspetto mammellare è tipico delle aree con terreni prevalentemente argillosi, dove nelle coltri più superficiali possono verificarsi, a seguito di processi di dilavamento, imbibizione e rigonfiamento delle compagini presenti, fenomeni di creep (locali fessure da essiccamento) con conseguenti processi di rigonfiamento in presenza di acque piovane, dando luogo a locali forme ondulate.

In prossimità delle aree di intervento i rilievi più significativi sono Timpone Castellazzo, Timpone Mosca, Timpone Sapone, Timpone Vosca, Timpone Margerita e Montagnola della Borrania; essi si ergono di alcuni metri rispetto alle zone circostanti.

Ampie superfici planari di bassa quota, costituiscono comunque l'elemento geometrico dominante del paesaggio, esse sono state generate dalla deformazione (taglio pellicolare) e successivo colmamento sedimentario in ambiente subaereo e di mare poco profondo, delle preesistenti superfici, il cui andamento morfotettonico (post-Tortoniano) risultava già da uno stile di blando corrugamento. Tutto ciò ha determinato

l'attuale entità delle coperture alluvionali, caratterizzate da notevole estensione e modesta potenza, con prevalenti granulometrie fini, che denotano ambienti a bassa energia di rilievo. La morfologia tabulate è interrotta, oltre che dai "Timponi" anche da blandi gradini morfologici che separano i vari terrazzi alluvionali e dai fossi di ruscellamento concentrato che costituiscono il locale reticolo idrografico.

In accordo con tale quadro generale, l'area di intervento si presenta a morfologia ondulata, e le quote altimetriche variano da circa 67 a 113 m s.l.m. Si distinguono quindi zone rilevate alternate ad aree debolmente depresse. Allo stato attuale non sono stati riscontrati fenomeni geomorfologici in atto che potrebbero pregiudicare la buona riuscita delle opere in progetto.

Da un punto di vista idrografico il reticolo si presenta poco sviluppato, con brevi e rade aste a ramificazione di tipo pennato poco gerarchizzati, concentrandosi verso assi di canalizzazione principali quali Fiumi Cuddia e Fittasi confluenti nel Fiume Borranìa-Marcanzotta.

L'attuale idrografia, comunque, è caratterizzata da modesti deflussi superficiali per la gran parte delle valli fluviali, soggette ad una scarsa energia di rilievo e di conseguenza ad interventi di bonifica e canalizzazione.

Il fatto che i corsi d'acqua si siano sviluppati su di un basamento plastico argilloso ed in un territorio prevalentemente a bassa energia di rilievo ha fatto sì che i corsi d'acqua potessero divagare generando valli molto ampie, con versanti spesso appena accennati il cui fondo è costituito da spessori modesti di alluvioni a granulometria fine.

Le aree di intervento sono comprese nel bacino idrografico del Fiume Birgi; in esse, analizzando la Cartografia del PAI (Piano stralcio di Assetto Idrogeologico) del Piano di Bacino del Fiume Birgi e del Piano Gestione Rischio Alluvioni del Distretto della Sicilia non sono stati rilevati indizi di instabilità geomorfologica né aree potenzialmente inondabili, confermando le indicazioni della cartografia allegata agli strumenti di pianificazione di bacino che non individua elementi di pericolosità da frana e/o da inondazione all'interno dell'area di studio.

4. IDROGEOLOGIA

4.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Recentemente, sono stati condotti studi idrogeologici di notevole dettaglio in alcuni settori significativi della Sicilia occidentale e, in particolare, nei Monti di Trapani-Castellammare (Cusimano et alii, 2002) dove, dal basso verso l'alto nell'edificio tettonico, sono state riconosciute due grandi unità idrostrutturali derivanti rispettivamente dalla deformazione di successioni del dominio Trapanese (Monte Ramallo-Monte Inici) e Panormide (Monte Monaco-Monte Sparacio) e che ospitano importanti acquiferi in rete di fratture, spesso termali.

I terreni calcareo-marnosi e terrigeni, parzialmente affioranti e tettonicamente sovrastanti ai precedenti, che derivano dalla deformazione del dominio Prepanormide, svolgono un ruolo idrogeologico alquanto modesto. I livelli permeabili per fratturazione sono dati da calcari marnosi e marne con intercalazioni biocalcarenitiche, che verso l'alto sono sostituiti da argilliti e marne siltose con orizzonti di arenarie quarzose (quest'ultime permeabili per fratturazione e, subordinatamente, per porosità). Complessivamente, tali terreni si comportano come un mezzo impermeabile e/o semipermeabile. Solo localmente, per la presenza di orizzonti più calcarei od arenacei, si possono originare falde idriche in rete di fratture di modesta entità che alimentano piccole scaturigini, particolarmente esposte al totale prosciugamento durante le stagioni secche.

Nelle strutture sinclinaliche, su questi terreni fanno seguito potenti spessori di depositi clastico-terrigeni dell'avanfossa miocenica e sintettonici pliocenici, costituiti da orizzonti a diverso grado di permeabilità che possono ospitare acquiferi spesso multifalda, separati da orizzonti impermeabili o semi-permeabili.

Gli acquiferi presenti negli intervalli conglomeratico-arenacei della formazione Terravecchia, presentano manifestazioni sorgentizie relativamente modeste e sono sfruttate da pozzi idrici di enti pubblici e di privati.

Le evaporiti messiniane mostrano generalmente ridotta estensione areale e le sorgenti che esibiscono, non sono adatte al consumo umano.

I depositi sabbioso-calcarenitici e conglomeratici pleistocenici dei dintorni di Paceco, sono caratterizzati dalla presenza di acquiferi multifalda sfruttati principalmente tramite la captazione per pozzi. Nella fascia costiera, l'indiscriminato sfruttamento di tali acquiferi ha generato spesso evidenti fenomeni di ingressione di acqua marina con conseguente scadimento della qualità delle acque emunte.

Nei depositi alluvionali degli alvei dei corsi d'acqua attuali (Birgi e bacini minori tra Birgi e Capo Lilibeo) sono presenti acquiferi multifalda, che vengono captati per pozzi per lo più a grande diametro.

Un'altra fonte di rischio di inquinamento è data dall'indiscriminato utilizzo di fertilizzanti in campo agricolo con conseguente immissione di nitrati negli acquiferi sotterranei.

Sulla base delle indagini geognostiche eseguite appositamente in situ, l'area di intervento è caratterizzata in superficie dai depositi limoso-argillosi debolmente sabbiosi provenienti dall'alterazione della sottostante Formazione Terravecchia inalterata costituita da argille grigie molto compatte. Entrambe le litologie presentano una scarsa permeabilità. **Durante la campagna di indagini geognostiche eseguita appositamente in situ, non è stato intercettato il livello statico della falda principale, tuttavia, non si esclude, che in occasione di eventi meteorici intensi e prolungati, a causa della presenza in superficie di terreni fini,**

prevalentemente argillosi impermeabili/poco permeabili, l'acqua piovana si infiltro nel suolo per effetto della gravità ed incontrando lo strato impermeabile si accumulano creando ristagni idrici temporanei che possono interagire con le strutture di fondazione. Il deflusso delle acque meteoriche trattandosi di terreni prevalentemente argillosi impermeabili avviene in misura prevalente per ruscellamento superficiale.

5. AZIONE SISMICA (MODELLO SISMICO DEL SITO)

L'azione sismica di progetto si definisce a partire dalla "**Pericolosità Sismica di base**", che rappresenta in senso probabilistico, lo scuotimento atteso in un dato sito, in un dato intervallo di tempo (finestra temporale).

La Pericolosità Sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero (field free) su sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale (di categoria A), con prefissate probabilità di eccedenza Pv_r , nel periodo di riferimento V_r .

Le forme spettrali sono definite per ciascuna probabilità di superamento nel periodo di riferimento Pv_r , a partire dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

5.1 PERICOLOSITÀ DI RIFERIMENTO PER IL TERRITORIO NAZIONALE E REGIONALE

- Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 che emana i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche (G.U. n.105 del 08/05/2003).
- Ordinanza del P.C.M. n° 3519 del 28/04/2006 che emana i "criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006)".

L'emanazione di successive ordinanze (Ordinanza di protezione civile n° 3379 del 05/11/2004, Ordinanza del P.C.M. n° 3431 del 03/05/2005, Ordinanza del P.C.M. n° 3452 del 01/08/2005, legge n. 31/08 del 28/02/2008), hanno preceduto la definitiva obbligatorietà all'applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche sulle costruzioni" (cap. 3.2 Azione sismica) per la valutazione della "pericolosità sismica di base" del sito interessato da nuove opere di costruzione ad oggi sostituito dal Decreto 17/01/2018 "**Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni**".

NORMATIVA SISMICA VIGENTE:

- **Decreto del Dirigente Generale del DRPC Sicilia 11 marzo 2022, n. 64.** Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia. Applicazione dei criteri dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519. Deliberazione della Giunta Regionale 24 Febbraio 2022, n. 81. Decreto di adozione della nuova classificazione sismica.
- **Decreto 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni.** Testo aggiornato delle Norme Tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 ed al decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186.
- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64.** Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

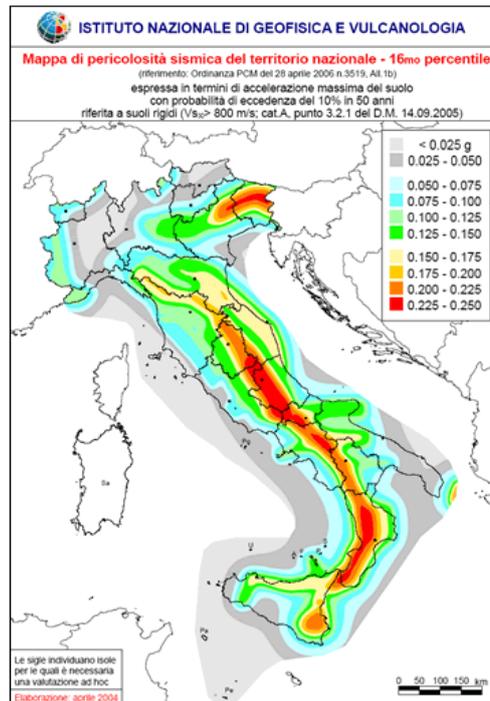
La norma nazionale prevede di definire l'accelerazione sismica al suolo, sulla base di una mappatura del territorio italiano a cura dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), riportante le accelerazioni massime attese al suolo.

La porzione di territorio in cui ricade l'area in studio è definita a medio-alta sismicità ovvero:

I comuni di Trapani e Paceco sono classificati in zona sismica

2

Si riporta la tabella che individua ciascuna zona secondo i valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.



Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Data l'estensione dell'area sono state eseguite le seguenti indagini sismiche in sito: **n. 5 indagini sismiche passive tramite metodologia HVSR e n. 25 profili di sismica multicanale** con acquisizione delle onde di superficie ed elaborazione dati mediante **metodologia MASW**.

5.2 INDAGINE SISMICA HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, permette la stima del parametro normativo V_{seq} attraverso un processo di inversione del problema iniziale.

Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce. Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee. Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

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

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

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo

sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo V_{seq} .

5.2.1 STRUMENTAZIONE



Fig. 2 Tromografo MOHO.

Il sistema di acquisizione è costituito da un tromografo Moho per acquisizione dati HVSR: un unico contenitore waterproof dotato di: tre canali velocimetrici a guadagno e sensibilità variabile dal microtremore (fino a ± 0.5 mm/s) alle vibrazioni forti (fino a ± 5 cm/s); tre canali accelerometrici (± 2 g); 1 canale analogico; frequenze di lavoro 0.1-1024 Hz su tutti i canali, con conversione A/D a 24 bit reali; ricevitore GPS con antenna interna o esterna per posizionamento e sincronizzazione tra diverse unità; modulo radio trasmittente e ricevente integrato per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi.

5.2.2 ELABORAZIONE DEI DATI

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale. La fase iniziale consiste in un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata.

Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

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

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier.

Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone.

Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia.

Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

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

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

Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismo-stratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.



5.3 INDAGINE SISMICA MASW

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (V_s) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (V_s), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (V_p).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre, le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri. La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale; infatti, la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing. Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni, con spaziatura tra i geofoni di 2 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri.

L'energizzazione è stata eseguita a 2 e 4 metri dal primo e dall'ultimo geofono. Per ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei sismogrammi sono stati sommati più tiri.

Gli stendimenti sono stati ubicati in base alle indicazioni della committenza e all'obiettivo dell'indagine.

Il sito di indagine è collocato in area poco urbanizzata non caratterizzata da significative fonti di rumore antropico in grado di interferire con il segnale sismico.

5.3.1 STRUMENTAZIONE

Per l'acquisizione dei dati sono stati utilizzati:

- **un sismografo multicanale "Ambrogeo Echo 48/2012 – 48 canali – 24 bit"**, che permette l'acquisizione e rappresentazione degli impulsi sismici su PC consentendo una prima operazione di filtraggio e taratura dei dati in sito; i segnali sismici ottenuti vengono registrati simultaneamente sul disco fisso del PC. Inoltre, lo strumento è dotato di sistema di controllo Analogico/Digitale dei guadagni con funzione di sommatoria dei segnali sismici che consente di ottimizzare il rapporto segnale-rumore;
- **Geofoni 4.5 Hz** verticali del tipo elettromagnetico a bobina mobile (con relativo cavo di collegamento a 48 connettori) che consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti delle onde sismiche all'interno del terreno;
- **Cavi sismici** ad attacco multipolare muniti di connettori CANNON 54 poli;
- **Unità esterna di immagazzinamento e memorizzazione** che permette la verifica dei segnali in situ con possibilità di eventuale trattamento e filtraggio dati.

L'energizzazione delle onde nel terreno è stata realizzata mediante massa battente del peso di 10 Kg su apposita piastra metallica opportunamente collocata sullo stesso.

Il SOFTWARE di acquisizione e interfaccia dati utilizzato durante l'esecuzione degli stendimenti sismici è AMBROGEO ECHO 48/2012 vers. Aprile 2014.

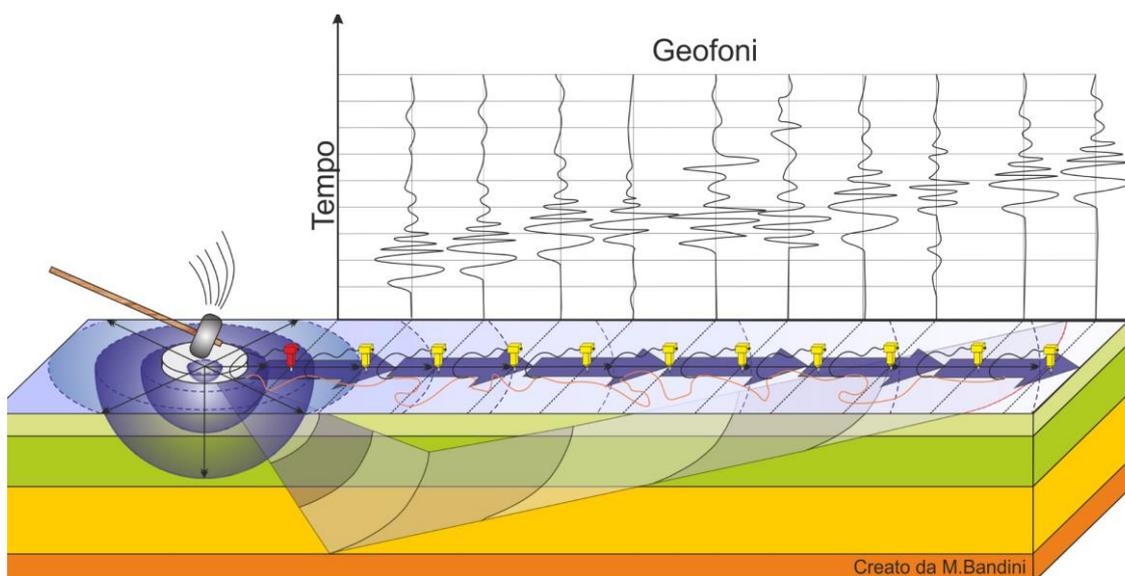


Fig. 3 Immagine esemplificativa metodologia sismica MASW.

5.3.2 ELABORAZIONE DEI DATI

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*Geopsy – Dinver (Sesarray) – Vscope 2.2.82*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il “rumore” ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare il sismogramma nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtri “passa basso”, “passa alto”, “passa banda”, “taglia banda”, il “muting”, l'ACG e i filtri tipo F-K (“fan cut”, “fun pass”, “horizontal e vertical cut”).

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.

Il diagramma permette di visualizzare anche l'intervallo di lunghezza d'onda acquisito e il rapporto segnale-disturbo, utile per valutare la qualità dei dati. Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente tramite metodo manuale o semi-automatico.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di un procedimento di calcolo e un algoritmo di inversione (Xia et al. 1999a), che gestisce i parametri velocità di taglio (V_s) e spessore degli strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume (V_p) che, assieme a spessore degli strati e relative V_s , possono venire modificati anche manualmente. Tramite iterazioni successive si ottiene un modello geofisico in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile (errore quadratico medio inferiore al 5-10%) la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata.

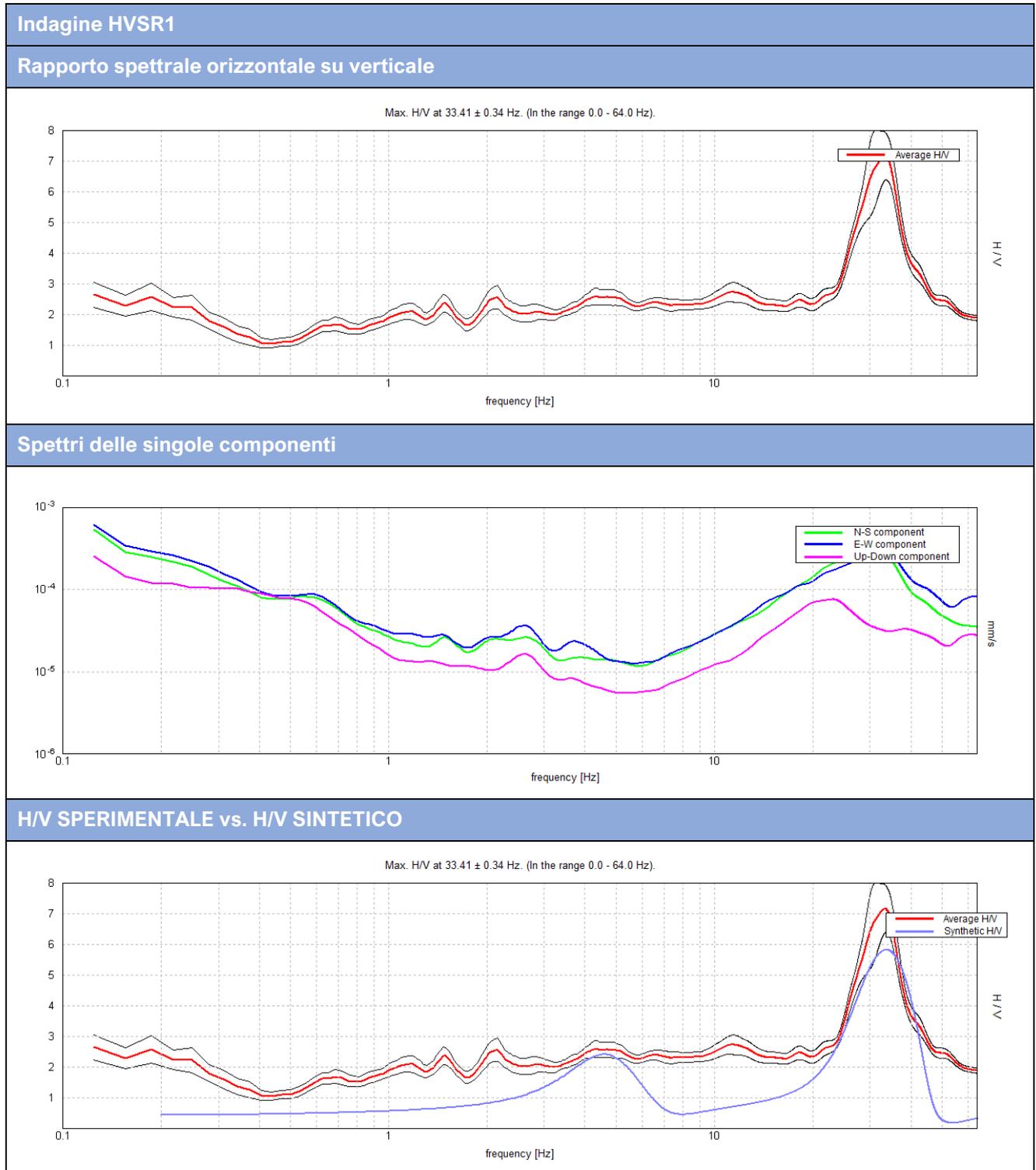
In conclusione, viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio (V_s) in funzione della profondità (vedi capitolo 4), con relativa tabella, calcolo delle V_{seq} e correlazione al tipo di terreno, come da normativa. Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismostratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.



5.4 RISULTATI OTTENUTI

Di seguito si riportano i risultati delle indagini eseguite entro l'area oggetto di intervento. L'ubicazione delle indagini è riportata in TAV 6.

1. **HVSR 1**



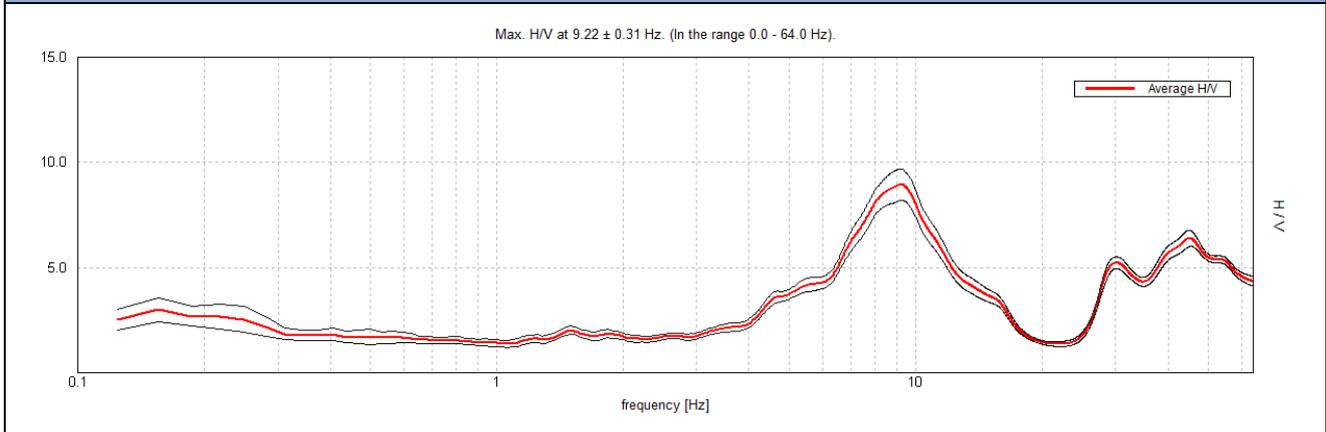
La curva H/V sintetica è stata modellata in modo da sovrapporsi ai picchi stratigrafici misurati, essa non va mai osservata da sola ma sempre congiuntamente agli spettri delle singole componenti da cui essa deriva. Questo permette di discernere agevolmente i picchi di natura stratigrafica da quelli generati da fonti di disturbo di natura antropica (motori elettrici, ecc.). In condizioni normali le componenti spettrali NS, EW e Z (verticale) hanno ampiezze simili. Alla frequenza di risonanza si genera spesso un picco H/V legato ad un minimo locale della componente spettrale verticale che determina una forma “a occhio” o “a ogiva”. Dall’analisi della curva HVSR è stato evidenziato un picco significativo della curva H/V a **33.41 ± 0.34 Hz (nell’intervallo 0.0 - 64.0 Hz)**. **Esso rispetta tutti i criteri SESAME per una curva H/V affidabile è, tuttavia, esterno all’intervallo di frequenze di interesse ingegneristico che va da 0.5 a 20 Hz.**

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	33.41 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	36746.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1514	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	25.156 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	40.688 Hz	OK	
$A_0 > 2$	7.16 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0101 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.33755 < 1.67031	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.7708 < 1.58	OK	
Tabella riepilogativa delle velocità			
Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)	
-0.80	0.80	100	
-13.30	12.50	250	
Inf.	Inf.	510	

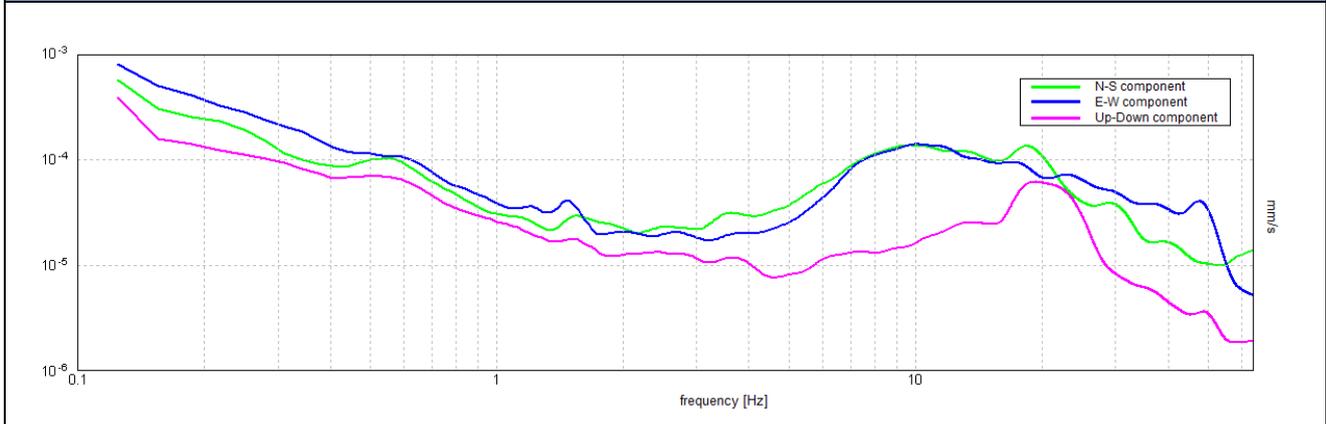
2. HVSR 2

Indagine HVSR2

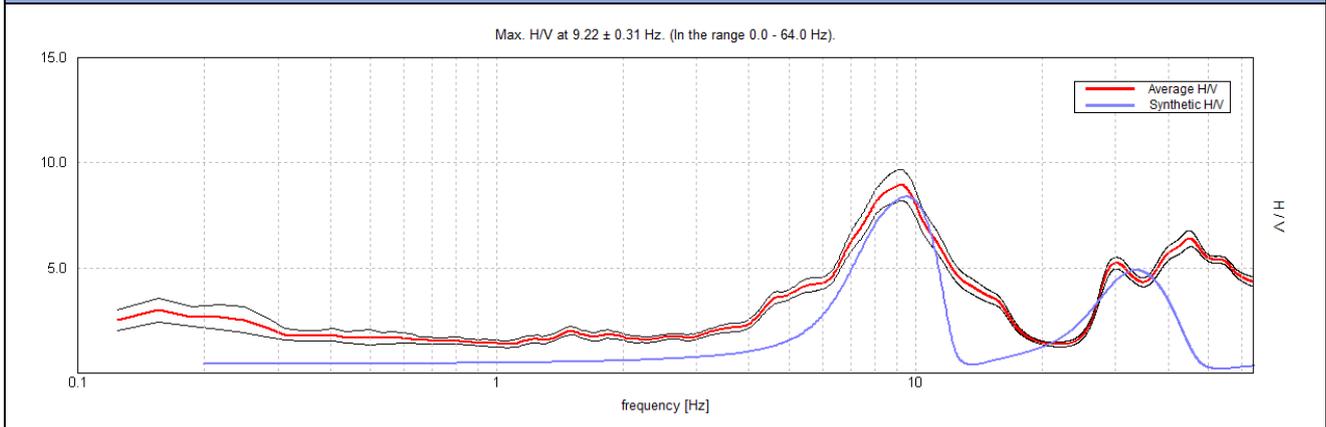
Rapporto spettrale orizzontale su verticale



Spettri delle singole componenti



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

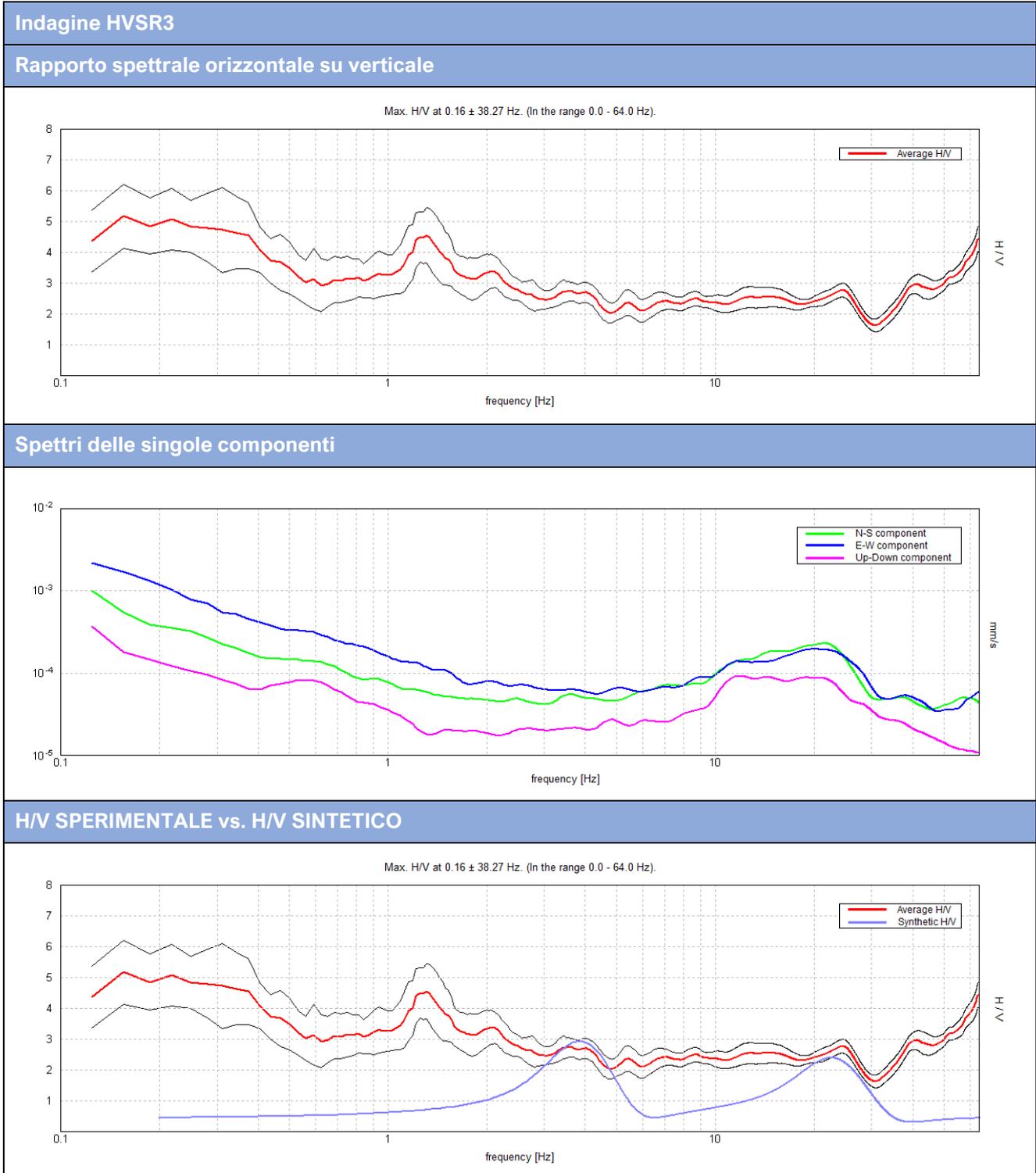


La curva H/V sintetica è stata modellata in modo da sovrapporsi ai picchi stratigrafici misurati, essa non va mai osservata da sola ma sempre congiuntamente agli spettri delle singole componenti da cui essa deriva. Questo permette di discernere agevolmente i picchi di natura stratigrafica da quelli generati da fonti di disturbo di natura antropica (motori elettrici, ecc.). In condizioni normali le componenti spettrali NS, EW e Z (verticale) hanno ampiezze simili. Alla frequenza di risonanza si genera spesso un picco H/V legato ad un minimo locale della componente spettrale verticale che determina una forma “a occhio” o “a ogiva”. Dall’analisi della curva HVSR è stato evidenziato un picco significativo della curva H/V a **9.22 ± 0.31 Hz (nell’intervallo 0.0 - 64.0 Hz)**.

Esso rispetta tutti i criteri SESAME per una curva H/V affidabile.

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	9.22 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	9587.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 444	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.188 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.844 Hz	OK	
$A_0 > 2$	8.94 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03383 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.3119 < 0.46094	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.7381 < 1.58	OK	
Tabella riepilogativa delle velocità			
Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)	
-0.80	0.80	100	
-7.80	7.00	250	
Inf.	Inf.	620	

3. HVSR 3



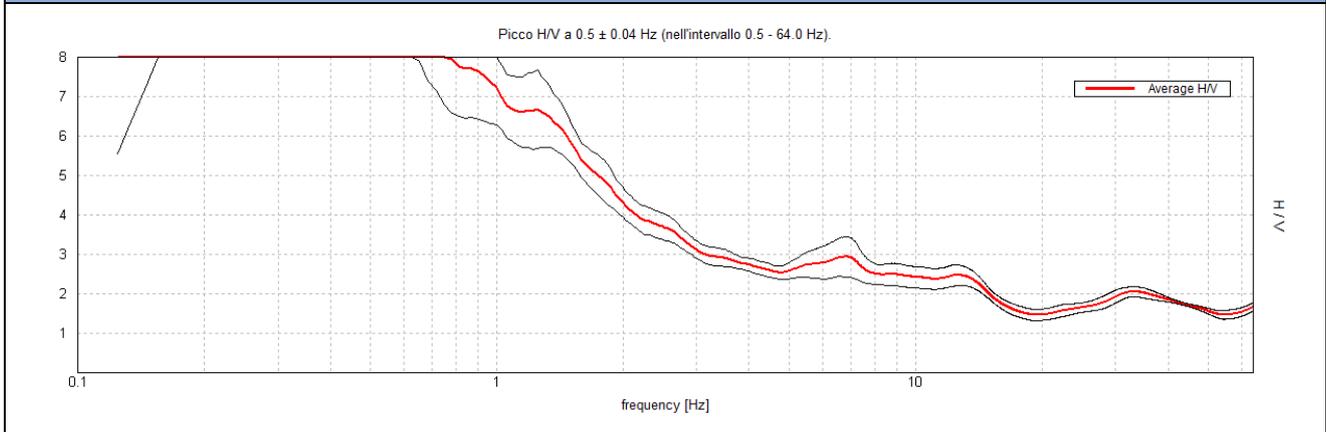
La curva H/V sintetica è stata modellata in modo da sovrapporsi ai picchi stratigrafici misurati, essa non va mai osservata da sola ma sempre congiuntamente agli spettri delle singole componenti da cui essa deriva. Questo permette di discernere agevolmente i picchi di natura stratigrafica da quelli generati da fonti di disturbo di natura antropica (motori elettrici, ecc.). In condizioni normali le componenti spettrali NS, EW e Z (verticale) hanno ampiezze simili. Alla frequenza di risonanza si genera spesso un picco H/V legato ad un minimo locale della componente spettrale verticale che determina una forma “a occhio” o “a ogiva”. Dall’analisi della curva HVSR è stato evidenziato un picco significativo della curva H/V a **0.16 ± 38.27 Hz (nell’intervallo 0.0 - 64.0 Hz)**. **Esso, tuttavia, non rispetta tutti i criteri SESAME per una curva H/V affidabile.**

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.16 > 0.50		NO
$n_c(f_0) > 200$	103.1 > 200		NO
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 8	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	5.17 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 244.9318 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$38.27059 < 0.03906$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.0369 < 3.0$	OK	
Tabella riepilogativa delle velocità			
Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)	
-1.30	1.30	120	
-16.30	15.0	250	
Inf.	Inf.	530	

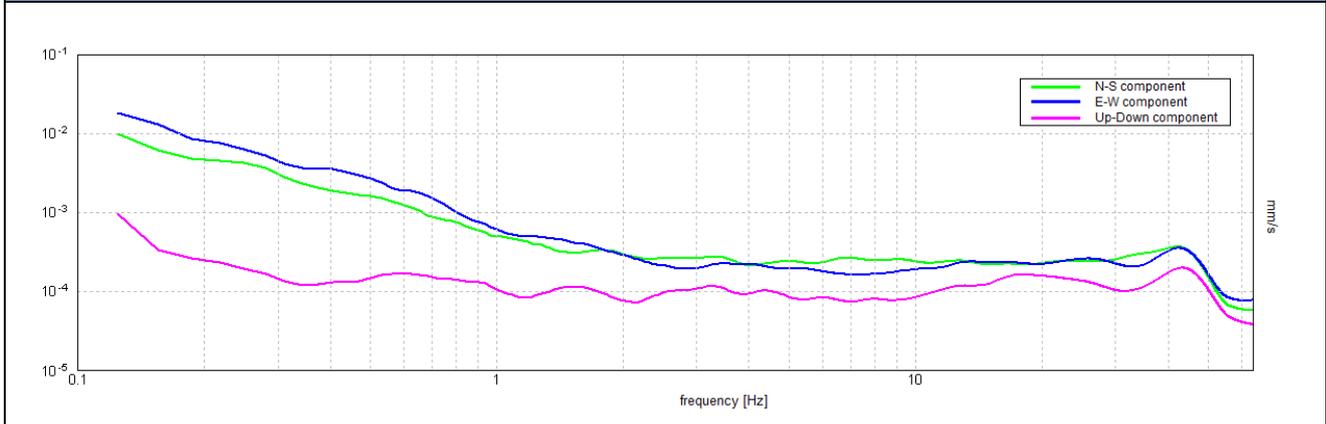
4. HVSR 4

Indagine HVSR4

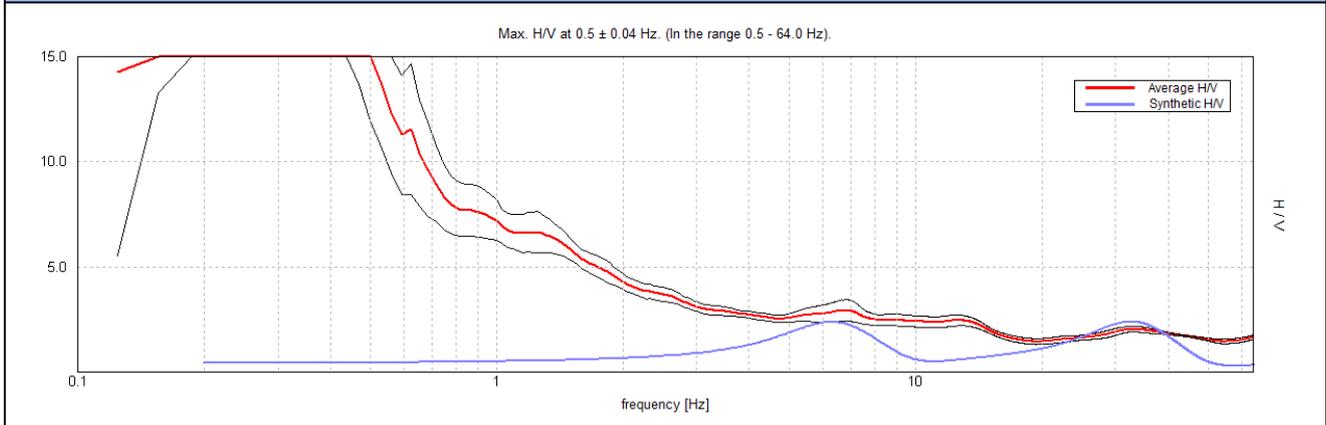
Rapporto spettrale orizzontale su verticale



Spettri delle singole componenti



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



La curva H/V sintetica è stata modellata in modo da sovrapporsi ai picchi stratigrafici misurati, essa non va mai osservata da sola ma sempre congiuntamente agli spettri delle singole componenti da cui essa deriva. Questo permette di discernere agevolmente i picchi di natura stratigrafica da quelli generati da fonti di disturbo di natura antropica (motori elettrici, ecc.). In condizioni normali le componenti spettrali NS, EW e Z (verticale) hanno ampiezze simili. Alla frequenza di risonanza si genera spesso un picco H/V legato ad un minimo locale della componente spettrale verticale che determina una forma “a occhio” o “a ogiva”. Dall’analisi della curva HVSR è stato evidenziato un picco significativo della curva H/V a **0.5 ± 0.04 Hz (nell’intervallo 0.0 - 64.0 Hz)**.

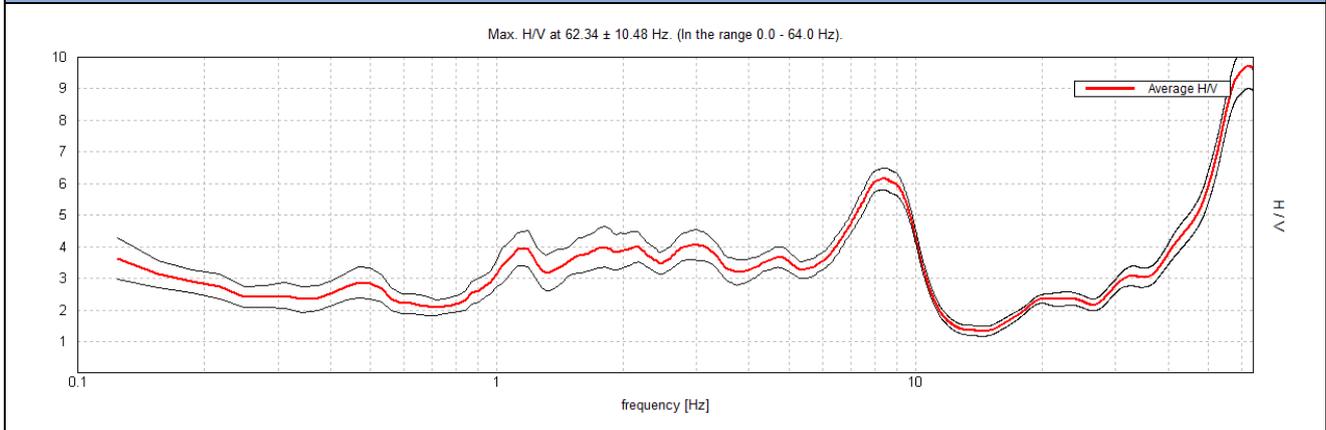
Esso, tuttavia, non rispetta tutti i criteri SESAME per una curva H/V affidabile.

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.50 > 0.50		NO
$n_c(f_0) > 200$	260.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 11 volte su 25		NO
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	16.21 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07147 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03574 < 0.075$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$4.2766 < 2.0$		NO
Tabella riepilogativa delle velocità			
Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)	
-0.90	0.90	120	
-9.70	8.80	250	
Inf.	Inf.	480	

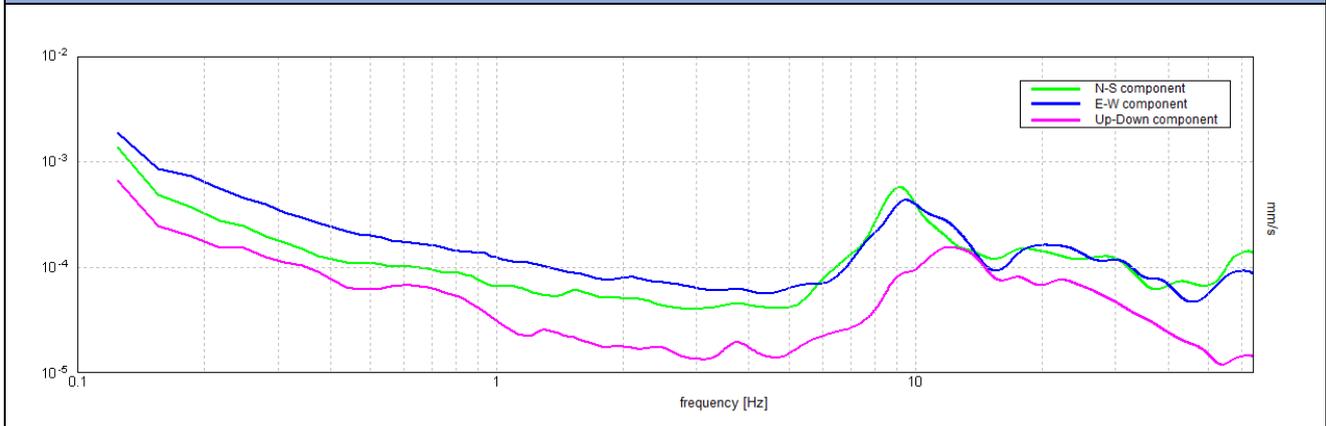
5. HVSR 5

Indagine HVSR5

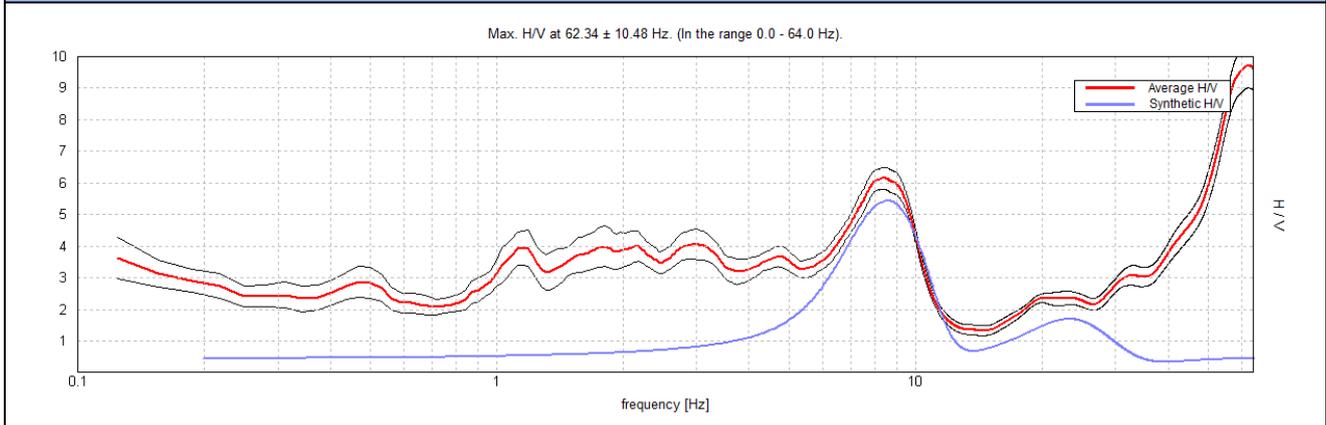
Rapporto spettrale orizzontale su verticale



Spettri delle singole componenti



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



La curva H/V sintetica è stata modellata in modo da sovrapporsi ai picchi stratigrafici misurati, essa non va mai osservata da sola ma sempre congiuntamente agli spettri delle singole componenti da cui essa deriva. Questo permette di discernere agevolmente i picchi di natura stratigrafica da quelli generati da fonti di disturbo di natura antropica (motori elettrici, ecc.). In condizioni normali le componenti spettrali NS, EW e Z (verticale) hanno ampiezze simili. Alla frequenza di risonanza si genera spesso un picco H/V legato ad un minimo locale della componente spettrale verticale che determina una forma “a occhio” o “a ogiva”. Dall’analisi della curva HVSR è stato evidenziato un picco significativo della curva H/V a **62.34 ± 10.48 Hz (nell’intervallo 0.0 - 64.0 Hz)**. **Esso rispetta tutti i criteri SESAME per una curva H/V affidabile è, tuttavia, esterno all’intervallo di frequenze di interesse ingegneristico che va da 0.5 a 20 Hz.**

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	62.34 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	64837.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1052	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	46.125 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	9.71 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.16818 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	10.48471 < 3.11719		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.7113 < 1.58	OK	
Tabella riepilogativa delle velocità			
Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)	
-1.10	1.10	100	
-6.30	5.20	200	
Inf.	Inf.	430	

6. **MASW 1**

Indagine MASW1

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

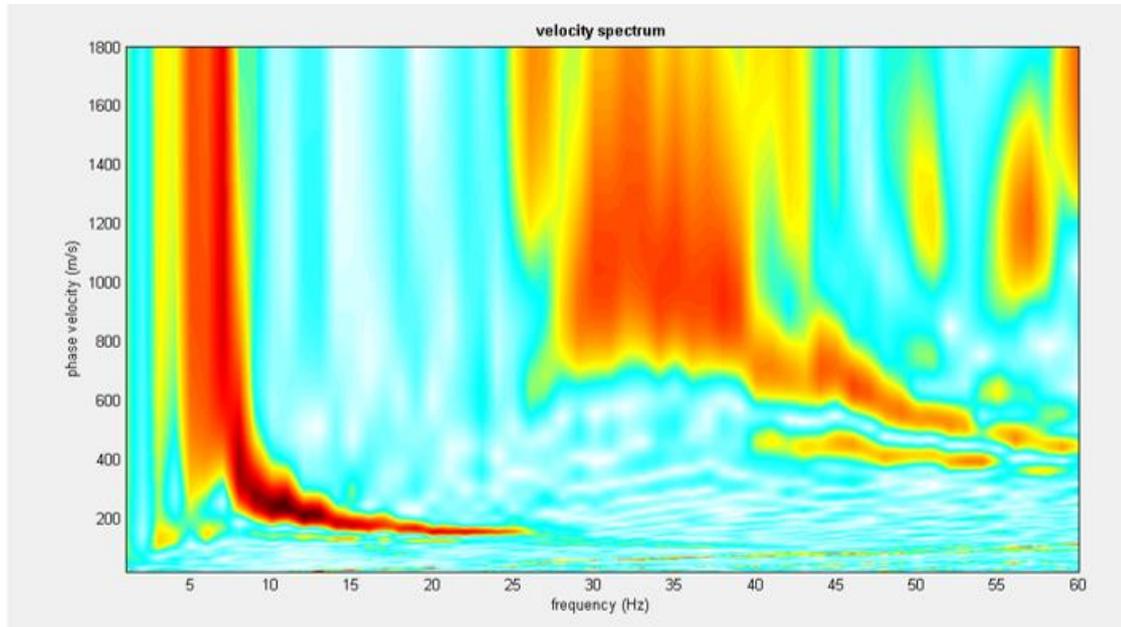


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-6.15	6.15	165
-15.8	9.65	334
-30.0	14.0	504

7. **MASW 2**

Indagine MASW2

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

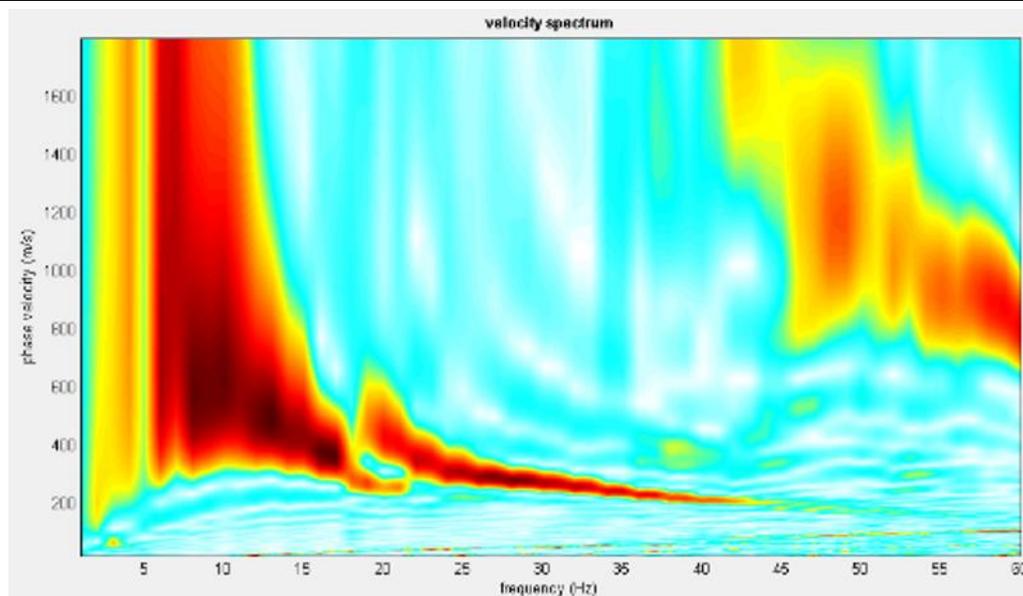


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-8.20	8.20	175
-10.54	2.34	278
-30.00	19.46	608

8. **MASW 3**

Indagine MASW3

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

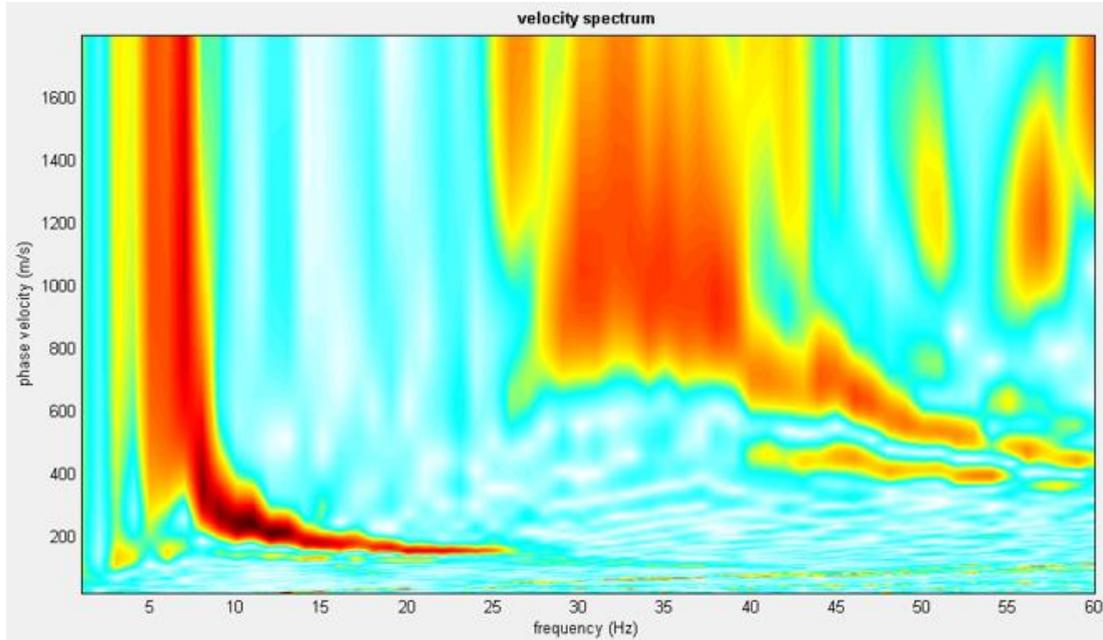


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-3.90	3.90	126
-8.30	4.40	367
-30.0	21.7	650

9. **MASW 4**

Indagine MASW4

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

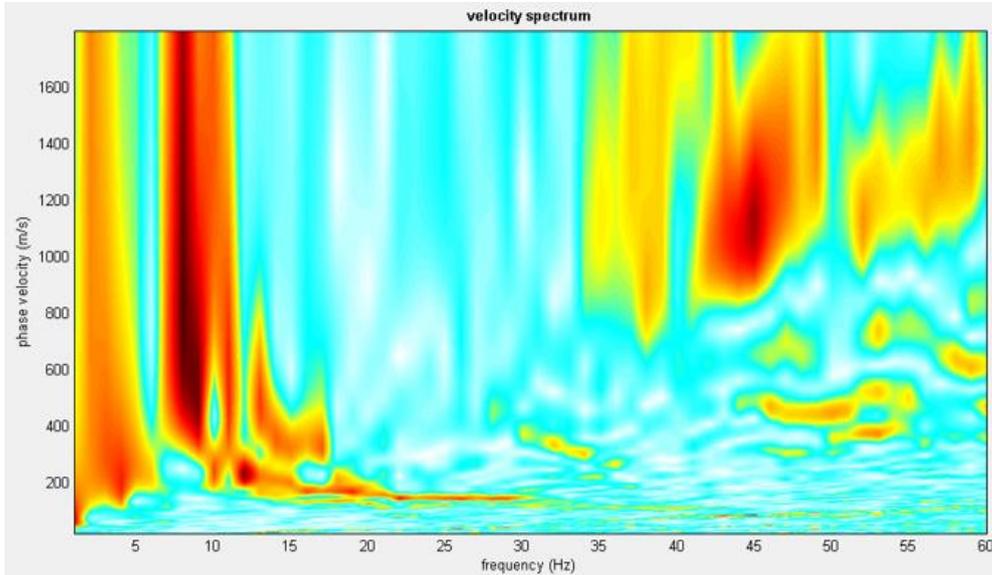


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-2.90	2.90	135
-16.8	13.9	318
-30.0	13.2	688

10. MASW 5

Indagine MASW5

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

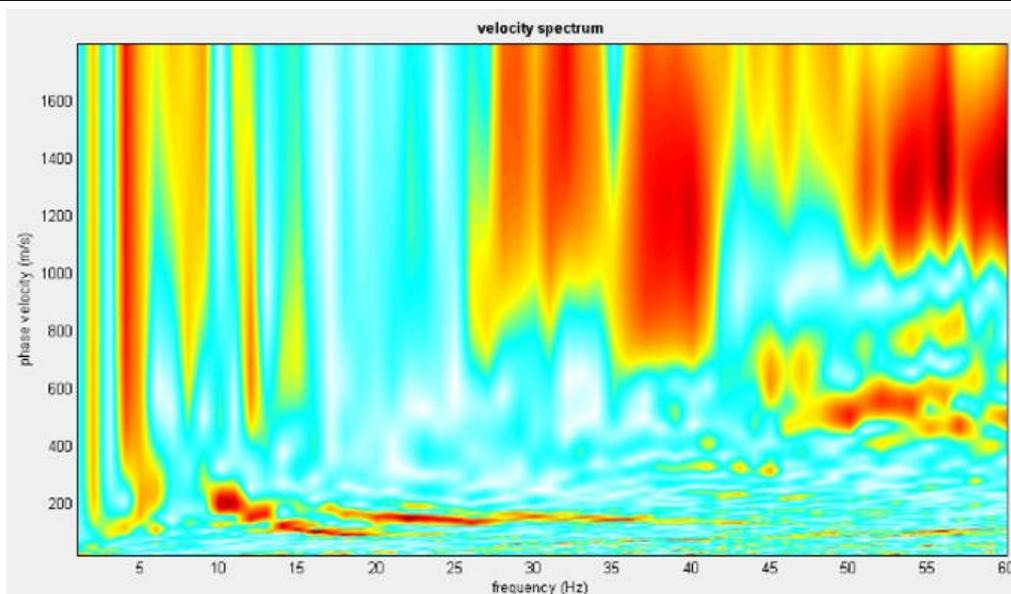


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-5.20	5.20	154
-16.4	11.2	306
-30.0	13.6	678

11. **MASW 6**

Indagine MASW6

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

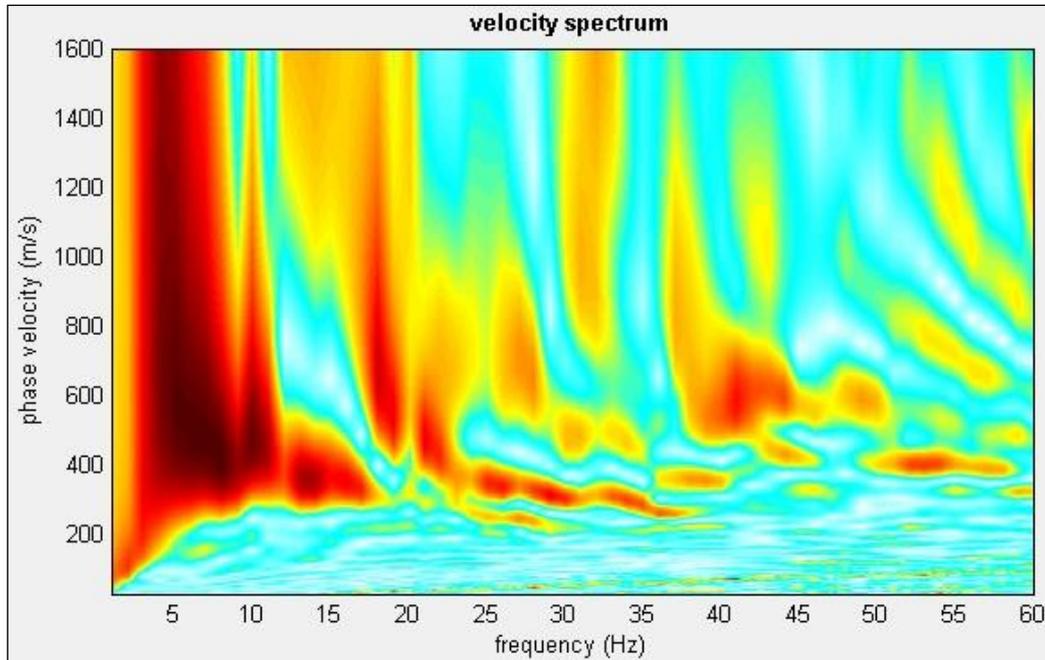


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-3.20	3.20	202
-18.6	15.4	254
-30.0	11.4	665

12. MASW 7

Indagine MASW7

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

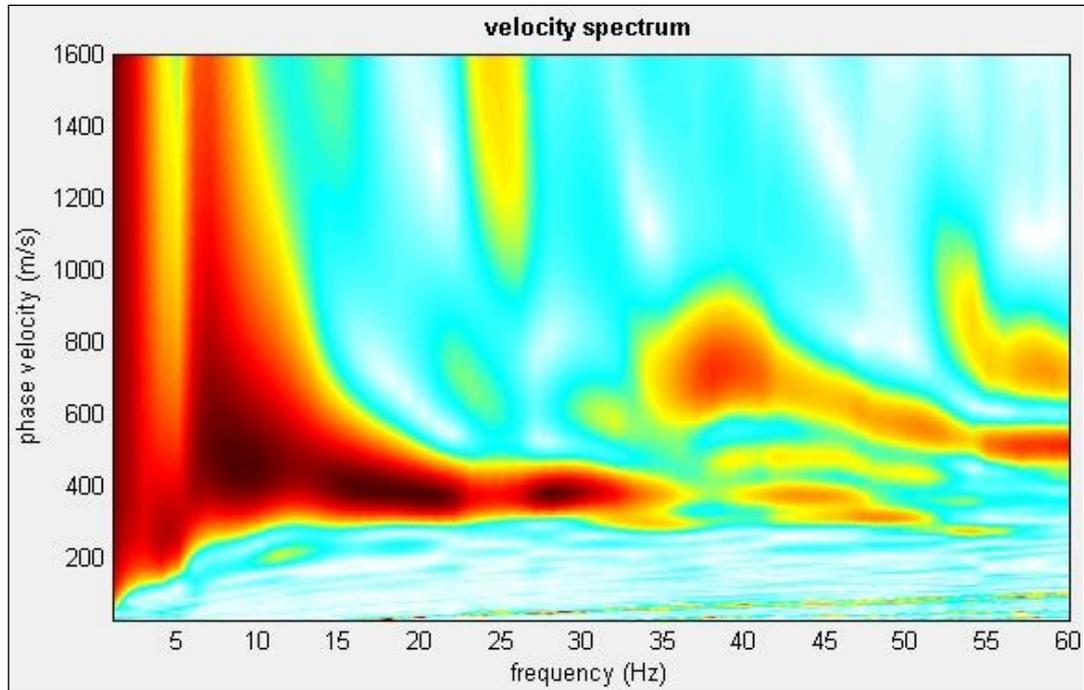


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-0.90	0.90	104
-6.30	5.40	297
-30.0	23.7	410

13. **MASW 8**

Indagine MASW8

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

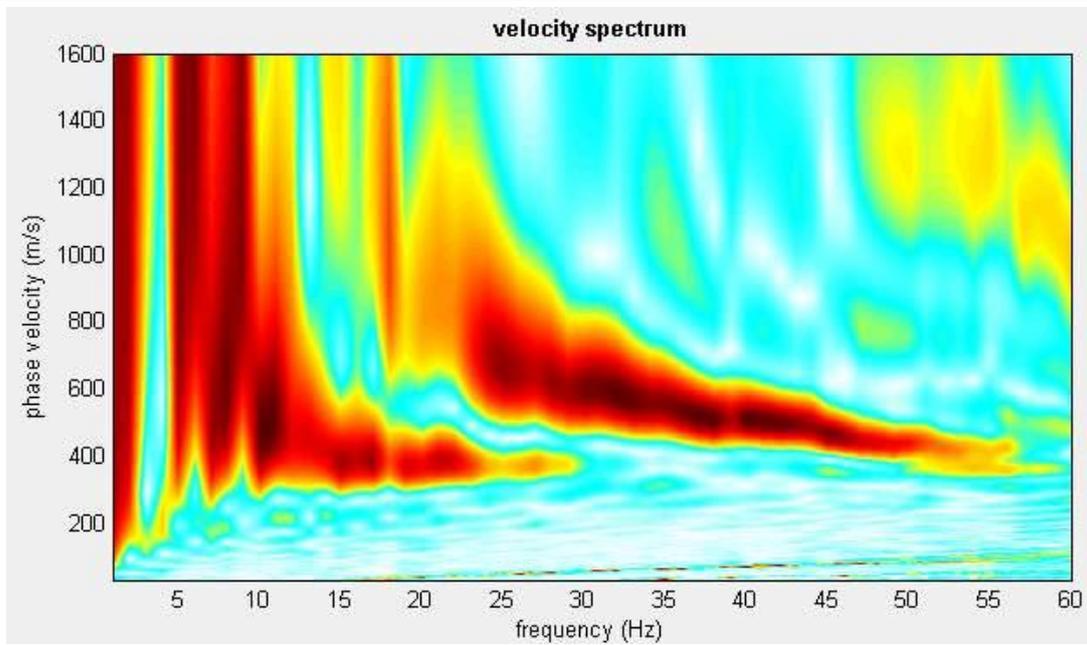


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-1.50	1.50	125
-5.50	4.00	226
-30.0	24.5	432

14. **MASW 9**

Indagine MASW9

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

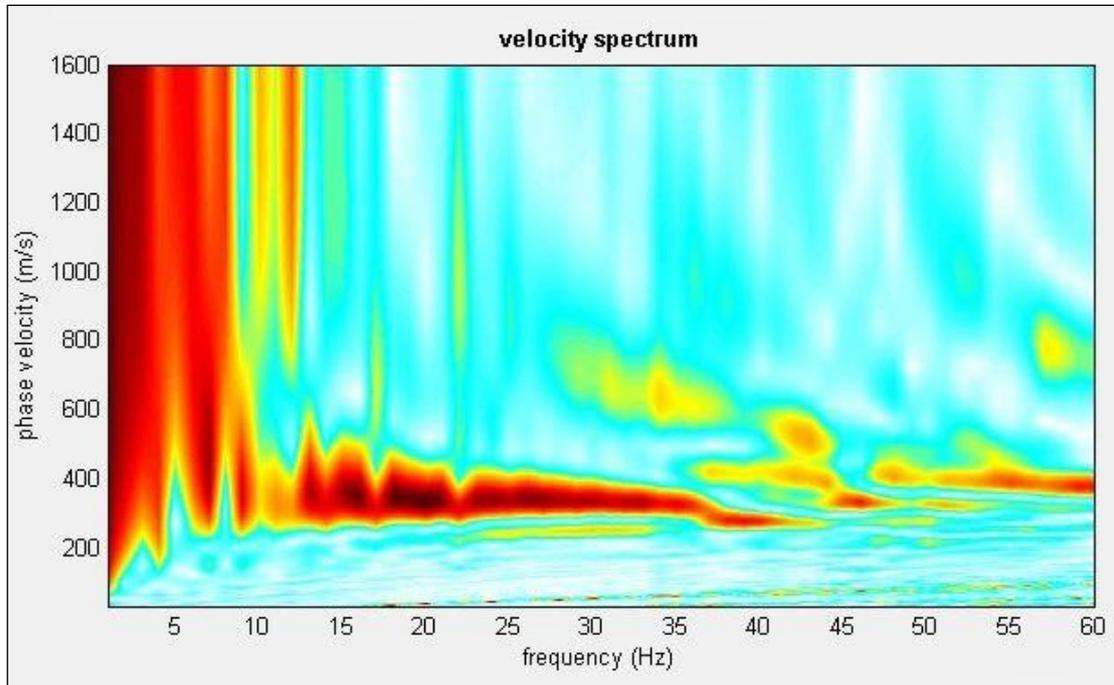


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-0.70	0.70	121
-11.0	10.3	279
-30.0	19.0	396

15. MASW 10

Indagine MASW10

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

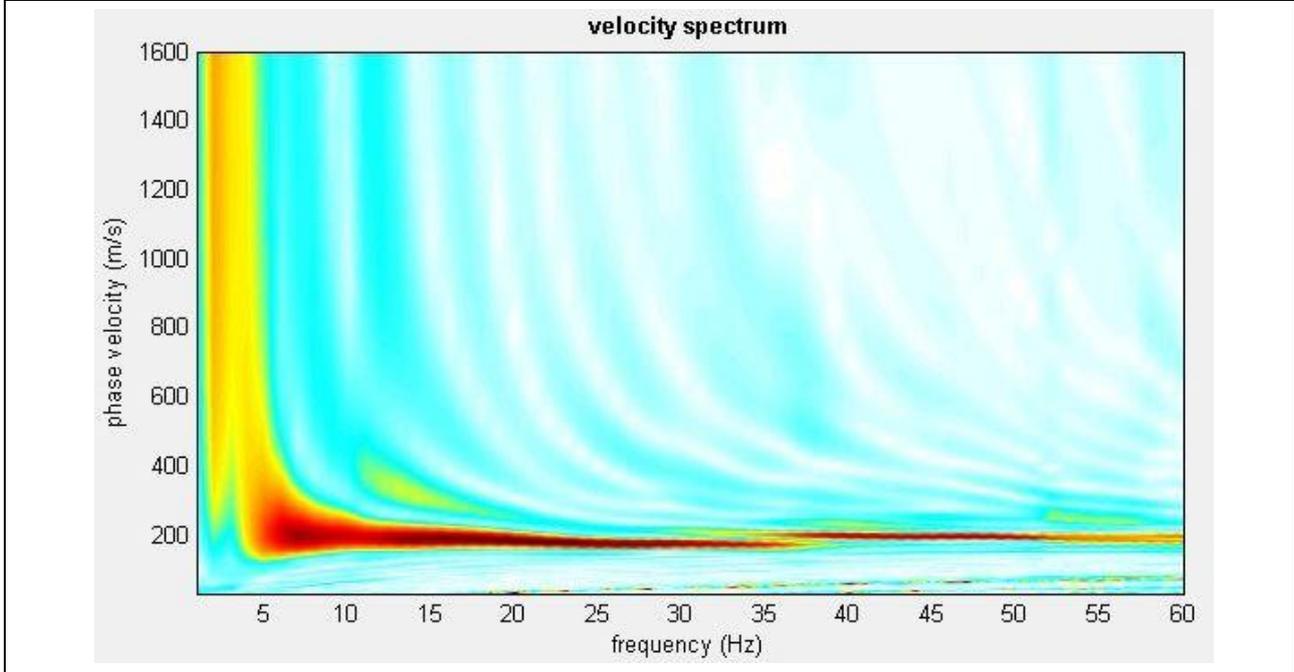
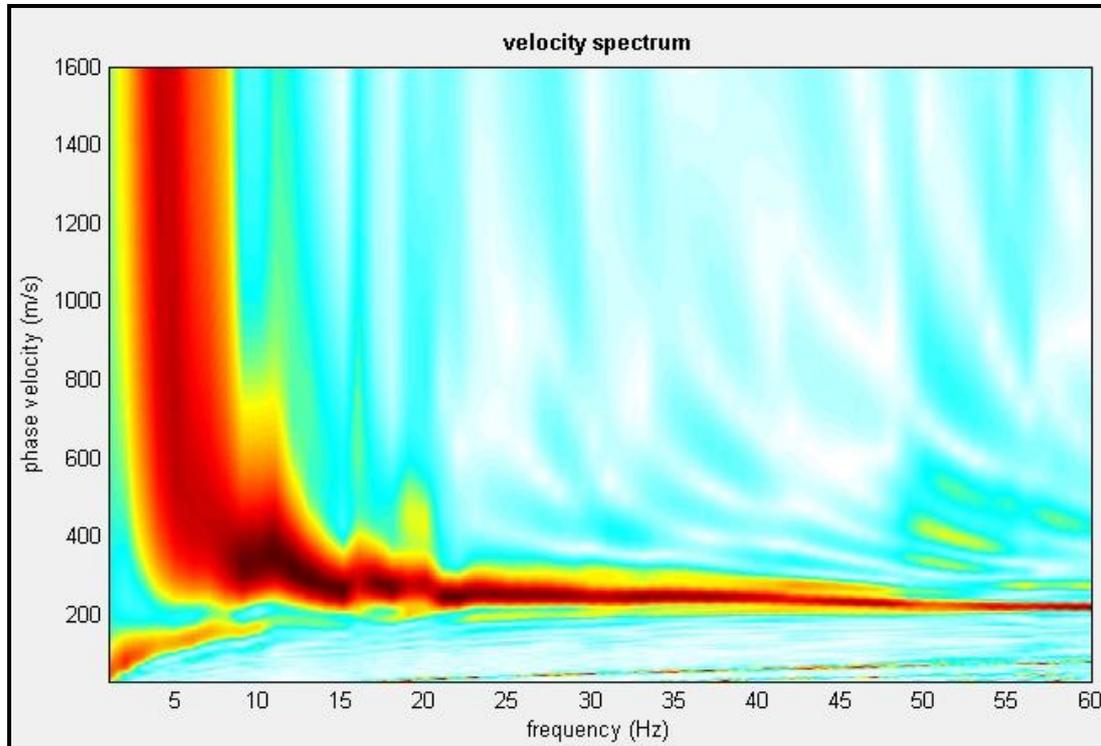


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-2.50	2.50	177
-7.00	4.50	230
-30.0	23.0	406

16. MASW 11**Indagine MASW11**

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

**Tabella riepilogativa delle velocità**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-1.10	1.10	209
-9.80	8.70	276
-30.0	20.2	659

17. MASW 12

Indagine MASW12

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

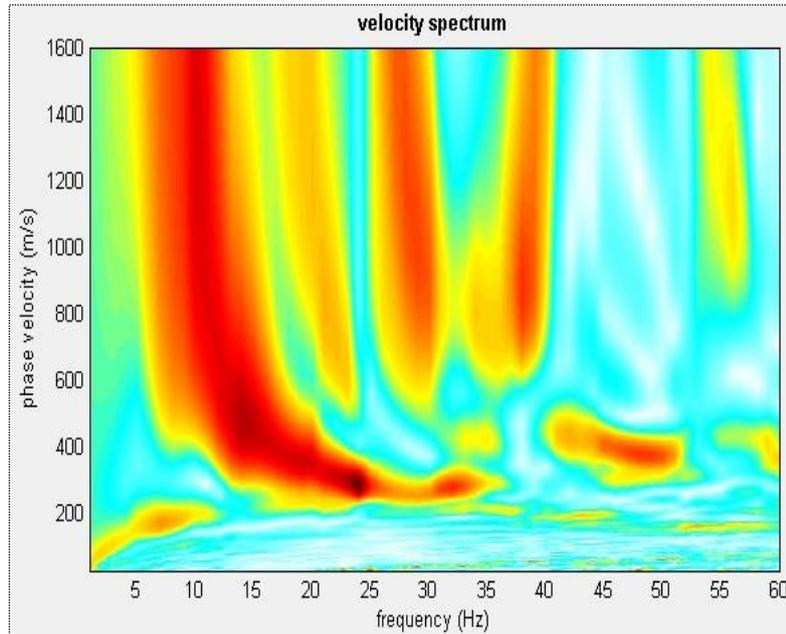
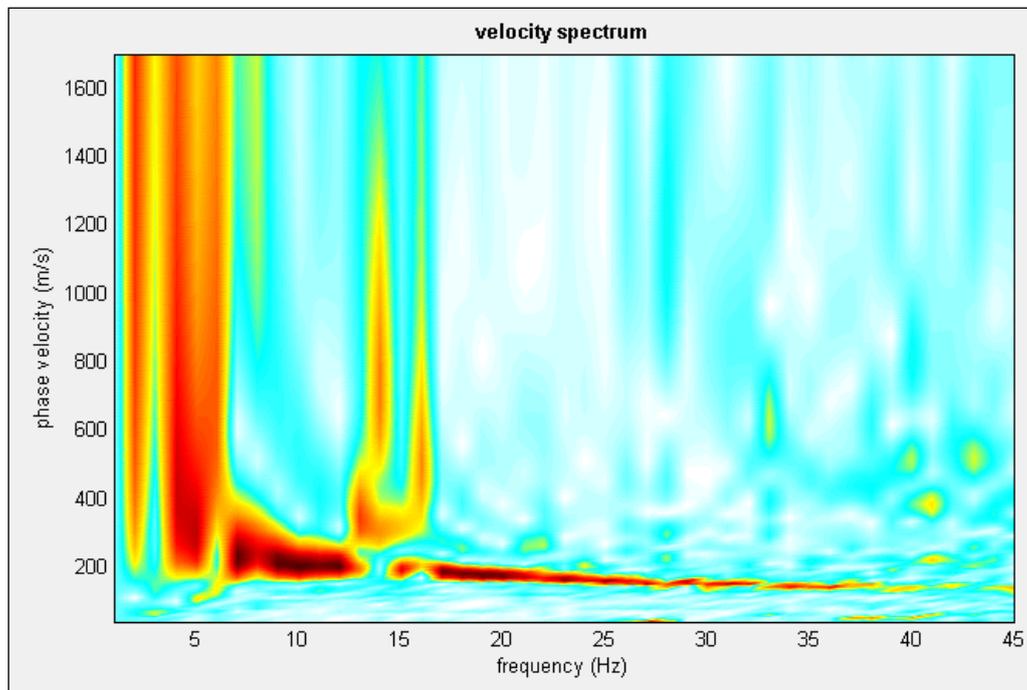


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-0.70	8.20	174
-8.70	2.34	288
-30.00	19.46	545

18. MASW 13**Indagine MASW13**

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

**Tabella riepilogativa delle velocità**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-1.40	1.40	175
-15.1	13.6	227
-30.0	14.9	410

19. MASW 14

Indagine MASW14

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

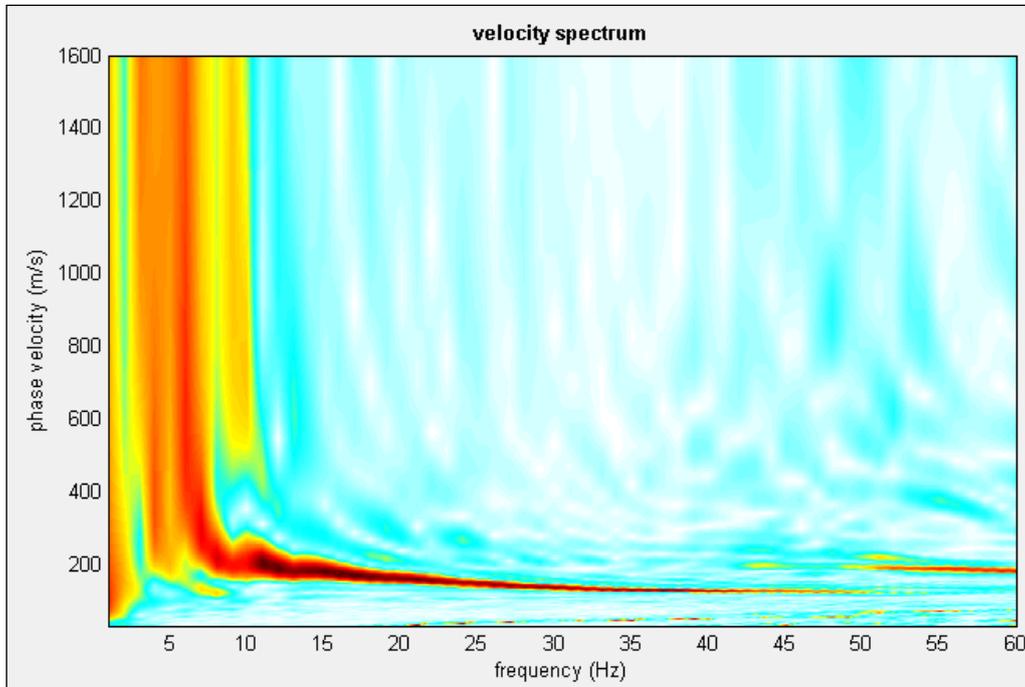
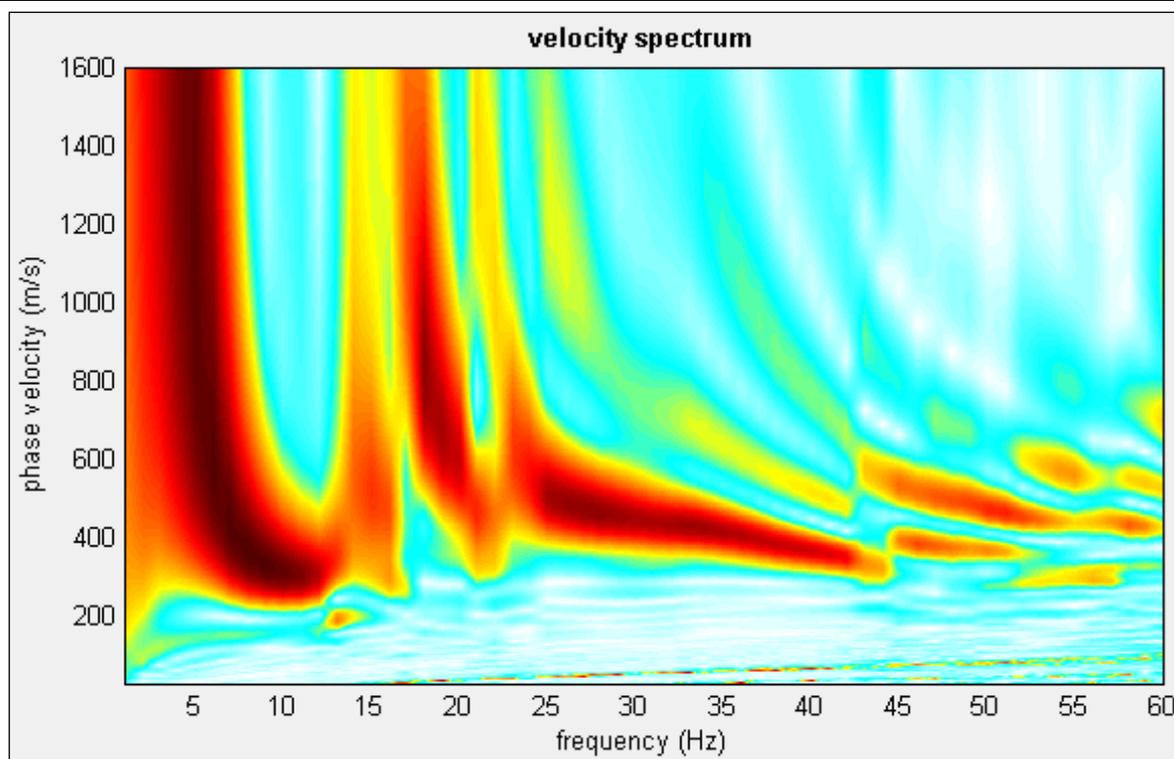


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-1.60	1.60	131
-14.8	13.2	233
-30.0	15.2	447

20. MASW 15**Indagine MASW15**

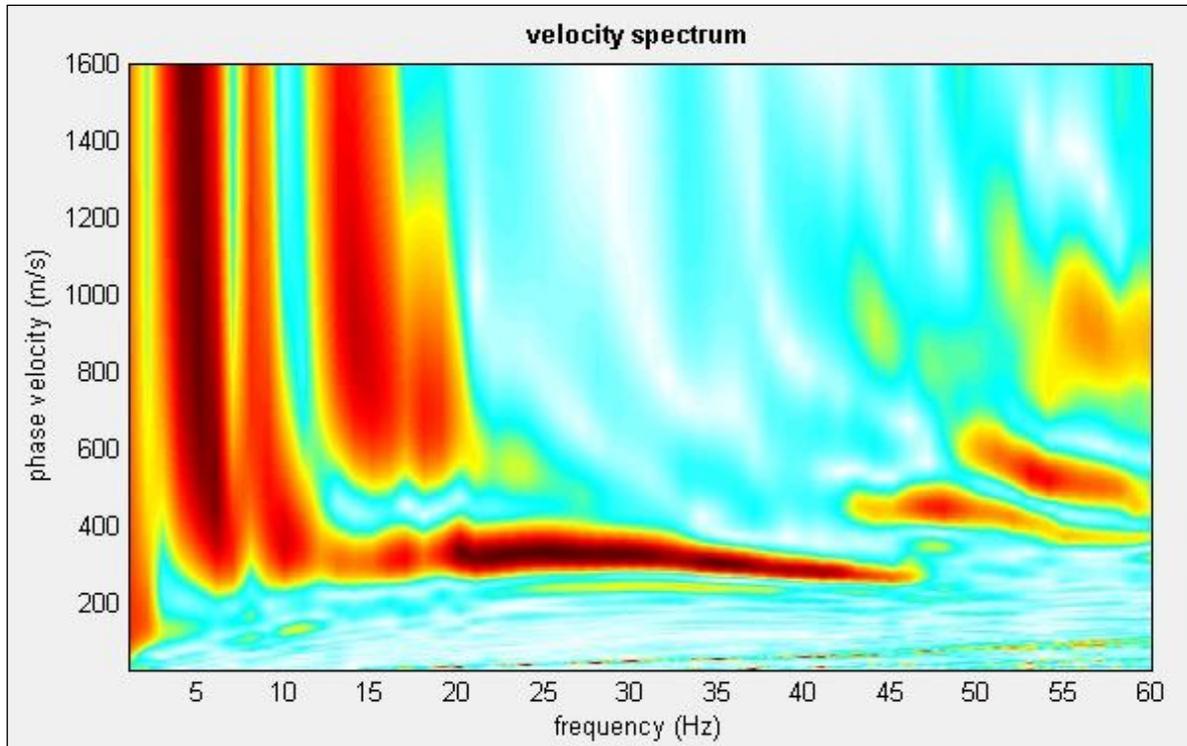
Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

**Tabella riepilogativa delle velocità**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-0.80	0.80	117
-9.90	9.10	249
-30.0	20.1	389

21. MASW 16**Indagine MASW16**

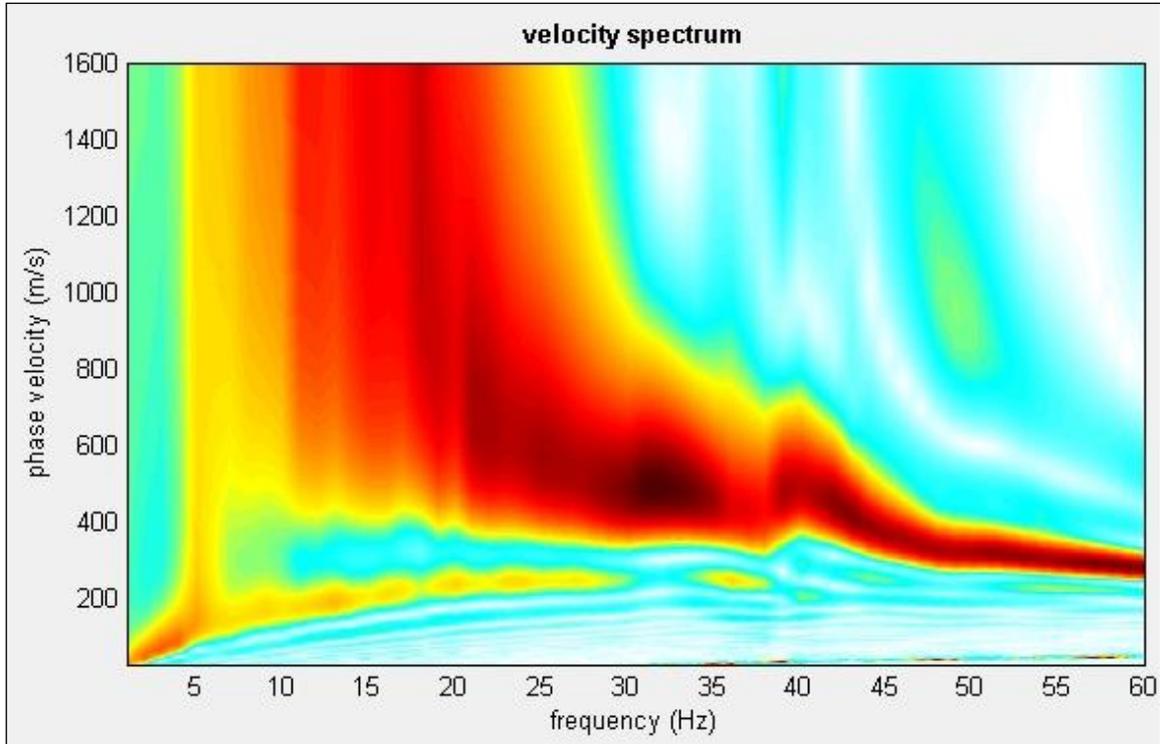
Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

**Tabella riepilogativa delle velocità**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-0.90	0.90	120
-14.8	13.9	248
-30.0	15.2	461

22. MASW 17**Indagine MASW17**

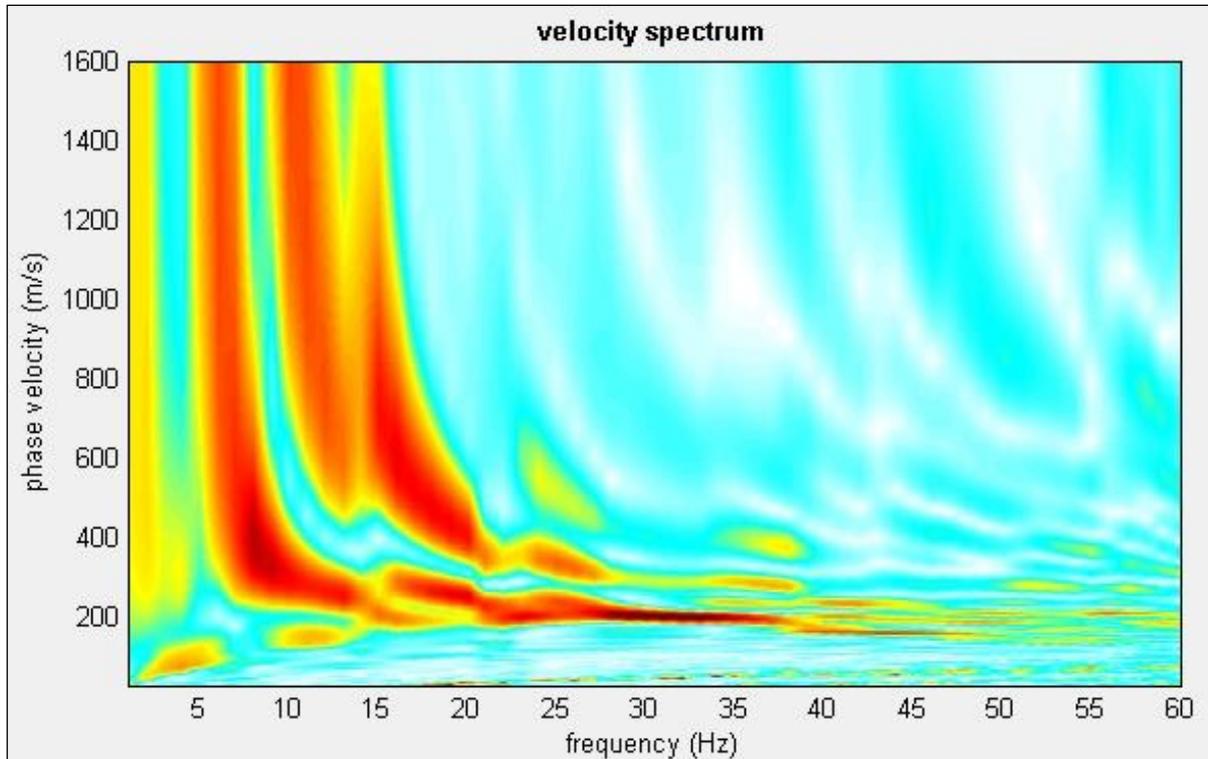
Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

**Tabella riepilogativa delle velocità**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-1.00	1.00	158
-7.60	6.60	236
-30.0	22.4	670

23. MASW 18**Indagine MASW18**

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

**Tabella riepilogativa delle velocità**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-0.8	0.8	159
-9.0	8.2	288
-30.0	21.0	654

24. MASW 19

Indagine MASW19

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

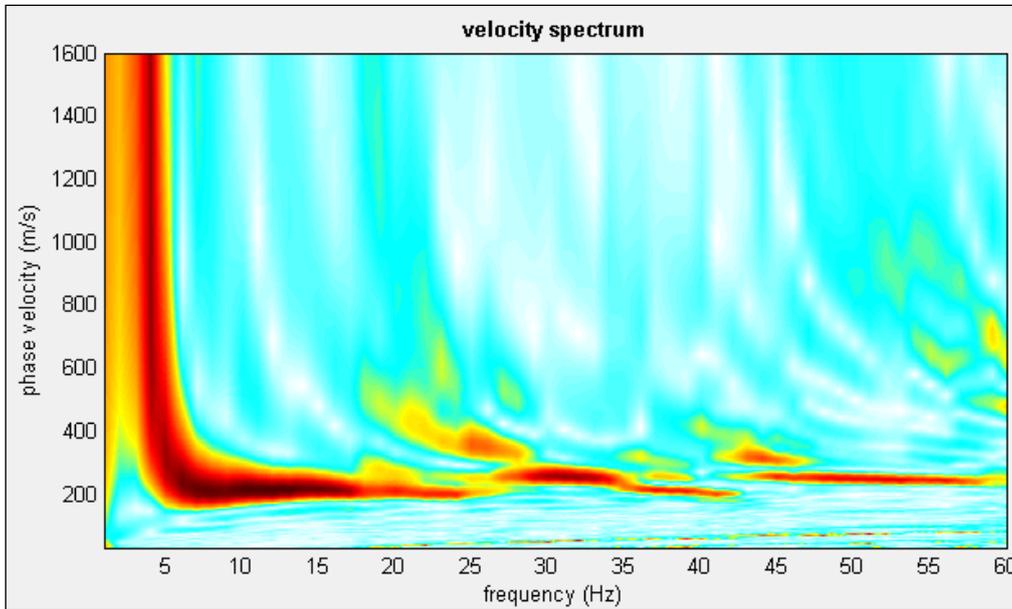


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-4.60	4.60	203
-21.7	17.1	263
-30.0	8.30	466

25. MASW 20

Indagine MASW20

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

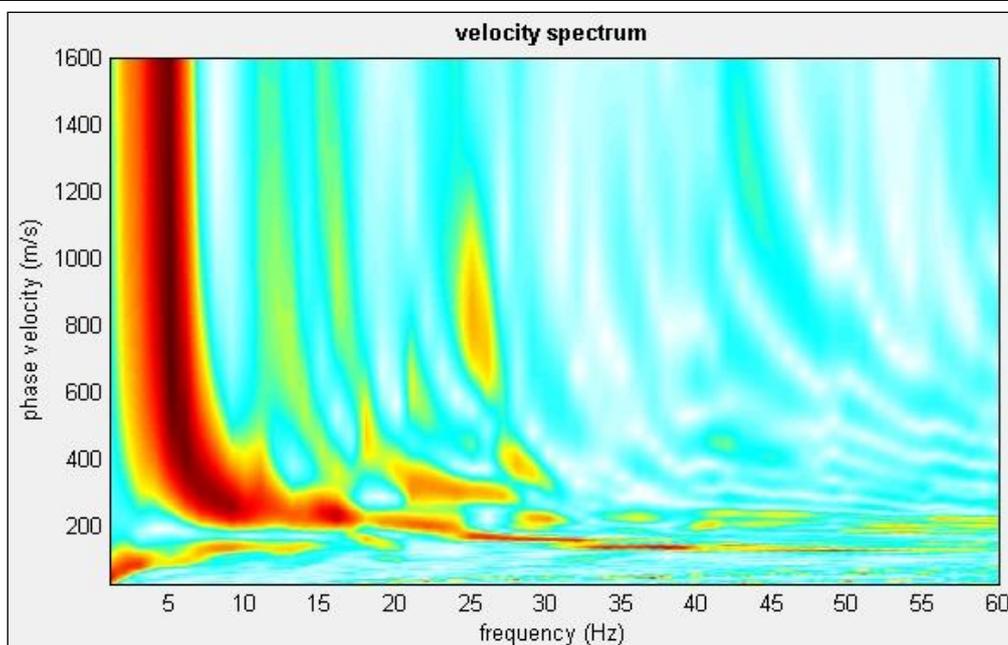


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-5.10	5.10	148
-9.00	3.90	202
-30.0	21.0	552

26. MASW 21

Indagine MASW21

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

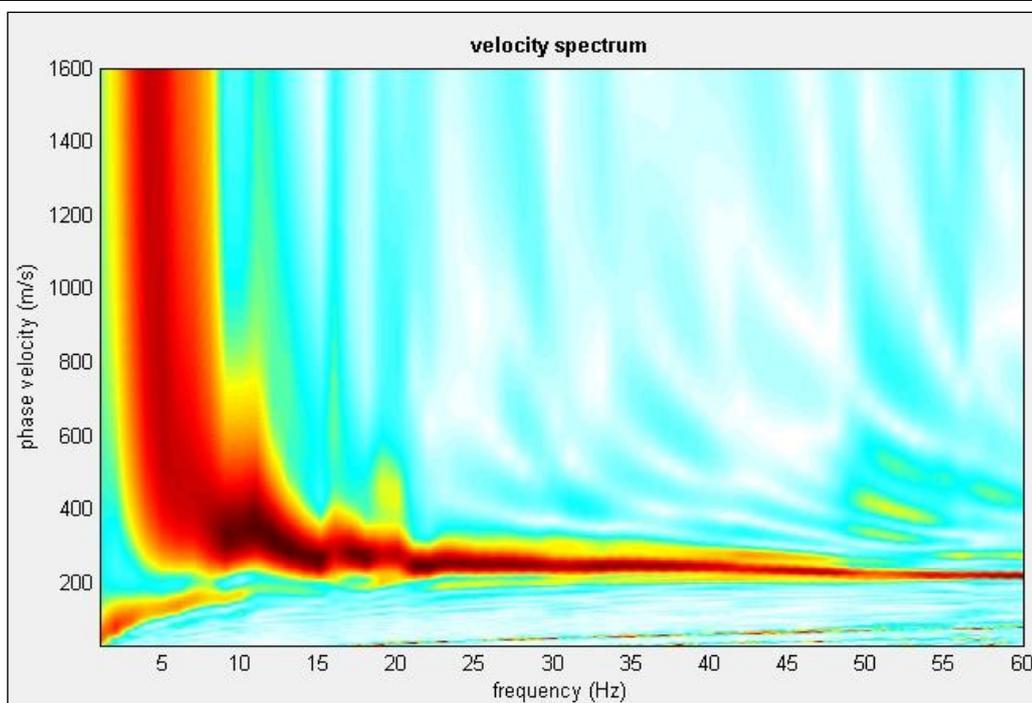


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-6.60	6.60	209
-9.80	3.20	221
-30.0	20.2	540

27. MASW 22

Indagine MASW22

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

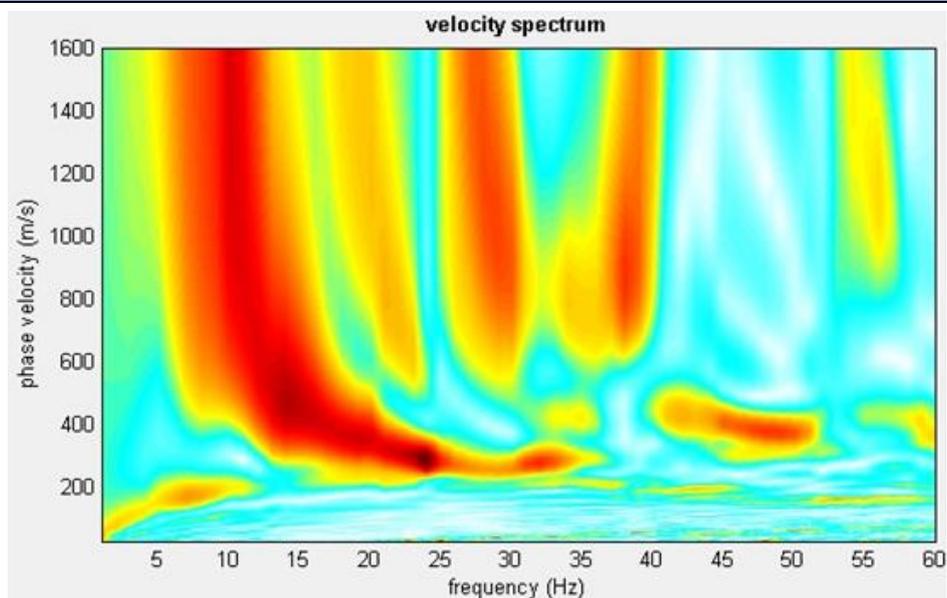
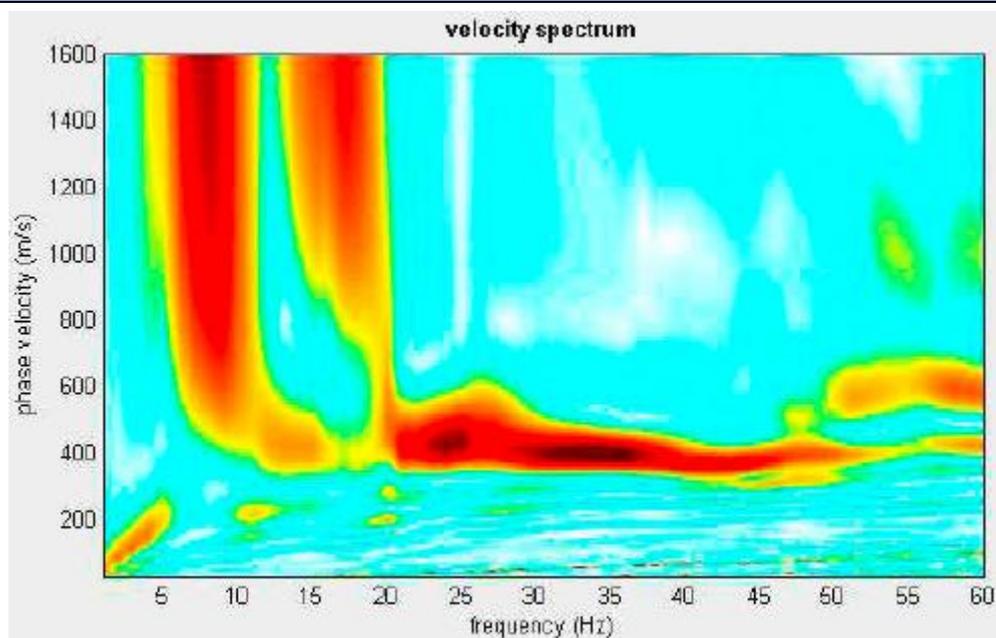


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-4.10	4.10	140
-14.3	10.2	373
-30.0	15.7	610

28. MASW 23**Indagine MASW23**

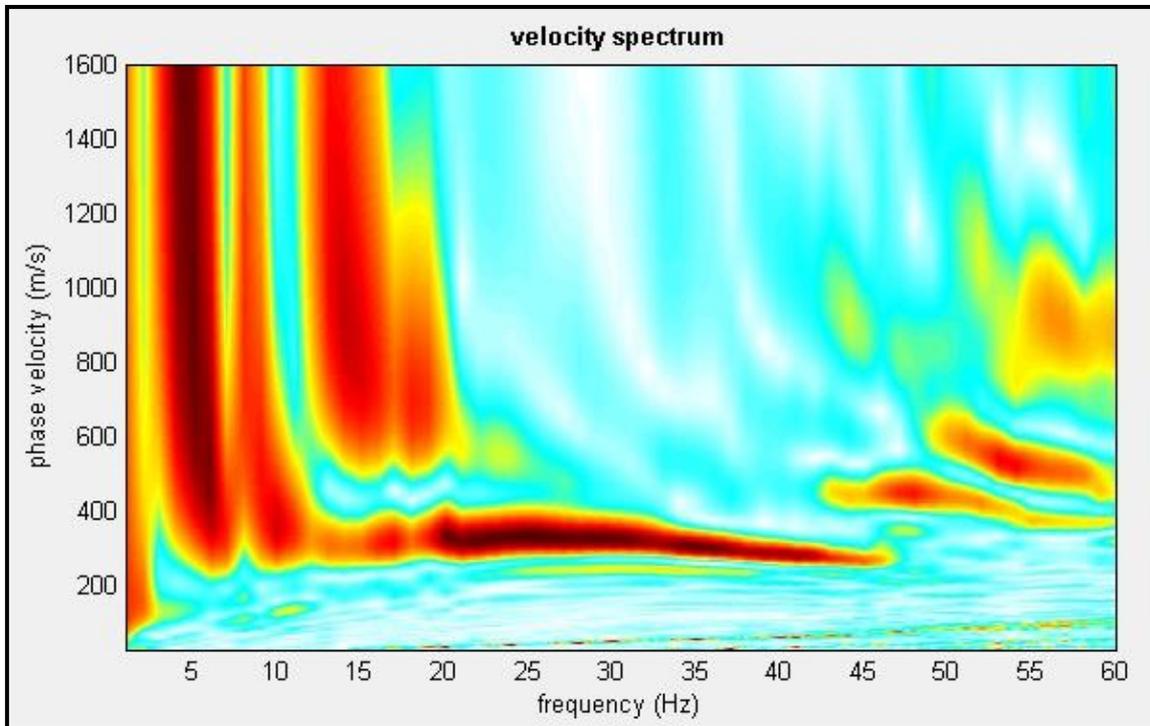
Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

**Tabella riepilogativa delle velocità**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-7.10	5.20	190
-12.0	4.90	250
-30.0	18.0	565

29. MASW 24**Indagine MASW24**

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

**Tabella riepilogativa delle velocità**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-2.30	2.30	248
-19.8	17.5	305
-30.0	10.2	461

30. MASW 25

Indagine MASW25

Diagramma frequenza-numero d'onda – modellazione dei dati acquisiti mediante individuazione del modo fondamentale che compone lo spettro di velocità delle onde di Reyleigh

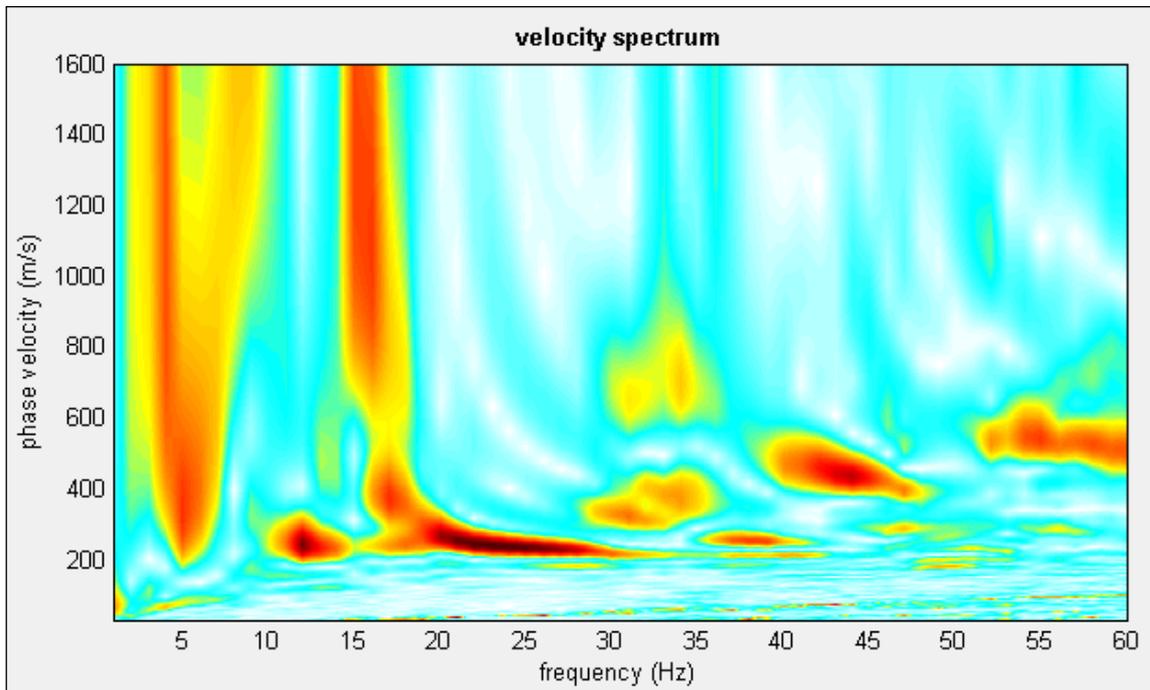


Tabella riepilogativa delle velocità

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/s)
-1.9	1.90	172
-12.5	10.6	232
-30.0	17.5	418

5.5 DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

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

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Il valore di V_{seq} si misura da un punto di partenza (variabile a seconda della tipologia di fondazione) sino alla profondità del substrato sismico. Per depositi con profondità (H) del substrato superiore a 30 m, la $V_{s,eq}$ è definita ponendo $H= 30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Per le fondazioni superficiali, il punto di partenza per il calcolo della V_{seq} è il piano di imposta delle stesse, che nel caso in esame coincideranno circa con il piano campagna.

La seguente tabella riepiloga i valori di V_{seq} e la relativa categoria di sottosuolo calcolate per ciascuna delle indagini eseguite nell'area di intervento:

Tipo di indagine	Valore di V_{seq}	Categoria di sottosuolo
HVSR 1	331	C
HVSR 2	418	B
HVSR 3	310	C
HVSR 4	353	C
HVSR 5	326	C
MASW 1	318	C
MASW 2	344	C
MASW 3	393	B
MASW 4	356	C
MASW 5	332	C
MASW 6	320	C
MASW 7	410	C
MASW 8	347	C
MASW 9	331	C

MASW 10	332	C
MASW 11	328	C
MASW 12	340	C
MASW 13	287	C
MASW 14	292	C
MASW 15	316	C
MASW 16	311	C
MASW 17	443	B
MASW 18	457	B
MASW 19	284	C
MASW 20	327	C
MASW 21	359	C
MASW 22	364	B
MASW 23	338	C
MASW 24	338	C
MASW 25	304	C

Tabella 1 Tabella riepilogativa dei valori di Vseq e categoria sismica di sottosuolo ottenuti.

5.6 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE

Nel 2006 la Presidenza del Consiglio dei Ministri, in collaborazione con l'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) ha emanato un aggiornamento dei criteri nazionali per la riclassificazione sismica (OPCM 3519/06), aggiornati ulteriormente con l'entrata in vigore del DM 17.01.2018 NTC 18. Secondo i nuovi aggiornamenti la stima della pericolosità sismica di base è definita mediante un approccio "sito dipendente". La pericolosità sismica di base è intesa come la probabilità che un evento sismico di una certa magnitudo avvenga in un'area secondo un determinato tempo di ritorno, essa è definita calcolando il valore atteso di uno o più parametri (accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito) che descrivono il terremoto su terreno **rigido e compatto**.

L'intero territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore di a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (corrispondente a un periodo di ritorno di 475 anni) su terreno a comportamento rigido. Per ogni costruzione ci si può riferire ad una accelerazione di riferimento propria in relazione sia alle coordinate geografiche dell'area di progetto, sia alla vita nominale dell'edificio stesso.

Sulla base delle disposizioni previste nelle NTC 18, si definiscono per l'opera in progetto i seguenti parametri sismici:

- ❖ COMUNI di: **TRAPANI E PACECO**
- ❖ Zona sismica: **2**
- ❖ Vita nominale: **$V_N \leq 50$ anni.**

VITA NOMINALE – "Numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali".

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali- Strutture in fase costruttiva;	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali, e dighe di dimensioni contenute o importanza normale;	≤ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali, e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica;	≤ 100

CLASSE D'USO – "Parametro definito in base al livello di affollamento degli edifici ed al loro interesse strategico".

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,70	1,0	1,5	2,0

Secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni, i caratteri del moto sismico, ossia le forme spettrali, sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri su **sito di riferimento rigido orizzontale**:

- **ag** - accelerazione orizzontale massima del terreno;
- **F₀** - valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T_c*** - periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Di seguito viene riportata la mappa di pericolosità sismica del progetto DPC INGV S1 utilizzata per la definizione dei valori di a_g , F_0 e T_c^* :

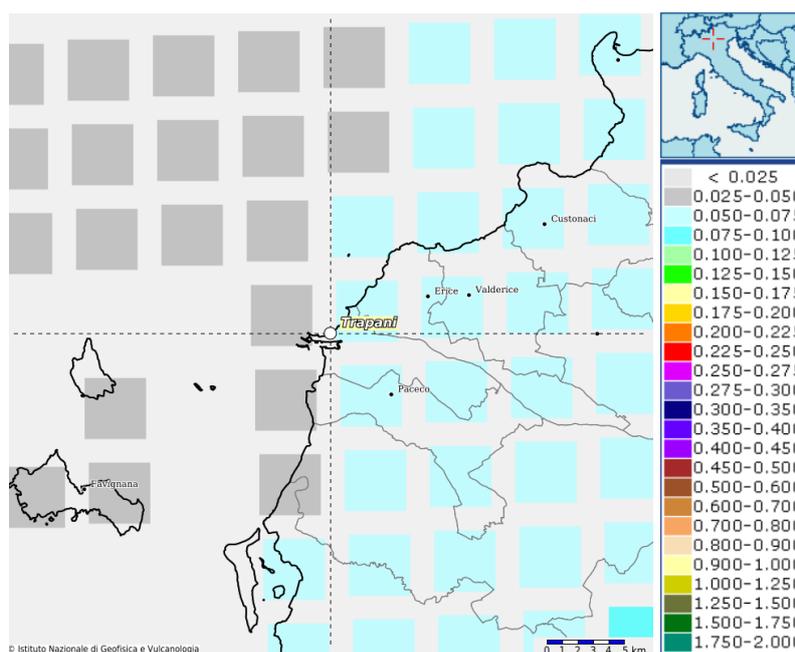


Fig. 6 Estratto mappa interattiva della pericolosità sismica (prob. 10% in 50 anni, 50° percentile).

L'azione sismica di base viene quindi calcolata sulla base del periodo di riferimento (V_R) della costruzione, ottenuto moltiplicando la vita nominale (V_N) della costruzione per il coefficiente d'uso (C_U).

- Periodo di riferimento per l'azione sismica: $V_R = 35$; pari a $V_R = V_N \cdot C_U$

Utilizzando il software automatico di calcolo Geostru PS Advanced, della Geostru® Software, introducendo i dati di input sopra riportati, si ottengono in forma tabellare i seguenti parametri e coefficienti sismici, riferiti ai diversi stati limite da considerare:

AREA 1



Latitudine: 37.9653

Longitudine: 12.6334

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a_g (g)	F0 (-)	T_c^0 (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.487	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.477	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.053	2.525	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.579	0.326

AREA 2



Latitudine: 37.9631

Longitudine: 12.6353

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a _g (g)	F0 (-)	Tc ⁰ (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.487	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.477	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.053	2.525	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.068	2.580	0.326

AREA 3



Latitudine: 37.9615

Longitudine: 12.6318

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a _g (g)	F0 (-)	Tc ⁰ (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.487	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.477	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.053	2.525	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.579	0.326

AREA 4



Latitudine: 37.9574

Longitudine: 12.6279

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a_g (g)	F0 (-)	T_c^0 (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.487	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.478	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.053	2.525	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.579	0.326

AREA 5



Latitudine: 37.9578

Longitudine: 12.6189

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a_g (g)	F0 (-)	T_c^0 (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.488	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.478	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.052	2.524	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.576	0.326

AREA 6



Latitudine: 37.9457

Longitudine: 12.6210

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a_g (g)	F0 (-)	Tc ⁰ (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.488	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.478	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.052	2.525	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.578	0.326

AREA 7



Latitudine: 37.9431

Longitudine: 12.6249

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a_g (g)	F0 (-)	T_c^0 (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.488	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.478	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.053	2.526	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.579	0.326

AREA 8



Latitudine: 37.9407

Longitudine: 12.6197

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a _g (g)	F0 (-)	Tc ⁰ (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.488	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.479	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.052	2.525	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.578	0.326

AREA 9



Latitudine: 37.9399

Longitudine: 12.6141

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a _g (g)	F ₀ (-)	T _c ⁰ (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.489	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.479	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.052	2.525	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.577	0.326

AREA 10



Latitudine: 37.9367

Longitudine: 12.6145

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a_g (g)	F0 (-)	T_c^0 (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.489	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.479	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.052	2.525	0.296
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.577	0.326

AREA 11



Latitudine: 37.9387

Longitudine: 12.6262

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a _g (g)	F0 (-)	Tc ⁰ (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.488	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.478	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.053	2.526	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.580	0.326

AREA 12



Latitudine: 37.9323

Longitudine: 12.6273

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a_g (g)	F0 (-)	T_c^0 (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.488	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.478	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.053	2.526	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.580	0.326

AREA 13



Latitudine: 37.9469

Longitudine: 12.6204

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a_g (g)	F0 (-)	T_c^0 (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.018	2.488	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.478	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.052	2.525	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.067	2.578	0.326

AREA 14



Latitudine: 37.8447

Longitudine: 12.6340

Vita Nominale (Vn): 50 anni

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0.70

Periodo di riferimento (Vr): 35 anni

STATI LIMITE:

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 anni

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	a_g (g)	F0 (-)	T_c^0 (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0.019	2.487	0.146
Danno (SLD)	63	35	0.020	2.475	0.158
Salvaguardia Vita (SLV)	10	332	0.055	2.536	0.297
Prev. Collasso (SLC)	5	682	0.071	2.590	0.325

5.7 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA LOCALE

Quanto spiegato nel capitolo precedente ed applicato all'intero territorio nazionale, può essere trasferito per studi a scala di dettaglio o locale, definendo la Risposta Sismica Locale (RSL), che è legata a specifiche condizioni geomorfologiche e litologiche dei siti che possono influenzare direttamente la risposta sismica locale. Per risposta sismica locale si intende la modifica delle caratteristiche che il moto sismico subisce nel passaggio dagli strati rigidi (bedrock) ai terreni più soffici, di solito superficiali, in relazione alle caratteristiche meccaniche e stratigrafiche di questi ultimi ed alla presenza di peculiari situazioni topografiche e morfologiche. L'indagine è mirata a definire se esistono condizioni per un'esaltazione degli effetti di un'onda sismica a causa della presenza di una o più delle seguenti condizioni:

- presenza di faglie o fratture maggiori collegate alle faglie principali, quindi rottura di faglia in superficie;
- instabilità di pendii nei confronti dell'azione sismica;
- contatti geologici, stratigrafici o strutturali che mettano a contatto terreni a differente risposta sismica;
- presenza di coltre detritiche sui versanti;
- materiale di accumulo di frane sia attive che quiescenti;
- vicinanze a scarpate di grande altezza soggette a fenomeni di crollo o rotolamento di blocchi rocciosi;
- presenza di falda freatica a profondità inferiore a 15 metri dal p.c. con sottosuolo costituito da terreni granulari specie se a scarso assortimento granulometrico; problemi di liquefazione;
- eccessivo addensamento in caso di terremoto.

Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A).

Sempre attraverso l'utilizzo del Software Geostru PS, è stata ricavata la pericolosità sismica locale per ciascuna area, inserendo quali dati di input:

- ❖ La **Categoria di sottosuolo** secondo quanto previsto dalle NTC 2018 e ricavata dalle indagini sismiche eseguite appositamente in situ i cui risultati sono riportati nei capitoli precedenti

CATEGORIA di SOTTOSUOLO	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

❖ La **Categoria topografica** del sito secondo quanto previsto dalle NTC 2018

CATEGORIA	Caratteristiche della superficie topografica	Coefficiente topografico
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

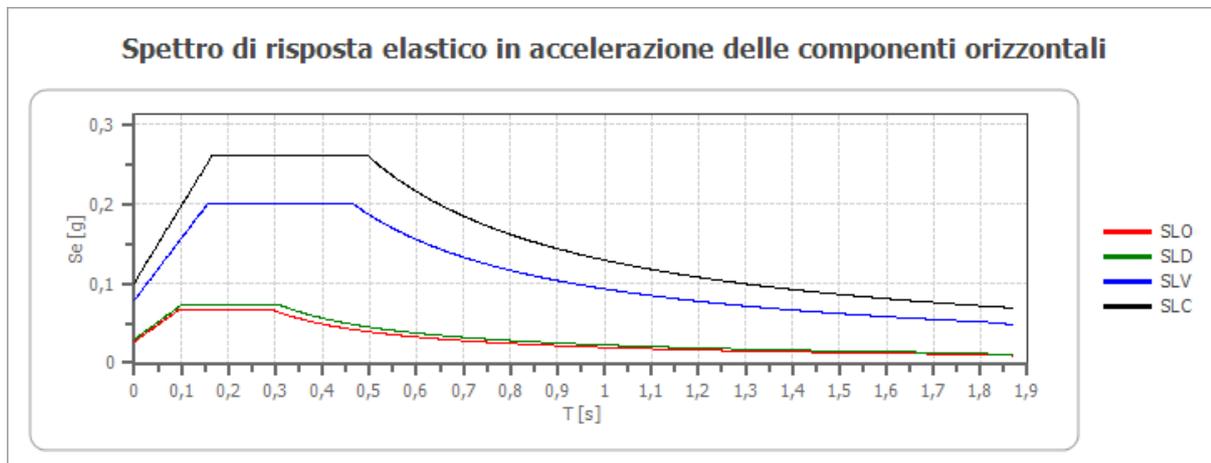
AREA 1

❖ **Categoria di sottosuolo: C**

❖ **Categoria topografica: T1**

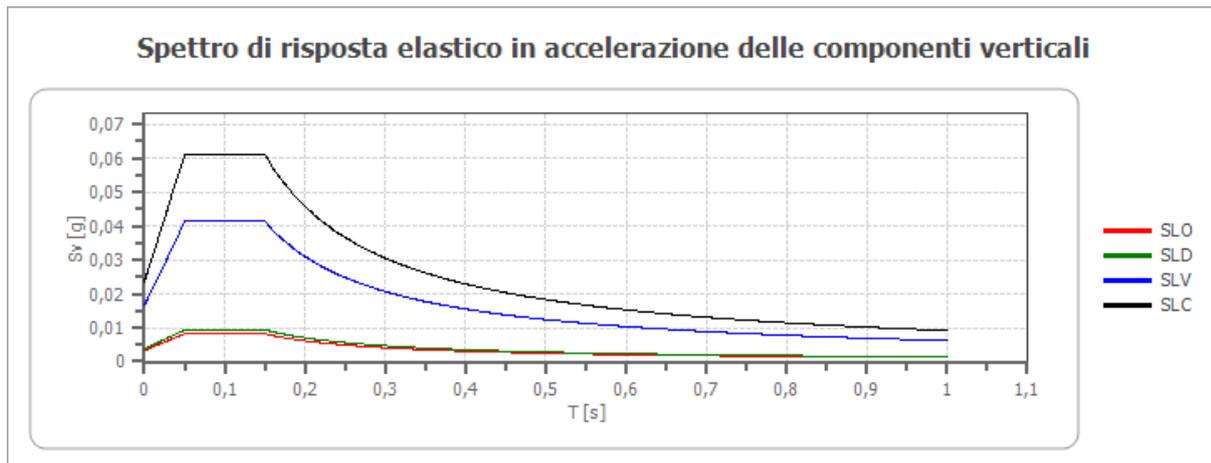
COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,266	0,292	0,776	0,992
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,487	0,146	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,097	0,290	1,672	0,027	0,068
SLD	0,7	0,020	2,477	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,306	1,679	0,030	0,074
SLV	0,7	0,053	2,525	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,811	0,079	0,200
SLC	0,7	0,067	2,579	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	1,870	0,101	0,261

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



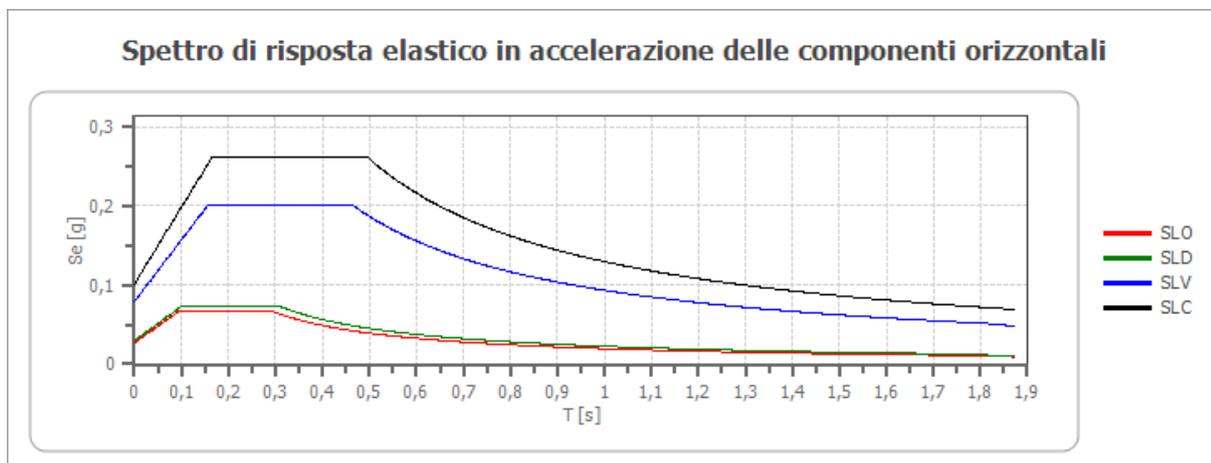
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,487	0,146	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,477	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,053	2,525	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,067	2,579	0,326	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,061

AREA 2

- ❖ Categoria di sottosuolo: C
- ❖ Categoria topografica: T1

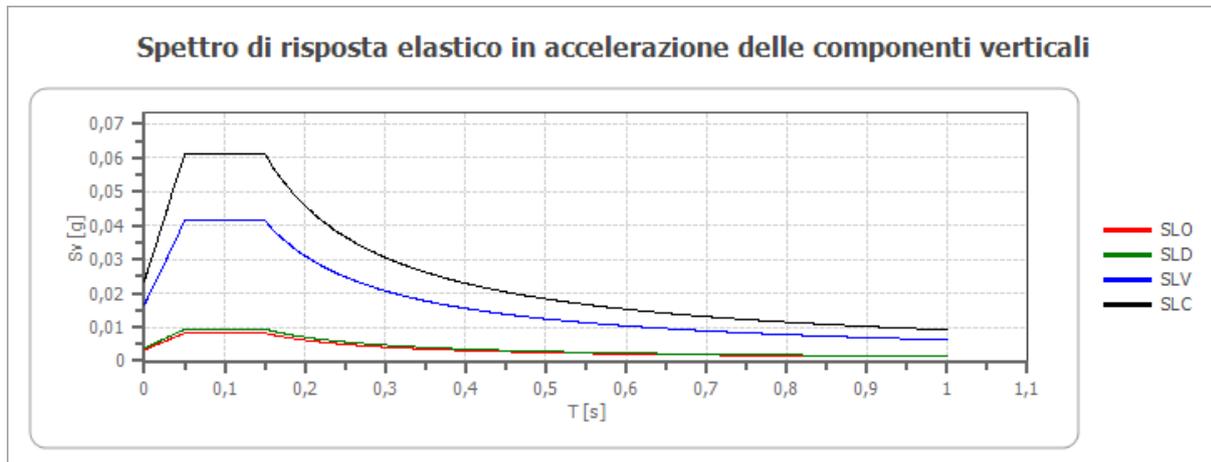
COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,267	0,292	0,777	0,994
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,487	0,146	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,097	0,290	1,673	0,027	0,068
SLD	0,7	0,020	2,477	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,306	1,680	0,030	0,074
SLV	0,7	0,053	2,525	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,811	0,079	0,200
SLC	0,7	0,068	2,580	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	1,870	0,101	0,262

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,487	0,146	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,477	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,053	2,525	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,068	2,580	0,326	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,061

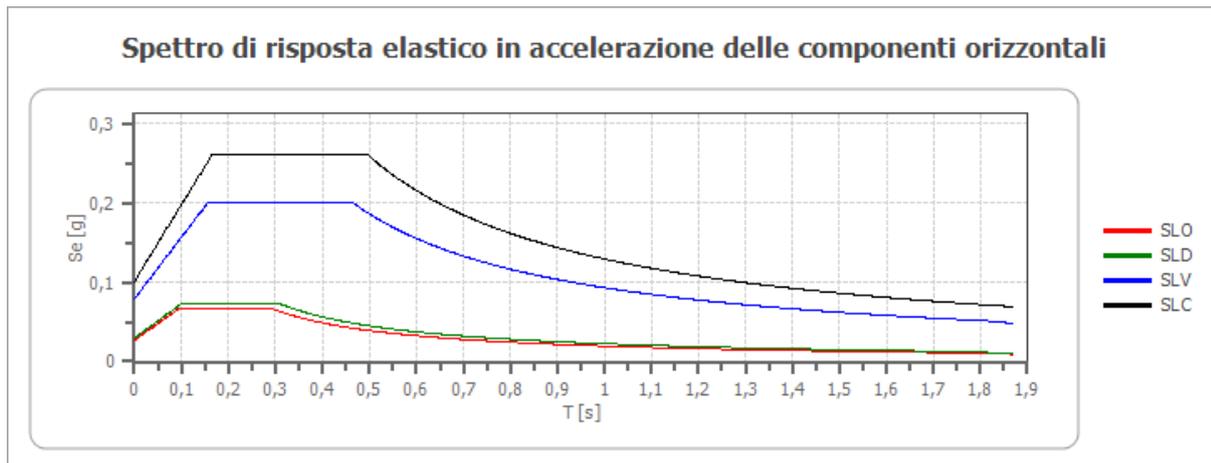
AREA 3

- ❖ Categoria di sottosuolo: C
- ❖ Categoria topografica: T1

COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI

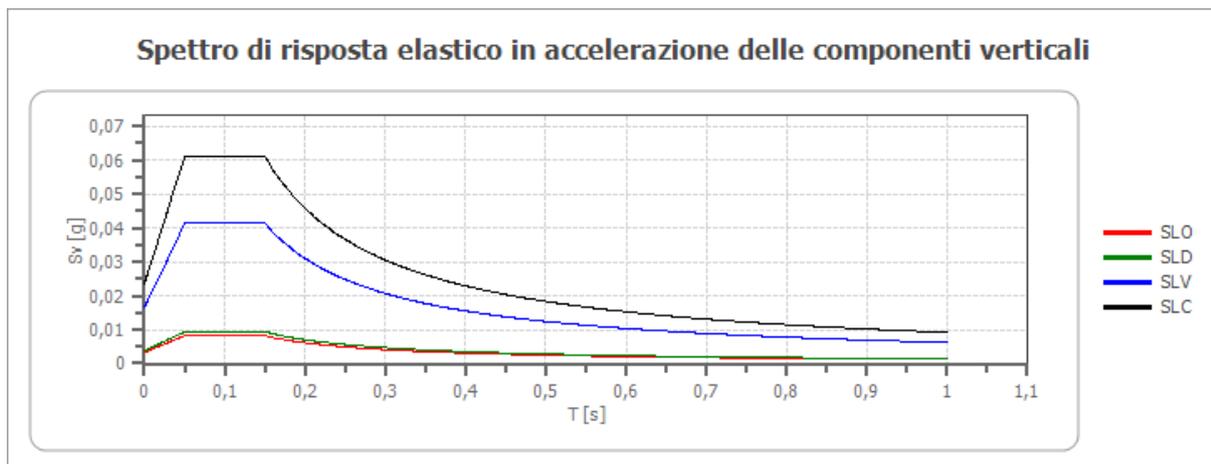
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,266	0,292	0,776	0,992
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,487	0,146	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,097	0,290	1,672	0,027	0,067
SLD	0,7	0,020	2,477	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,306	1,679	0,030	0,074
SLV	0,7	0,053	2,525	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,811	0,079	0,200
SLC	0,7	0,067	2,579	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	1,870	0,101	0,261

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,487	0,146	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,477	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,053	2,525	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,067	2,579	0,326	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,061

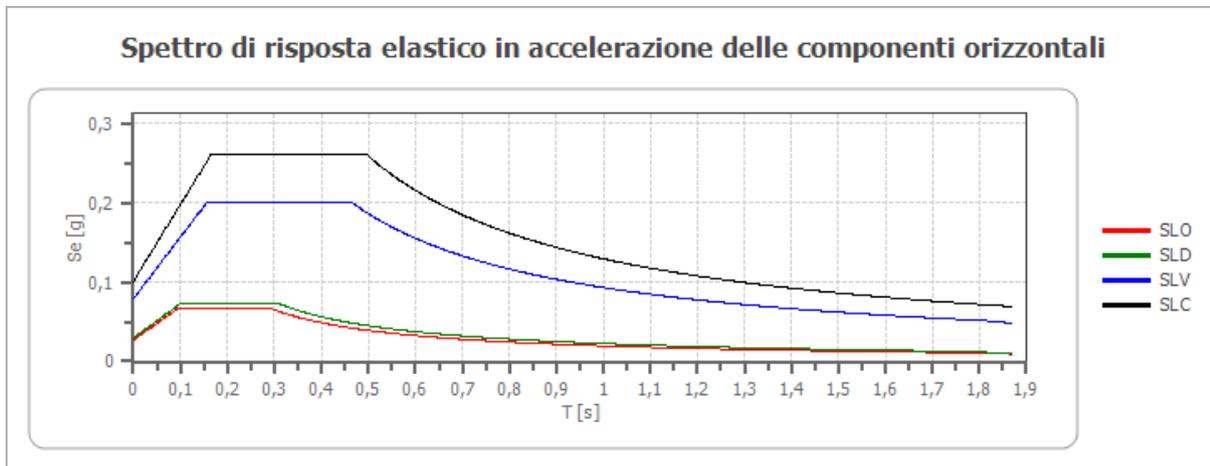
AREA 4

- ❖ Categoria di sottosuolo: C
- ❖ Categoria topografica: T1

COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI

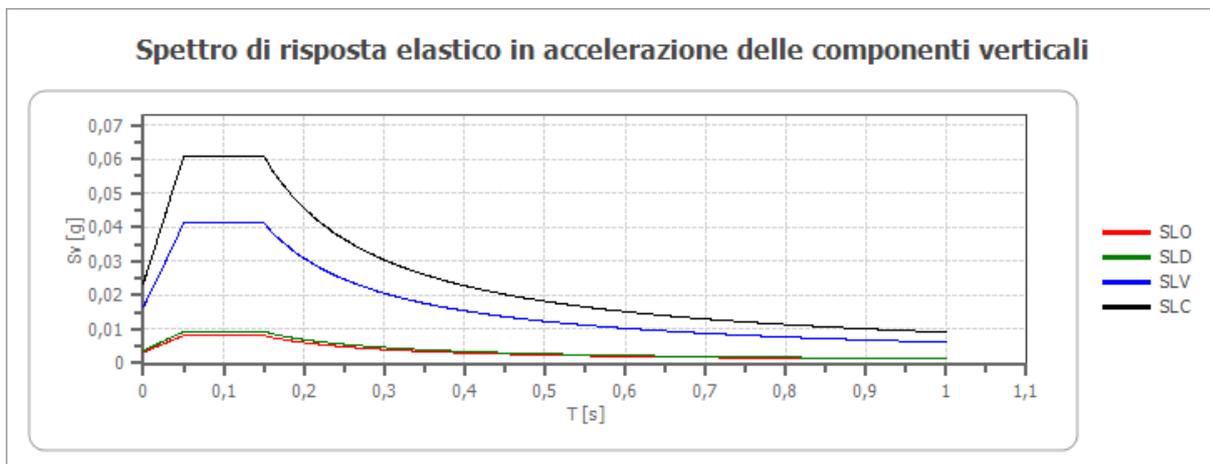
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,265	0,291	0,774	0,990
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,487	0,146	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,097	0,290	1,672	0,027	0,067
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,306	1,679	0,030	0,074
SLV	0,7	0,053	2,525	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,811	0,079	0,199
SLC	0,7	0,067	2,579	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	1,869	0,101	0,260

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,487	0,146	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,053	2,525	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,067	2,579	0,326	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,061

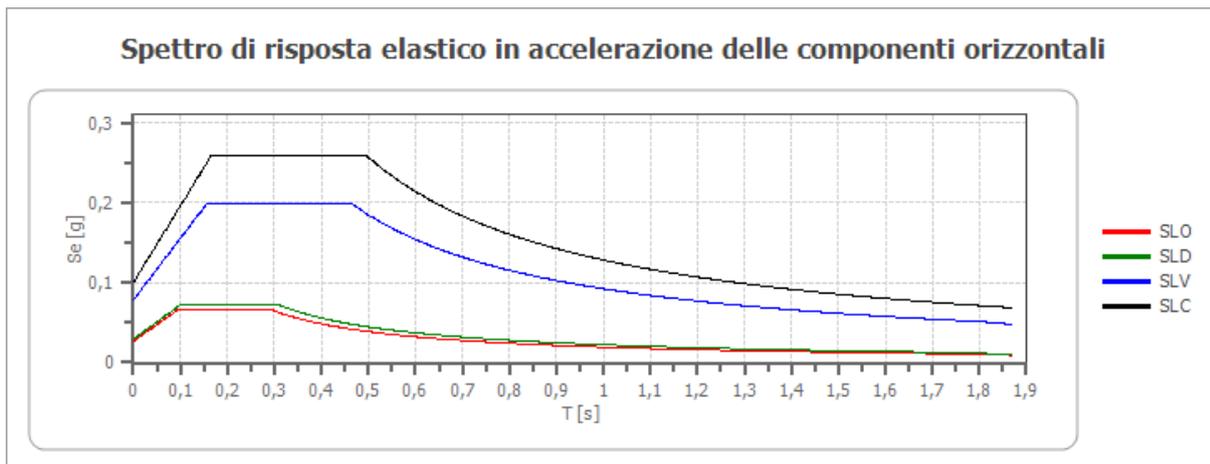
AREA 5

- ❖ Categoria di sottosuolo: C
- ❖ Categoria topografica: T1

COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI

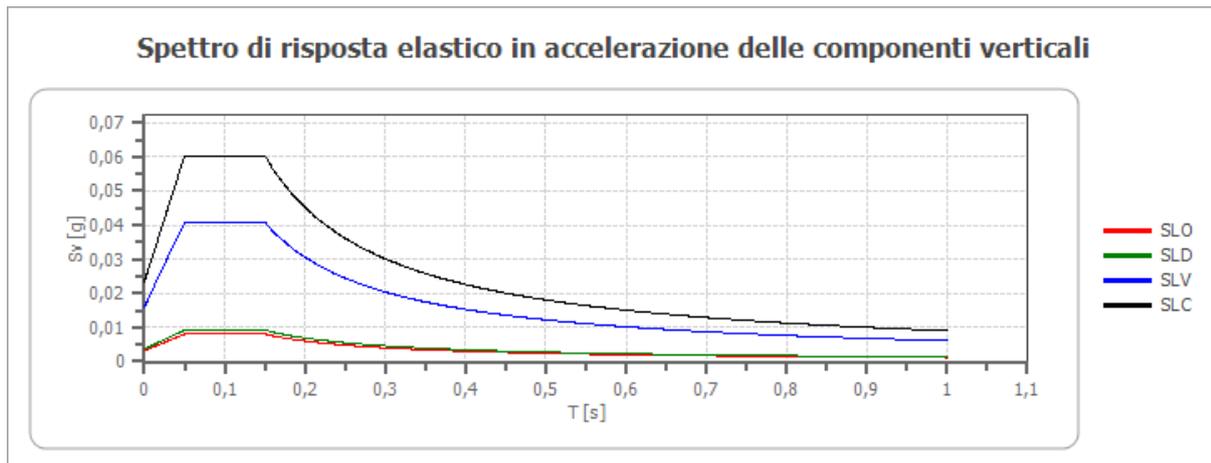
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,264	0,289	0,770	0,985
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,097	0,290	1,672	0,027	0,067
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,305	1,679	0,029	0,073
SLV	0,7	0,052	2,524	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,809	0,079	0,198
SLC	0,7	0,067	2,576	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	1,868	0,100	0,259

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



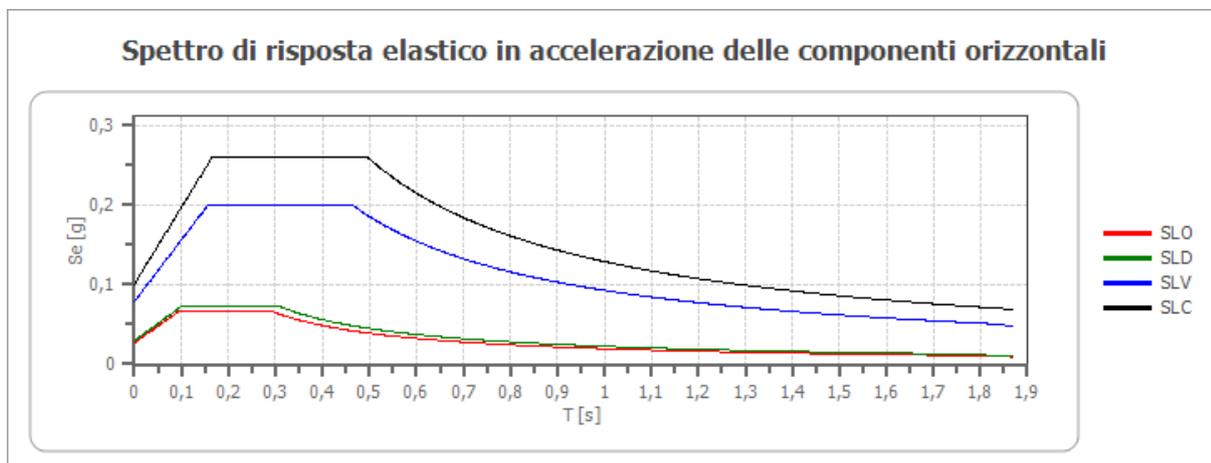
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,052	2,524	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,067	2,576	0,326	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,060

AREA 6

- ❖ Categoria di sottosuolo: C
- ❖ Categoria topografica: T1

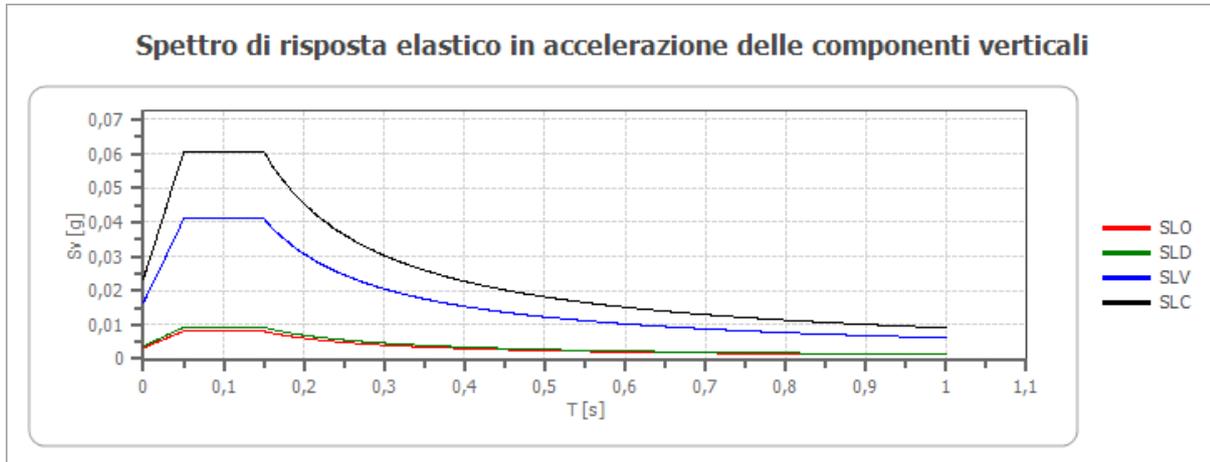
COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,264	0,290	0,772	0,988
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,096	0,289	1,672	0,027	0,067
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,305	1,679	0,030	0,073
SLV	0,7	0,052	2,525	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,810	0,079	0,199
SLC	0,7	0,067	2,578	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	1,869	0,101	0,260

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



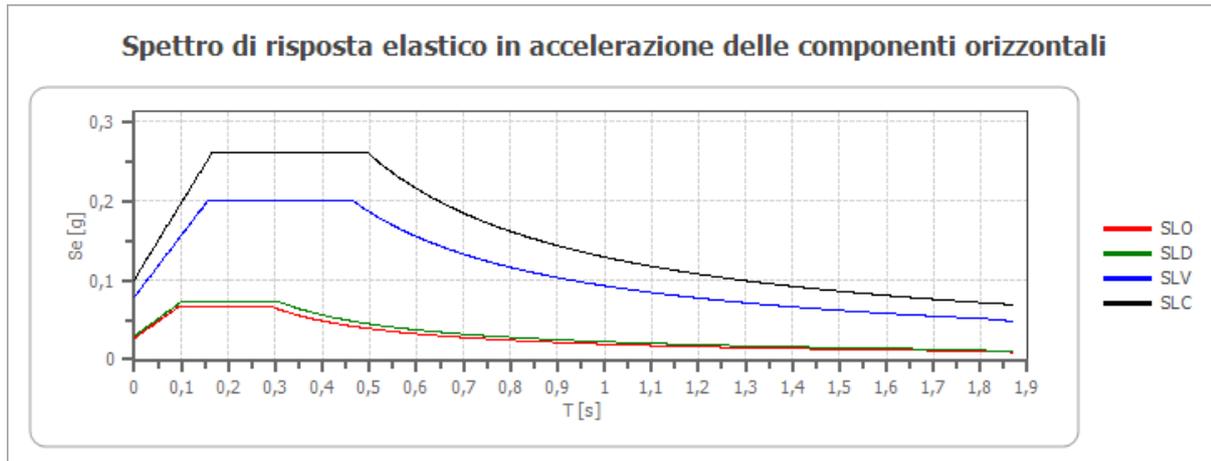
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,052	2,525	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,067	2,578	0,326	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,061

AREA 7

- ❖ Categoria di sottosuolo: C
- ❖ Categoria topografica: T1

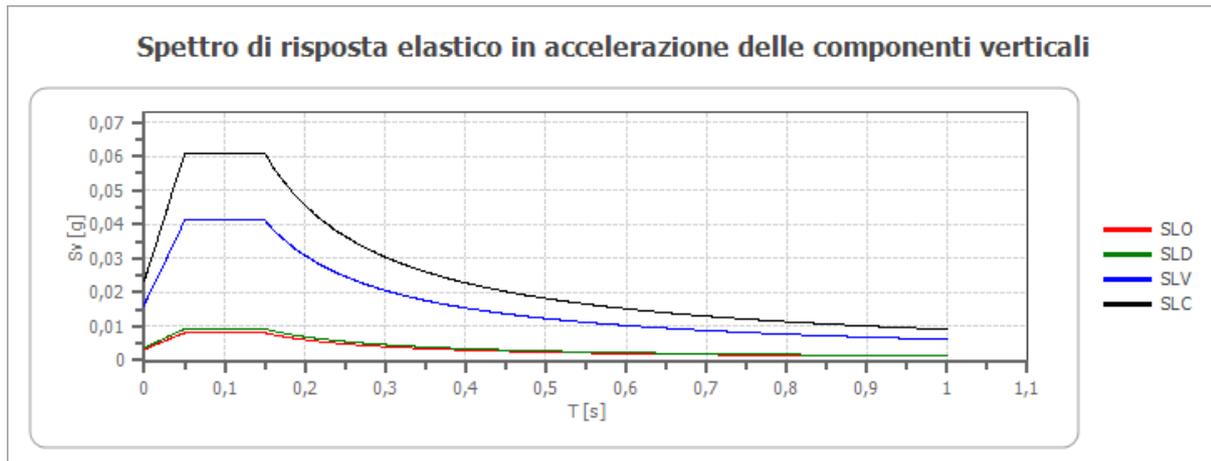
COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,265	0,291	0,774	0,990
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,096	0,289	1,672	0,027	0,067
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,305	1,679	0,030	0,073
SLV	0,7	0,053	2,526	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,810	0,079	0,199
SLC	0,7	0,067	2,579	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	1,869	0,101	0,260

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,053	2,526	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,067	2,579	0,326	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,061

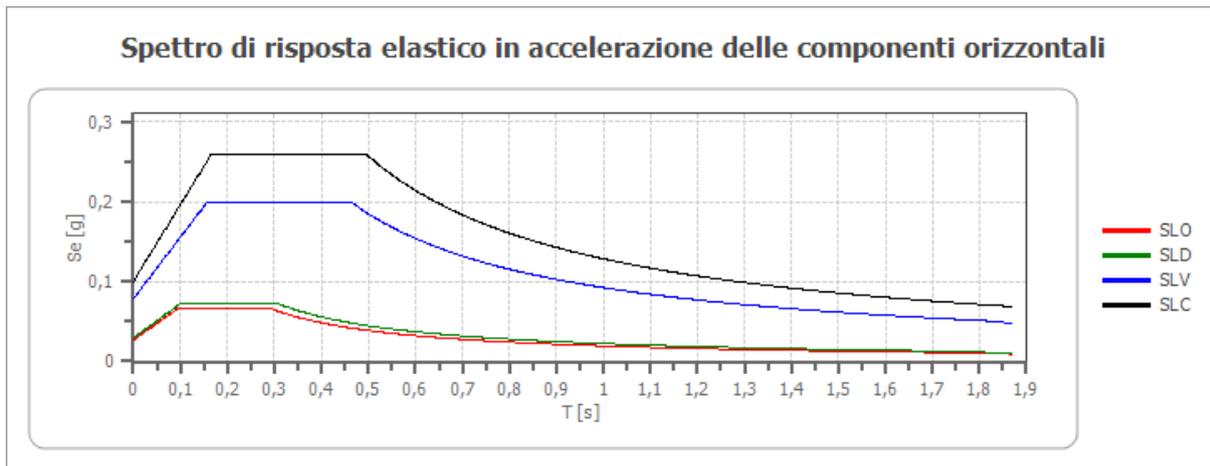
AREA 8

- ❖ Categoria di sottosuolo: C
- ❖ Categoria topografica: T1

COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI

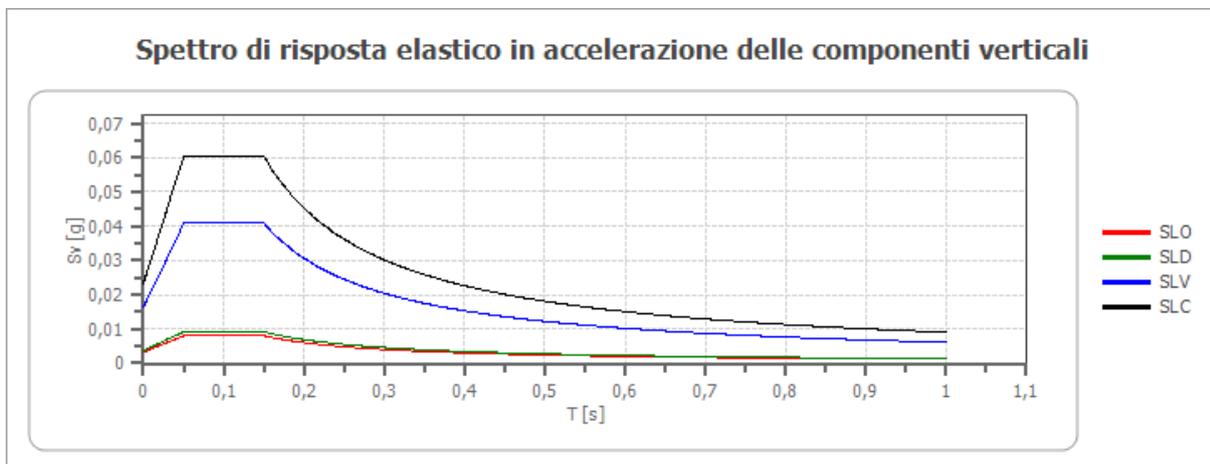
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,264	0,289	0,770	0,986
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,096	0,289	1,672	0,027	0,067
SLD	0,7	0,020	2,479	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,305	1,679	0,029	0,073
SLV	0,7	0,052	2,525	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,810	0,079	0,198
SLC	0,7	0,067	2,578	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	1,868	0,101	0,259

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,479	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,052	2,525	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,067	2,578	0,326	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,060

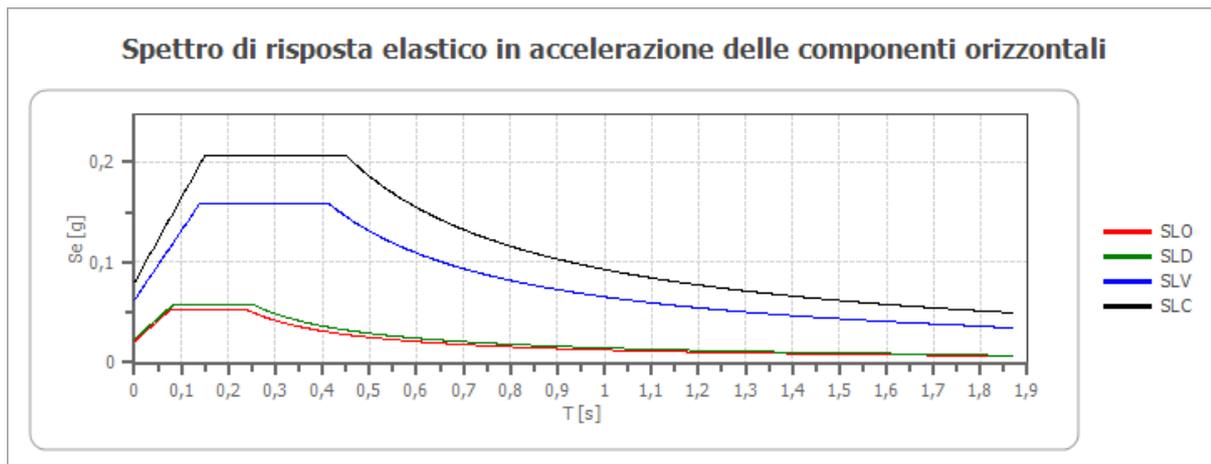
AREA 9

- ❖ Categoria di sottosuolo: B
- ❖ Categoria topografica: T1

COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI

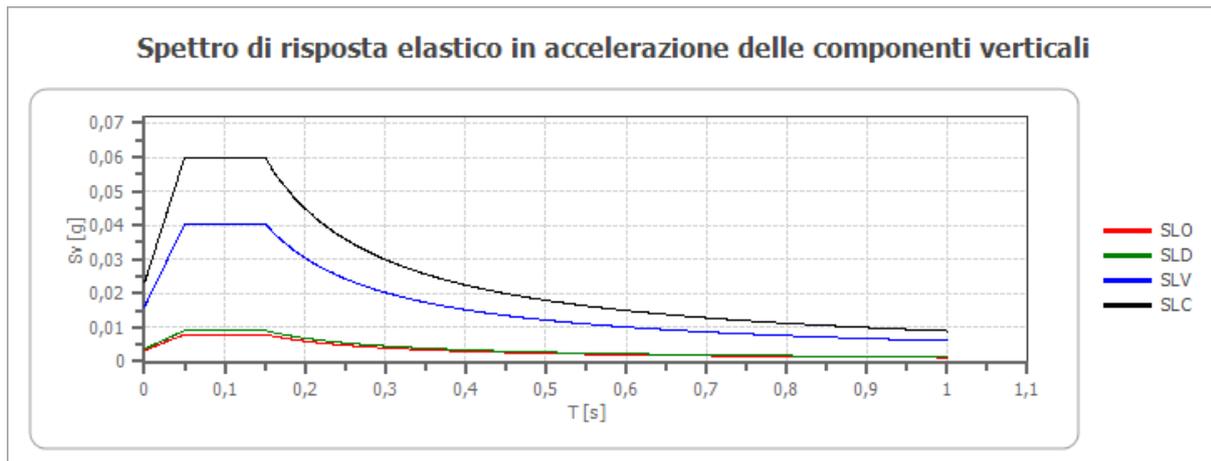
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,004	0,005	0,013	0,016
kv	0,002	0,002	0,006	0,008
Amax [m/s ²]	0,210	0,230	0,614	0,785
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,489	0,146	1,200	1,620	1,000	1,200	1,000	0,079	0,237	1,671	0,021	0,053
SLD	0,7	0,020	2,479	0,158	1,200	1,590	1,000	1,200	1,000	0,084	0,251	1,678	0,023	0,058
SLV	0,7	0,052	2,525	0,297	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,138	0,415	1,809	0,063	0,158
SLC	0,7	0,067	2,577	0,326	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,150	0,450	1,867	0,080	0,206

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



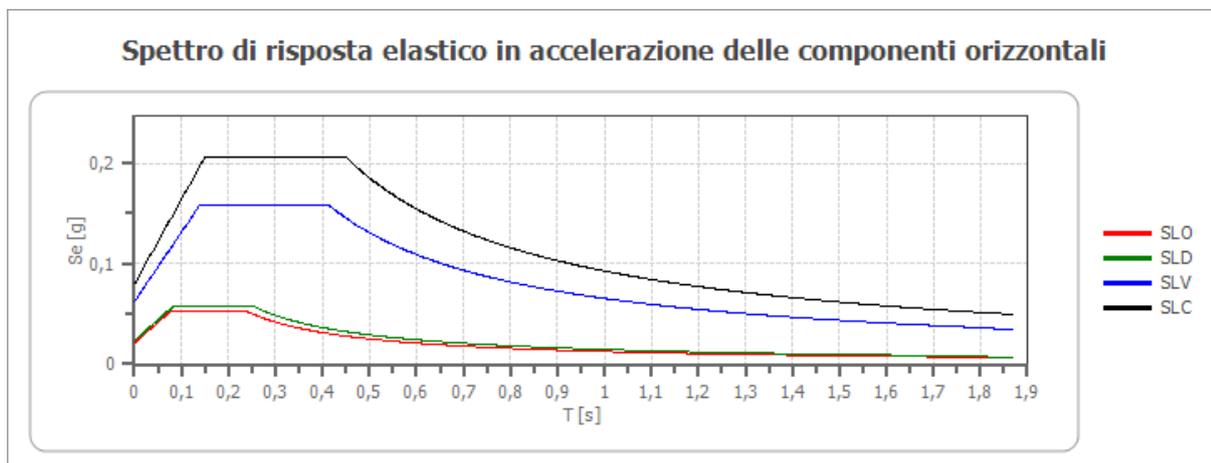
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,489	0,146	1	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,479	0,158	1	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,052	2,525	0,297	1	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,067	2,577	0,326	1	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,060

AREA 10

- ❖ Categoria di sottosuolo: B
- ❖ Categoria topografica: T1

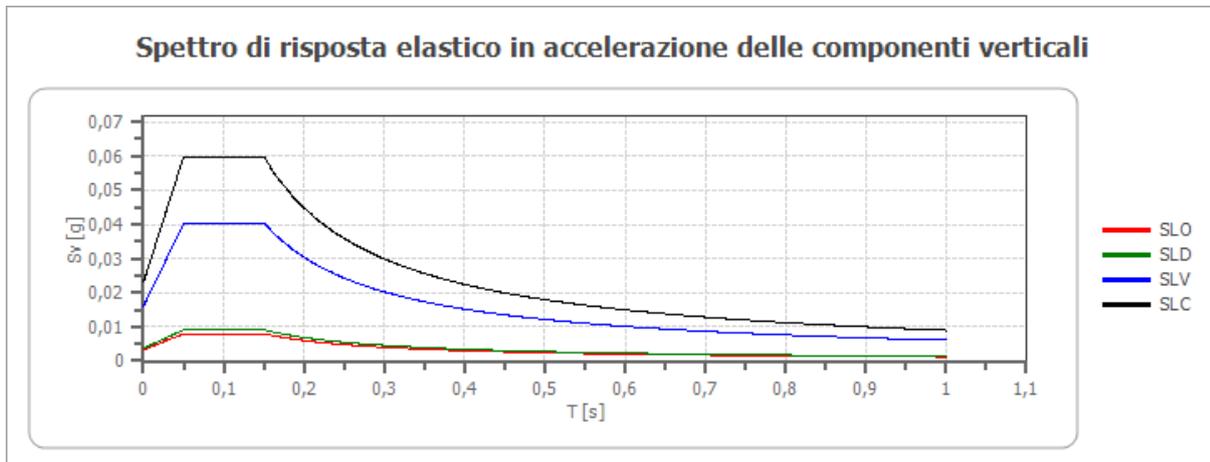
COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,004	0,005	0,012	0,016
kv	0,002	0,002	0,006	0,008
Amax [m/s ²]	0,209	0,230	0,613	0,784
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,489	0,146	1,200	1,620	1,000	1,200	1,000	0,079	0,237	1,671	0,021	0,053
SLD	0,7	0,020	2,479	0,158	1,200	1,590	1,000	1,200	1,000	0,084	0,251	1,678	0,023	0,058
SLV	0,7	0,052	2,525	0,296	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,138	0,415	1,808	0,062	0,158
SLC	0,7	0,067	2,577	0,326	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,150	0,450	1,866	0,080	0,206

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



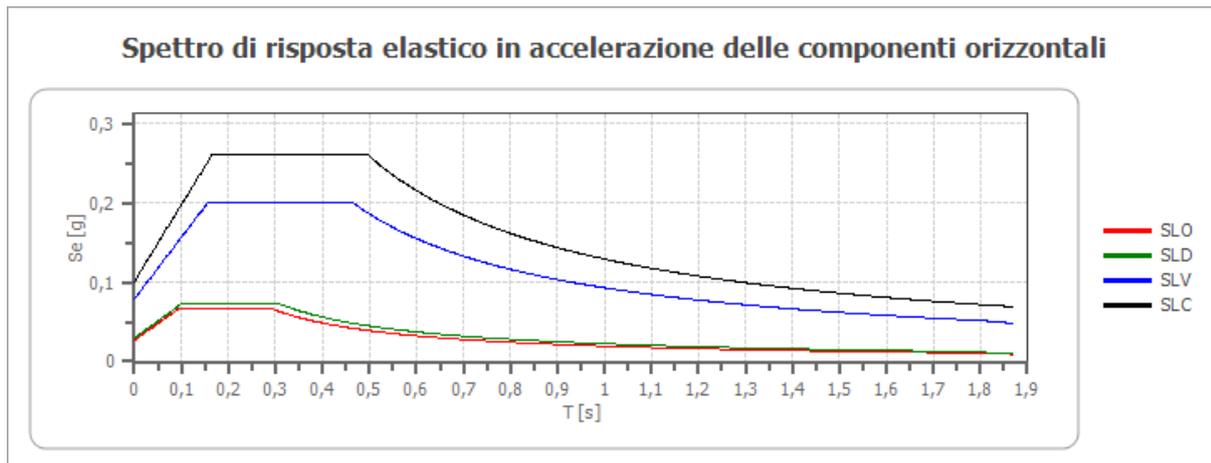
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,489	0,146	1	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,479	0,158	1	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,052	2,525	0,296	1	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,040
SLC	0,7	0,067	2,577	0,326	1	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,060

AREA 11

- ❖ Categoria di sottosuolo: C
- ❖ Categoria topografica: T1

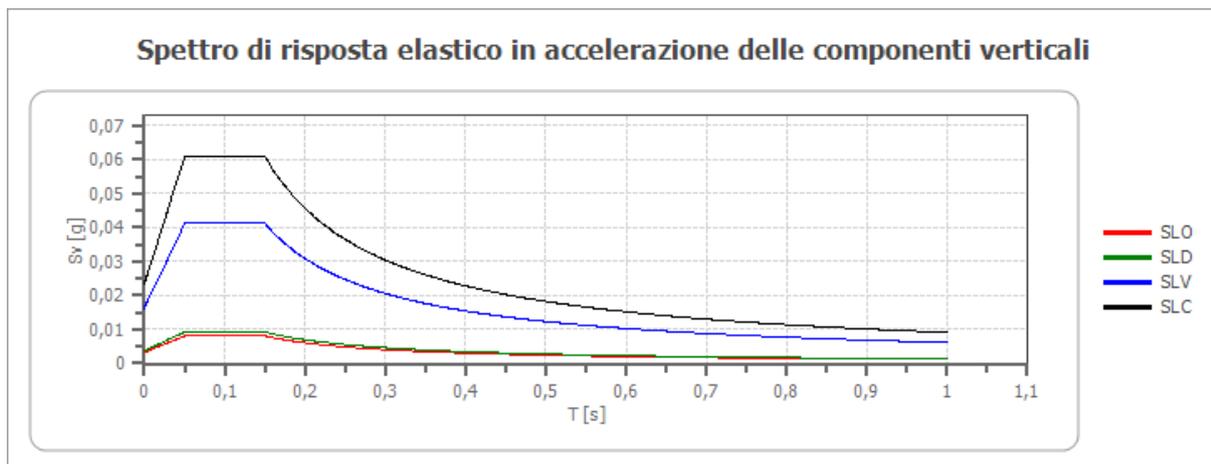
COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,265	0,291	0,775	0,991
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,096	0,289	1,672	0,027	0,067
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,305	1,679	0,030	0,073
SLV	0,7	0,053	2,526	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,811	0,079	0,199
SLC	0,7	0,067	2,580	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	1,869	0,101	0,261

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



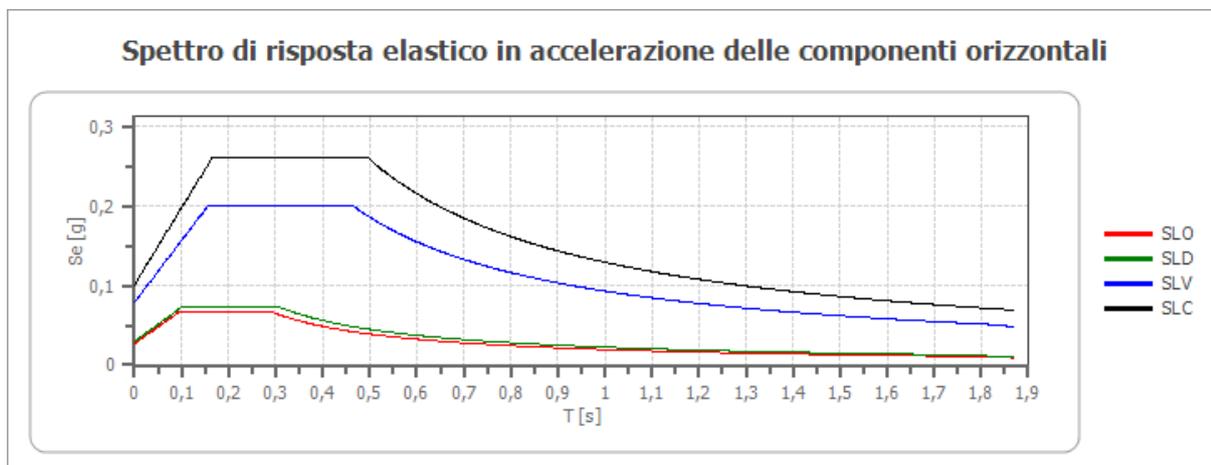
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,053	2,526	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,067	2,580	0,326	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,061

AREA 12

- ❖ Categoria di sottosuolo: C
- ❖ Categoria topografica: T1

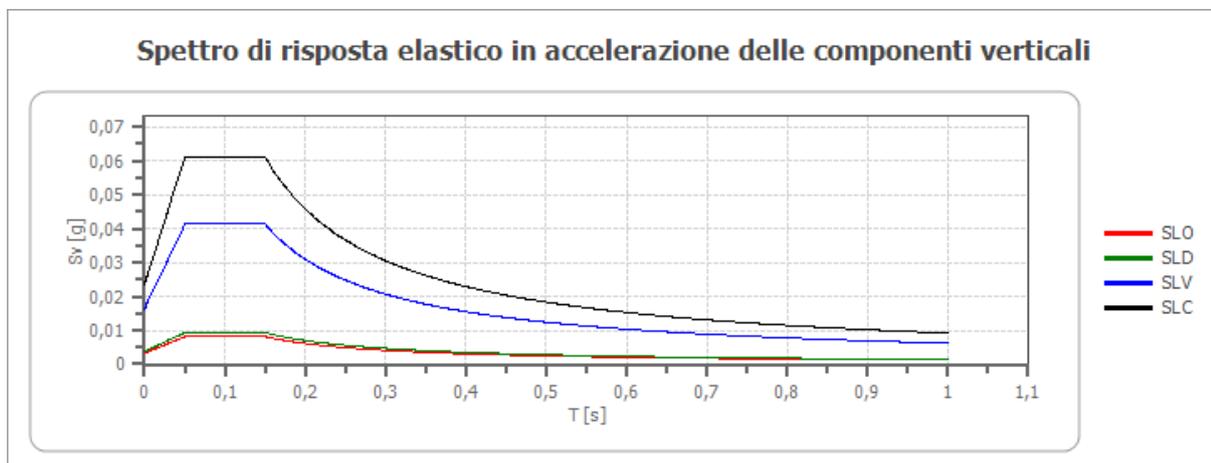
COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,265	0,291	0,775	0,992
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,096	0,289	1,672	0,027	0,067
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,305	1,679	0,030	0,074
SLV	0,7	0,053	2,526	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,811	0,079	0,200
SLC	0,7	0,067	2,580	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	1,870	0,101	0,261

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,053	2,526	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,067	2,580	0,326	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,061

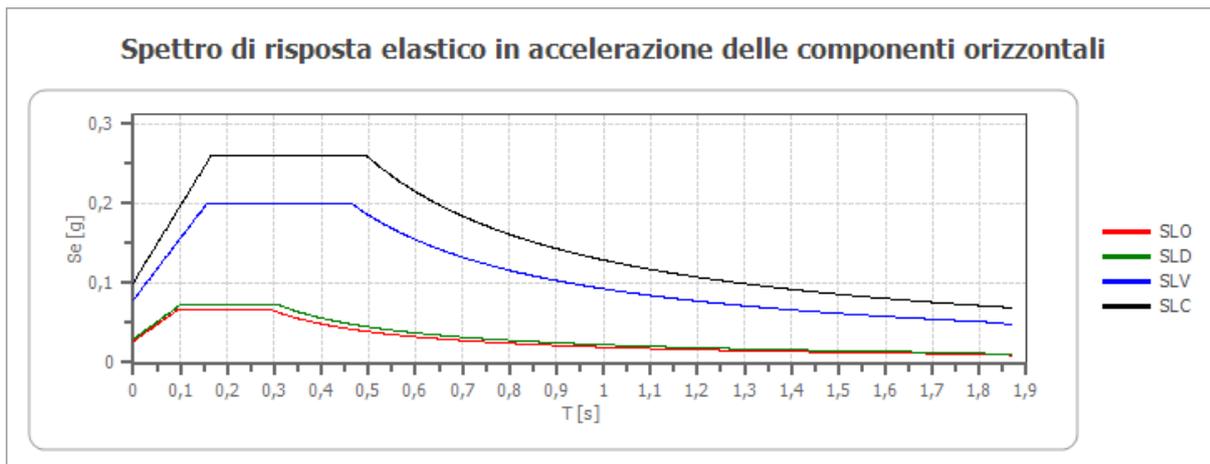
AREA 13

- ❖ Categoria di sottosuolo: C
- ❖ Categoria topografica: T1

COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI

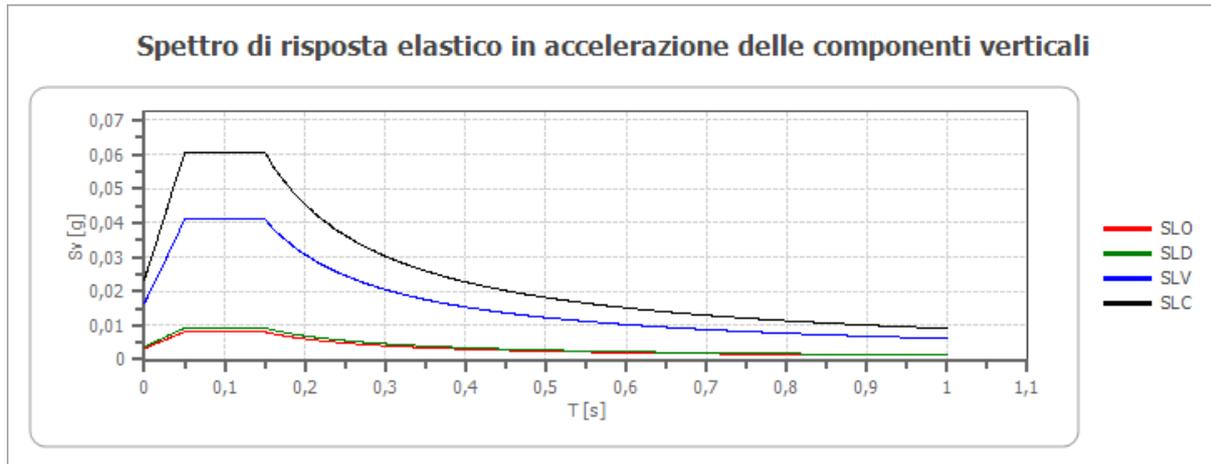
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,264	0,290	0,772	0,987
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,096	0,289	1,672	0,027	0,067
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,305	1,679	0,030	0,073
SLV	0,7	0,052	2,525	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,810	0,079	0,199
SLC	0,7	0,067	2,578	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	1,868	0,101	0,260

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



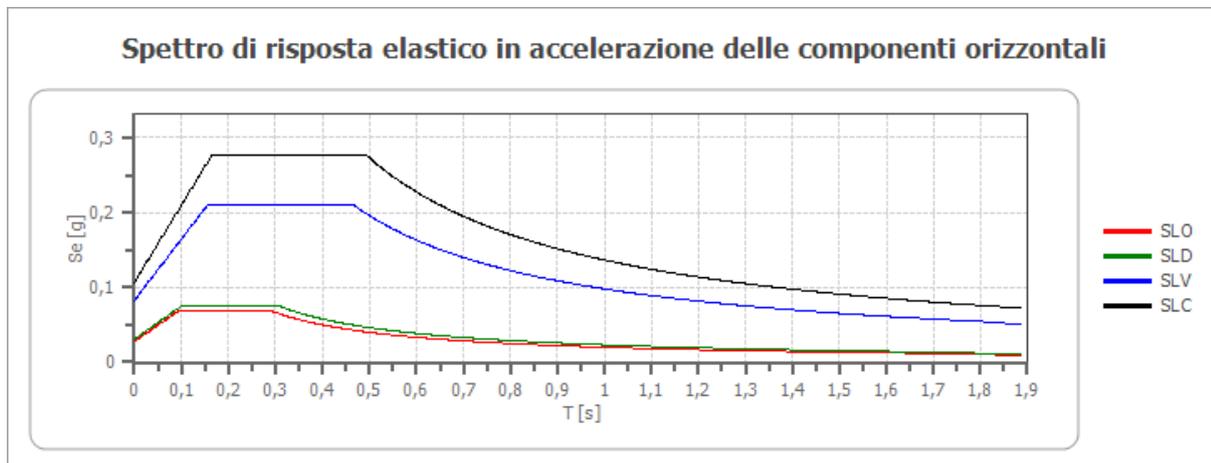
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,018	2,488	0,146	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	0,7	0,020	2,478	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,009
SLV	0,7	0,052	2,525	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,041
SLC	0,7	0,067	2,578	0,326	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,061

AREA 14

- ❖ Categoria di sottosuolo: C
- ❖ Categoria topografica: T1

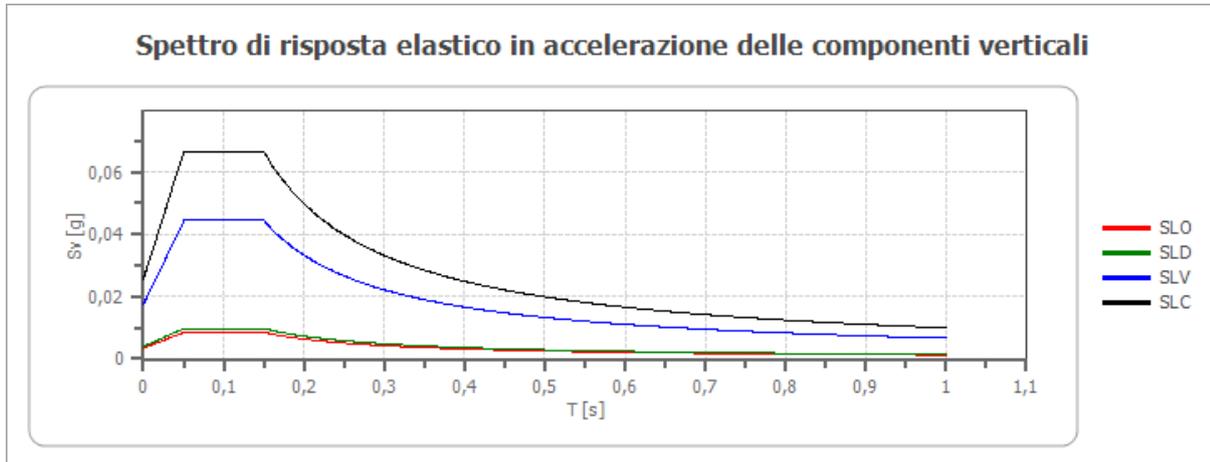
COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,006	0,006	0,017	0,021
kv	0,003	0,003	0,008	0,011
Amax [m/s ²]	0,273	0,300	0,812	1,047
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,019	2,487	0,145	1,500	1,980	1,000	1,500	1,000	0,096	0,288	1,674	0,028	0,069
SLD	0,7	0,020	2,475	0,158	1,500	1,930	1,000	1,500	1,000	0,102	0,305	1,682	0,031	0,076
SLV	0,7	0,055	2,536	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,156	0,467	1,821	0,083	0,210
SLC	0,7	0,071	2,590	0,325	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,494	1,885	0,107	0,277

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	0,7	0,019	2,487	0,145	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,009
SLD	0,7	0,020	2,475	0,158	1	1,930	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,010
SLV	0,7	0,055	2,536	0,297	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,044
SLC	0,7	0,071	2,590	0,325	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,026	0,066

6. INDAGINE GEOGNOSTICA

Le indagini geognostiche hanno lo scopo di fornire i dati e le informazioni necessarie per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, ad un livello adeguato alle necessità del progetto.

Tale caratterizzazione, eseguita in fase di progettazione, è da considerarsi esaustiva e potrà essere eventualmente integrata da indagini di maggior dettaglio qualora necessario in relazione a esigenze specifiche di calcolo strutturale.

Con l'obiettivo di caratterizzare il sottosuolo sia da un punto di vista litostratigrafico che geotecnico sono state eseguite n. 33 prove penetrometriche dinamiche continue tipo DPSH omogeneamente distribuite su tutte le aree di intervento. (Tav 6 – Ubicazione indagini)

Nel complesso le indagini disponibili sono:

- ❖ N. 35 prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH di profondità massima 9.8 m da quota p.c. per raggiungimento del valore di rifiuto alla penetrazione della punta;

In relazione al volume significativo dei depositi direttamente influenzati dalla costruzione delle opere in progetto e alla natura dei terreni ed ai requisiti funzionali delle opere stesse, si riassumono le profondità massime investigate con le indagini in sito:

PROVA	Coord_X (E)	Coord_Y (N)	DATA ESECUZIONE	PROFONDITA'
DPSH 1	292205.43	4204741.95	24.07.2023	7.40 m
DPSH 2	292028.39	4204494.54	24.07.2023	9.60 m
DPSH 3	292265.39	4204374.74	24.07.2023	3.60 m
DPSH 4	292156.31	4204199.60	24.07.2023	6.80 m
DPSH 5	292003.75	4204061.07	24.07.2023	6.20 m
DPSH 6	291811.73	4204039.10	24.07.2023	7.00 m
DPSH 7	291588.86	4203732.79	24.07.2023	8.20 m
DPSH 8	290886.68	4203935.92	24.07.2023	7.40 m
DPSH 9	290677.68	4203664.68	24.07.2023	8.00 m
DPSH 10	291244.18	4202469.71	24.07.2023	8.40 m
DPSH 11	291262.25	4202207.05	25.07.2023	8.60 m
DPSH 12	291457.86	4202022.76	25.07.2023	7.60 m
DPSH 13	291011.58	4202694.82	25.07.2023	9.40 m
DPSH 14	290776.20	4202503.66	25.07.2023	7.20 m
DPSH 15	290958.28	4202456.93	25.07.2023	6.60 m
DPSH 16	290843.84	4201897.79	25.07.2023	8.20 m
DPSH 17	290559.32	4201913.88	25.07.2023	7.80 m

Relazione Geologica**dicembre 2023**

DPSH 18	290285.01	4201473.61	25.07.2023	8.60 m
DPSH 19	291070.34	4201974.68	25.07.2023	6.80 m
DPSH 20	291179.92	4201569.51	25.07.2023	8.20 m
DPSH 21	291556.96	4201772.93	26.07.2023	7.60 m
DPSH 22	291263.69	4200801.63	26.07.2023	7.20 m
DPSH 23	291805.08	4201206.64	26.07.2023	7.60 m
DPSH 24	291837.43	4191351.68	26.07.2023	9.80 m
DPSH 25	291798.52	4191190.74	26.07.2023	9.20 m
DPSH 26	290176.27	4201782.32	26.07.2023	7.00 m
DPSH 27	290585.12	4201551.85	26.07.2023	8.20 m
DPSH 28	290687.59	4201750.67	26.07.2023	8.00 m
DPSH 29	290860.15	4202348.11	26.07.2023	5.40 m
DPSH 30	291134.60	4202392.42	26.07.2023	9.00 m
DPSH 31	291258.72	4201986.14	26.07.2023	6.80 m
DPSH 32	291411.03	4201649.19	26.07.2023	7.20 m
DPSH 33	291599.36	4201012.88	26.07.2023	6.60 m

Tabella 2: Sintesi caratteristiche indagini geognostiche – Ubicazione UTM 32N – EPSG 32632

Le prove eseguite hanno consentito di delineare con chiarezza l'andamento in profondità della litostratigrafia dei depositi che verranno interessati dalle opere in progetto.

Durante la campagna di indagini geognostiche eseguita appositamente in situ, non è stato intercettato il livello statico della falda principale, tuttavia, si è riscontrata la presenza di una debole circolazione idrica superficiale dovuta alla percolazione per gravità delle acque meteoriche che creano falde sospese in corrispondenza dei livelli più permeabili, in concomitanza di eventi piovosi intensi. Tali falde sospese sono generalmente caratterizzate da stagionalità e portate modeste.

6.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH (DYNAMIC PROBE SUPER HEAVY)

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche è costituita da un penetrometro cingolato marca Pagani TG 63/200 statico dinamico. Le caratteristiche costruttive e prestazionali sono le seguenti:

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

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	63.5	Kg
Altezza di caduta libera	0.75	m
Peso sistema di battuta	0.63	Kg
Diametro punta conica	51.00	mm
Area di base punta	20.43	cm ²
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	6.31	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40	m
Avanzamento punta	0.20	m
Numero colpi per punta	N (20)	
Coeff. Correlazione	1.46	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	90°	

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infingere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari. Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

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

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

- **CORRELAZIONE CON Nspt**

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

$$N_{spt} = \delta \cdot t \cdot N$$

Dove:

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

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT. L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui

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

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

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

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

- **METODOLOGIA DI ELABORAZIONE**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-

Frankowsky 1981. Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

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

In particolare, consente di ottenere informazioni su:

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

• VALUTAZIONI STATISTICHE

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

- **Medio:** Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- **Media minima:** Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- **Massimo:** Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- **Minimo:** Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- **Media + s:** Media + scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- **Media - s:** Media - scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

La buona diffusione di questo tipo di prove e la sua standardizzazione consentono di ottenere una significativa caratterizzazione dei terreni attraversati, nonché un'attendibile identificazione dei principali parametri geotecnici, mediante l'utilizzo delle principali correlazioni presenti in bibliografia.

6.1.1 TABULATI DI PROVA

PROVA ...DPSH 1

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 24-07-2023
 Profondita' prova 7,40 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	2	0,836	16,13	19,29
1,40	2	0,833	16,06	19,29
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	3	0,823	22,01	26,73
2,20	4	0,820	29,23	35,64
2,40	4	0,817	29,13	35,64
2,60	5	0,814	33,72	41,41
2,80	4	0,811	26,88	33,13
3,00	5	0,809	33,49	41,41
3,20	4	0,806	26,70	33,13
3,40	4	0,803	26,61	33,13
3,60	3	0,801	18,59	23,21
3,80	5	0,798	30,88	38,68
4,00	6	0,796	36,95	46,41
4,20	9	0,794	55,26	69,62
4,40	19	0,741	108,97	146,97
4,60	23	0,689	115,04	166,91
4,80	23	0,687	114,68	166,91
5,00	22	0,685	109,37	159,65
5,20	22	0,683	109,04	159,65
5,40	23	0,681	113,67	166,91
5,60	24	0,679	111,39	164,02
5,80	23	0,677	106,46	157,18
6,00	22	0,675	101,56	150,35
6,20	24	0,674	110,50	164,02
6,40	25	0,672	114,82	170,85
6,60	23	0,670	99,57	148,53
6,80	21	0,669	90,69	135,61
7,00	24	0,667	103,40	154,99
7,20	27	0,666	116,06	174,36
7,40	50	0,564	182,16	322,89

PROVA ...DPSH 2

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 24-07-2023
 Profondita' prova 9,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	4	0,851	35,76	42,03
0,60	3	0,847	24,50	28,93
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	4	0,840	32,39	38,57
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	2	0,823	14,67	17,82
2,20	3	0,820	21,92	26,73
2,40	3	0,817	21,84	26,73
2,60	3	0,814	20,23	24,85
2,80	2	0,811	13,44	16,56
3,00	2	0,809	13,39	16,56
3,20	2	0,806	13,35	16,56
3,40	3	0,803	19,96	24,85
3,60	3	0,801	18,59	23,21
3,80	3	0,798	18,53	23,21
4,00	3	0,796	18,47	23,21
4,20	3	0,794	18,42	23,21
4,40	4	0,791	24,49	30,94
4,60	4	0,789	22,91	29,03
4,80	4	0,787	22,85	29,03
5,00	5	0,785	28,48	36,28
5,20	6	0,783	34,09	43,54
5,40	6	0,781	34,01	43,54
5,60	4	0,779	21,30	27,34
5,80	4	0,777	21,25	27,34
6,00	3	0,775	15,90	20,50
6,20	3	0,774	15,86	20,50
6,40	4	0,772	21,10	27,34
6,60	4	0,770	19,90	25,83
6,80	5	0,769	24,82	32,29
7,00	6	0,767	29,73	38,75
7,20	6	0,766	29,67	38,75
7,40	6	0,764	29,61	38,75
7,60	8	0,763	37,35	48,97
7,80	11	0,761	51,26	67,33
8,00	14	0,710	60,83	85,69
8,20	18	0,709	78,07	110,18
8,40	21	0,657	84,48	128,54

Relazione Geologica

dicembre 2023

8,60	22	0,656	83,95	127,98
8,80	22	0,655	83,79	127,98
9,00	23	0,653	87,44	133,80
9,20	23	0,652	87,27	133,80
9,40	27	0,651	102,27	157,07
9,60	50	0,550	152,40	277,12

PROVA ...DPSH 3

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 24-07-2023
 Profondita' prova 3,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	7	0,851	62,58	73,55
0,60	15	0,797	115,29	144,65
0,80	19	0,793	145,36	183,23
1,00	24	0,740	171,21	231,44
1,20	23	0,736	163,30	221,80
1,40	23	0,733	162,55	221,80
1,60	25	0,730	162,52	222,77
1,80	34	0,676	204,91	302,97
2,00	33	0,673	197,95	294,06
2,20	33	0,670	197,05	294,06
2,40	35	0,667	208,07	311,88
2,60	34	0,664	187,04	281,58
2,80	33	0,661	180,76	273,30
3,00	34	0,659	185,47	281,58
3,20	38	0,656	206,45	314,70
3,40	39	0,603	194,89	322,99
3,60	50	0,601	232,40	386,78

PROVA ...DPSH 4

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 24-07-2023
 Profondita' prova 6,80 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	5	0,851	44,70	52,54
0,60	5	0,847	40,84	48,22
0,80	7	0,843	56,93	67,50

Relazione Geologica

dicembre 2023

1,00	5	0,840	40,49	48,22
1,20	6	0,836	48,39	57,86
1,40	5	0,833	40,16	48,22
1,60	5	0,830	36,96	44,55
1,80	8	0,826	58,91	71,29
2,00	7	0,823	51,35	62,38
2,20	11	0,820	80,39	98,02
2,40	12	0,817	87,38	106,93
2,60	12	0,814	80,92	99,38
2,80	12	0,811	80,64	99,38
3,00	14	0,759	87,96	115,94
3,20	12	0,806	80,10	99,38
3,40	15	0,753	93,59	124,23
3,60	18	0,751	104,55	139,24
3,80	17	0,748	98,42	131,50
4,00	17	0,746	98,10	131,50
4,20	18	0,744	103,55	139,24
4,40	23	0,691	123,02	177,92
4,60	25	0,689	125,04	181,42
4,80	28	0,687	139,61	203,19
5,00	27	0,685	134,22	195,94
5,20	29	0,683	143,74	210,45
5,40	31	0,631	141,96	224,96
5,60	31	0,629	133,29	211,86
5,80	32	0,627	137,18	218,69
6,00	31	0,625	132,51	211,86
6,20	33	0,624	140,67	225,53
6,40	38	0,622	161,54	259,70
6,60	37	0,620	148,23	238,94
6,80	50	0,569	183,64	322,89

PROVA ...DPSH 5

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 24-07-2023
 Profondita' prova 6,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	6	0,851	53,64	63,04
0,60	6	0,847	49,01	57,86
0,80	5	0,843	40,66	48,22
1,00	5	0,840	40,49	48,22
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	4	0,826	29,45	35,64
2,00	6	0,823	44,01	53,47
2,20	7	0,820	51,16	62,38

Relazione Geologica

dicembre 2023

2,40	6	0,817	43,69	53,47
2,60	4	0,814	26,97	33,13
2,80	13	0,761	81,98	107,66
3,00	18	0,759	113,10	149,07
3,20	22	0,706	128,63	182,20
3,40	24	0,703	139,81	198,76
3,60	25	0,701	135,54	193,39
3,80	24	0,698	129,66	185,65
4,00	22	0,696	118,45	170,18
4,20	23	0,694	123,42	177,92
4,40	22	0,691	117,67	170,18
4,60	26	0,689	130,05	188,68
4,80	28	0,687	139,61	203,19
5,00	31	0,635	142,86	224,96
5,20	30	0,683	148,70	217,71
5,40	29	0,681	143,33	210,45
5,60	32	0,629	137,59	218,69
5,80	35	0,627	150,04	239,19
6,00	34	0,625	145,34	232,36
6,20	50	0,574	196,04	341,71

PROVA ...DPSH 6

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 24-07-2023
 Profondita' prova 7,00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	6	0,840	48,59	57,86
1,20	7	0,836	56,45	67,50
1,40	4	0,833	32,13	38,57
1,60	4	0,830	29,57	35,64
1,80	4	0,826	29,45	35,64
2,00	5	0,823	36,68	44,55
2,20	5	0,820	36,54	44,55
2,40	5	0,817	36,41	44,55
2,60	7	0,814	47,20	57,97
2,80	18	0,761	113,51	149,07
3,00	27	0,709	158,46	223,61
3,20	27	0,706	157,87	223,61
3,40	28	0,703	163,11	231,89
3,60	28	0,701	151,81	216,59
3,80	28	0,698	151,27	216,59
4,00	28	0,696	150,75	216,59
4,20	27	0,694	144,88	208,86

Relazione Geologica

dicembre 2023

4,40	28	0,691	149,76	216,59
4,60	28	0,689	140,05	203,19
4,80	31	0,637	143,33	224,96
5,00	33	0,635	152,07	239,48
5,20	33	0,633	151,59	239,48
5,40	35	0,631	160,28	253,99
5,60	36	0,629	154,78	246,03
5,80	37	0,627	158,62	252,86
6,00	38	0,625	162,43	259,70
6,20	38	0,624	161,98	259,70
6,40	38	0,622	161,54	259,70
6,60	35	0,620	140,22	226,02
6,80	39	0,569	143,24	251,86
7,00	50	0,567	183,14	322,89

PROVA ...DPSH 7

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 24-07-2023
 Profondita' prova 8,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	4	0,851	35,76	42,03
0,60	4	0,847	32,67	38,57
0,80	4	0,843	32,53	38,57
1,00	4	0,840	32,39	38,57
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	2	0,830	14,78	17,82
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	3	0,823	22,01	26,73
2,20	3	0,820	21,92	26,73
2,40	4	0,817	29,13	35,64
2,60	3	0,814	20,23	24,85
2,80	4	0,811	26,88	33,13
3,00	3	0,809	20,09	24,85
3,20	4	0,806	26,70	33,13
3,40	4	0,803	26,61	33,13
3,60	4	0,801	24,78	30,94
3,80	5	0,798	30,88	38,68
4,00	5	0,796	30,79	38,68
4,20	5	0,794	30,70	38,68
4,40	7	0,791	42,86	54,15
4,60	7	0,789	40,09	50,80
4,80	8	0,787	45,70	58,06
5,00	9	0,785	51,27	65,31
5,20	12	0,783	68,19	87,08
5,40	17	0,731	90,19	123,37

Relazione Geologica

dicembre 2023

5,60	30	0,679	139,24	205,02
5,80	30	0,677	138,86	205,02
6,00	31	0,625	132,51	211,86
6,20	29	0,674	133,52	198,19
6,40	31	0,622	131,78	211,86
6,60	32	0,620	128,20	206,65
6,80	33	0,619	131,86	213,11
7,00	33	0,617	131,53	213,11
7,20	33	0,616	131,20	213,11
7,40	29	0,664	124,38	187,28
7,60	31	0,613	116,26	189,75
7,80	34	0,611	127,22	208,11
8,00	37	0,610	138,13	226,47
8,20	50	0,559	170,95	306,04

PROVA ...DPSH 8

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 24-07-2023
 Profondita' prova 7,40 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	4	0,851	35,76	42,03
0,60	5	0,847	40,84	48,22
0,80	5	0,843	40,66	48,22
1,00	4	0,840	32,39	38,57
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	4	0,833	32,13	38,57
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	4	0,823	29,34	35,64
2,20	4	0,820	29,23	35,64
2,40	3	0,817	21,84	26,73
2,60	4	0,814	26,97	33,13
2,80	5	0,811	33,60	41,41
3,00	3	0,809	20,09	24,85
3,20	3	0,806	20,03	24,85
3,40	3	0,803	19,96	24,85
3,60	4	0,801	24,78	30,94
3,80	4	0,798	24,70	30,94
4,00	5	0,796	30,79	38,68
4,20	10	0,794	61,40	77,36
4,40	15	0,741	86,03	116,03
4,60	15	0,739	80,47	108,85
4,80	21	0,687	104,71	152,40
5,00	24	0,685	119,31	174,17
5,20	24	0,683	118,96	174,17
5,40	25	0,681	123,56	181,42

Relazione Geologica

dicembre 2023

5,60	25	0,679	116,03	170,85
5,80	23	0,677	106,46	157,18
6,00	22	0,675	101,56	150,35
6,20	27	0,674	124,32	184,52
6,40	26	0,672	119,41	177,69
6,60	27	0,670	116,88	174,36
6,80	28	0,669	120,92	180,82
7,00	31	0,617	123,55	200,19
7,20	35	0,616	139,15	226,02
7,40	50	0,564	182,16	322,89

PROVA ...DPSH 9

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 24-07-2023
 Profondita' prova 8,00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	4	0,851	35,76	42,03
0,60	4	0,847	32,67	38,57
0,80	4	0,843	32,53	38,57
1,00	4	0,840	32,39	38,57
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	2	0,833	16,06	19,29
1,60	2	0,830	14,78	17,82
1,80	2	0,826	14,73	17,82
2,00	2	0,823	14,67	17,82
2,20	2	0,820	14,62	17,82
2,40	3	0,817	21,84	26,73
2,60	2	0,814	13,49	16,56
2,80	3	0,811	20,16	24,85
3,00	3	0,809	20,09	24,85
3,20	4	0,806	26,70	33,13
3,40	4	0,803	26,61	33,13
3,60	3	0,801	18,59	23,21
3,80	4	0,798	24,70	30,94
4,00	5	0,796	30,79	38,68
4,20	6	0,794	36,84	46,41
4,40	6	0,791	36,73	46,41
4,60	8	0,789	45,82	58,06
4,80	19	0,737	101,63	137,88
5,00	19	0,735	101,35	137,88
5,20	22	0,683	109,04	159,65
5,40	23	0,681	113,67	166,91
5,60	24	0,679	111,39	164,02
5,80	23	0,677	106,46	157,18
6,00	23	0,675	106,17	157,18
6,20	25	0,674	115,11	170,85

Relazione Geologica

dicembre 2023

6,40	27	0,672	124,00	184,52
6,60	28	0,670	121,21	180,82
6,80	28	0,669	120,92	180,82
7,00	29	0,667	124,95	187,28
7,20	29	0,666	124,66	187,28
7,40	30	0,664	128,67	193,74
7,60	31	0,613	116,26	189,75
7,80	35	0,611	130,96	214,23
8,00	50	0,560	171,36	306,04

PROVA ...DPSH 10

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 24-07-2023
 Profondita' prova 8,40 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	3	0,851	26,82	31,52
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	1	0,843	8,13	9,64
1,00	2	0,840	16,20	19,29
1,20	2	0,836	16,13	19,29
1,40	2	0,833	16,06	19,29
1,60	2	0,830	14,78	17,82
1,80	2	0,826	14,73	17,82
2,00	2	0,823	14,67	17,82
2,20	3	0,820	21,92	26,73
2,40	2	0,817	14,56	17,82
2,60	3	0,814	20,23	24,85
2,80	3	0,811	20,16	24,85
3,00	5	0,809	33,49	41,41
3,20	5	0,806	33,38	41,41
3,40	5	0,803	33,27	41,41
3,60	5	0,801	30,98	38,68
3,80	7	0,798	43,23	54,15
4,00	7	0,796	43,10	54,15
4,20	8	0,794	49,12	61,88
4,40	7	0,791	42,86	54,15
4,60	7	0,789	40,09	50,80
4,80	7	0,787	39,98	50,80
5,00	7	0,785	39,88	50,80
5,20	9	0,783	51,14	65,31
5,40	11	0,781	62,35	79,83
5,60	13	0,729	64,78	88,84
5,80	21	0,677	97,20	143,52
6,00	22	0,675	101,56	150,35
6,20	22	0,674	101,29	150,35
6,40	22	0,672	101,04	150,35

Relazione Geologica

dicembre 2023

6,60	21	0,670	90,91	135,61
6,80	22	0,669	95,01	142,07
7,00	22	0,667	94,79	142,07
7,20	25	0,666	107,47	161,45
7,40	25	0,664	107,23	161,45
7,60	28	0,663	113,58	171,38
7,80	31	0,611	115,99	189,75
8,00	34	0,610	126,93	208,11
8,20	37	0,609	137,82	226,47
8,40	50	0,557	170,54	306,04

PROVA ...DPSH 11

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25-07-2023
 Profondita' prova 8,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	1	0,851	8,94	10,51
0,60	1	0,847	8,17	9,64
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	2	0,840	16,20	19,29
1,20	3	0,836	24,19	28,93
1,40	4	0,833	32,13	38,57
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	4	0,826	29,45	35,64
2,00	3	0,823	22,01	26,73
2,20	4	0,820	29,23	35,64
2,40	4	0,817	29,13	35,64
2,60	3	0,814	20,23	24,85
2,80	4	0,811	26,88	33,13
3,00	3	0,809	20,09	24,85
3,20	4	0,806	26,70	33,13
3,40	3	0,803	19,96	24,85
3,60	4	0,801	24,78	30,94
3,80	5	0,798	30,88	38,68
4,00	5	0,796	30,79	38,68
4,20	6	0,794	36,84	46,41
4,40	7	0,791	42,86	54,15
4,60	8	0,789	45,82	58,06
4,80	8	0,787	45,70	58,06
5,00	6	0,785	34,18	43,54
5,20	8	0,783	45,46	58,06
5,40	7	0,781	39,68	50,80
5,60	7	0,779	37,27	47,84
5,80	8	0,777	42,50	54,67
6,00	7	0,775	37,10	47,84

Relazione Geologica

dicembre 2023

6,20	6	0,774	31,73	41,00
6,40	6	0,772	31,66	41,00
6,60	7	0,770	34,82	45,20
6,80	7	0,769	34,75	45,20
7,00	6	0,767	29,73	38,75
7,20	8	0,766	39,56	51,66
7,40	9	0,764	44,41	58,12
7,60	15	0,713	65,44	91,81
7,80	21	0,661	85,00	128,54
8,00	28	0,660	113,10	171,38
8,20	28	0,659	112,87	171,38
8,40	35	0,607	130,09	214,23
8,60	50	0,556	161,71	290,86

PROVA ...DPSH 12

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25-07-2023
 Profondita' prova 7,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	4	0,855	35,92	42,03
0,40	4	0,851	35,76	42,03
0,60	4	0,847	32,67	38,57
0,80	4	0,843	32,53	38,57
1,00	4	0,840	32,39	38,57
1,20	3	0,836	24,19	28,93
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	2	0,826	14,73	17,82
2,00	2	0,823	14,67	17,82
2,20	4	0,820	29,23	35,64
2,40	3	0,817	21,84	26,73
2,60	3	0,814	20,23	24,85
2,80	4	0,811	26,88	33,13
3,00	6	0,809	40,18	49,69
3,20	6	0,806	40,05	49,69
3,40	6	0,803	39,92	49,69
3,60	4	0,801	24,78	30,94
3,80	5	0,798	30,88	38,68
4,00	6	0,796	36,95	46,41
4,20	7	0,794	42,98	54,15
4,40	6	0,791	36,73	46,41
4,60	5	0,789	28,64	36,28
4,80	8	0,787	45,70	58,06
5,00	9	0,785	51,27	65,31
5,20	7	0,783	39,78	50,80
5,40	10	0,781	56,68	72,57
5,60	11	0,779	58,57	75,18

Relazione Geologica

dicembre 2023

5,80	12	0,777	63,74	82,01
6,00	13	0,725	64,45	88,84
6,20	13	0,724	64,30	88,84
6,40	13	0,722	64,15	88,84
6,60	12	0,770	59,70	77,49
6,80	14	0,719	64,98	90,41
7,00	18	0,717	83,37	116,24
7,20	21	0,666	90,27	135,61
7,40	27	0,664	115,80	174,36
7,60	50	0,563	172,21	306,04

PROVA ...DPSH 13

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25-07-2023
 Profondita' prova 9,40 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52
0,40	4	0,851	35,76	42,03
0,60	4	0,847	32,67	38,57
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	2	0,836	16,13	19,29
1,40	2	0,833	16,06	19,29
1,60	2	0,830	14,78	17,82
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	2	0,823	14,67	17,82
2,20	7	0,820	51,16	62,38
2,40	2	0,817	14,56	17,82
2,60	3	0,814	20,23	24,85
2,80	3	0,811	20,16	24,85
3,00	3	0,809	20,09	24,85
3,20	3	0,806	20,03	24,85
3,40	4	0,803	26,61	33,13
3,60	3	0,801	18,59	23,21
3,80	4	0,798	24,70	30,94
4,00	4	0,796	24,63	30,94
4,20	3	0,794	18,42	23,21
4,40	4	0,791	24,49	30,94
4,60	4	0,789	22,91	29,03
4,80	6	0,787	34,27	43,54
5,00	6	0,785	34,18	43,54
5,20	6	0,783	34,09	43,54
5,40	5	0,781	28,34	36,28
5,60	5	0,779	26,62	34,17
5,80	7	0,777	37,18	47,84
6,00	5	0,775	26,50	34,17
6,20	6	0,774	31,73	41,00

Relazione Geologica

dicembre 2023

6,40	8	0,772	42,21	54,67
6,60	8	0,770	39,80	51,66
6,80	11	0,769	54,61	71,04
7,00	10	0,767	49,54	64,58
7,20	13	0,716	60,08	83,95
7,40	17	0,714	78,40	109,78
7,60	18	0,713	78,52	110,18
7,80	21	0,661	85,00	128,54
8,00	22	0,660	88,86	134,66
8,20	22	0,659	88,68	134,66
8,40	23	0,657	92,53	140,78
8,60	25	0,656	95,40	145,43
8,80	26	0,655	99,03	151,25
9,00	29	0,653	110,24	168,70
9,20	31	0,602	108,61	180,34
9,40	50	0,551	160,30	290,86

PROVA ...DPSH 14

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25-07-2023
 Profondita' prova 7,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	5	0,851	44,70	52,54
0,60	4	0,847	32,67	38,57
0,80	5	0,843	40,66	48,22
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	2	0,836	16,13	19,29
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	2	0,830	14,78	17,82
1,80	2	0,826	14,73	17,82
2,00	2	0,823	14,67	17,82
2,20	2	0,820	14,62	17,82
2,40	2	0,817	14,56	17,82
2,60	2	0,814	13,49	16,56
2,80	3	0,811	20,16	24,85
3,00	5	0,809	33,49	41,41
3,20	5	0,806	33,38	41,41
3,40	6	0,803	39,92	49,69
3,60	4	0,801	24,78	30,94
3,80	5	0,798	30,88	38,68
4,00	5	0,796	30,79	38,68
4,20	5	0,794	30,70	38,68
4,40	6	0,791	36,73	46,41
4,60	8	0,789	45,82	58,06
4,80	8	0,787	45,70	58,06
5,00	9	0,785	51,27	65,31

Relazione Geologica

dicembre 2023

5,20	13	0,733	69,15	94,34
5,40	15	0,731	79,58	108,85
5,60	18	0,729	89,69	123,01
5,80	19	0,727	94,44	129,85
6,00	20	0,725	99,16	136,68
6,20	21	0,674	96,69	143,52
6,40	22	0,672	101,04	150,35
6,60	22	0,670	95,24	142,07
6,80	24	0,669	103,65	154,99
7,00	27	0,667	116,33	174,36
7,20	50	0,566	182,64	322,89

PROVA ...DPSH 15

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25-07-2023
 Profondita' prova 6,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	4	0,851	35,76	42,03
0,60	6	0,847	49,01	57,86
0,80	4	0,843	32,53	38,57
1,00	4	0,840	32,39	38,57
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	2	0,833	16,06	19,29
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	3	0,823	22,01	26,73
2,20	3	0,820	21,92	26,73
2,40	4	0,817	29,13	35,64
2,60	3	0,814	20,23	24,85
2,80	4	0,811	26,88	33,13
3,00	3	0,809	20,09	24,85
3,20	5	0,806	33,38	41,41
3,40	5	0,803	33,27	41,41
3,60	4	0,801	24,78	30,94
3,80	4	0,798	24,70	30,94
4,00	9	0,796	55,42	69,62
4,20	14	0,744	80,54	108,30
4,40	14	0,741	80,30	108,30
4,60	14	0,739	75,10	101,60
4,80	15	0,737	80,24	108,85
5,00	16	0,735	85,34	116,11
5,20	17	0,733	90,43	123,37
5,40	15	0,731	79,58	108,85
5,60	14	0,729	69,76	95,68
5,80	16	0,727	79,52	109,35
6,00	18	0,725	89,24	123,01

Relazione Geologica

dicembre 2023

6,20	21	0,674	96,69	143,52
6,40	32	0,622	136,03	218,69
6,60	50	0,570	184,16	322,89

PROVA ...DPSH 16

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25-07-2023
 Profondita' prova 8,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	3	0,851	26,82	31,52
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	4	0,843	32,53	38,57
1,00	2	0,840	16,20	19,29
1,20	3	0,836	24,19	28,93
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	2	0,830	14,78	17,82
1,80	2	0,826	14,73	17,82
2,00	2	0,823	14,67	17,82
2,20	1	0,820	7,31	8,91
2,40	1	0,817	7,28	8,91
2,60	1	0,814	6,74	8,28
2,80	2	0,811	13,44	16,56
3,00	1	0,809	6,70	8,28
3,20	3	0,806	20,03	24,85
3,40	4	0,803	26,61	33,13
3,60	4	0,801	24,78	30,94
3,80	6	0,798	37,06	46,41
4,00	5	0,796	30,79	38,68
4,20	6	0,794	36,84	46,41
4,40	5	0,791	30,61	38,68
4,60	5	0,789	28,64	36,28
4,80	8	0,787	45,70	58,06
5,00	6	0,785	34,18	43,54
5,20	8	0,783	45,46	58,06
5,40	9	0,781	51,01	65,31
5,60	9	0,779	47,92	61,51
5,80	13	0,727	64,61	88,84
6,00	15	0,725	74,37	102,51
6,20	18	0,724	89,03	123,01
6,40	18	0,722	88,82	123,01
6,60	19	0,720	88,39	122,70
6,80	21	0,669	90,69	135,61
7,00	22	0,667	94,79	142,07
7,20	20	0,716	92,43	129,16
7,40	21	0,664	90,07	135,61
7,60	23	0,663	93,30	140,78

Relazione Geologica

dicembre 2023

7,80	25	0,661	101,19	153,02
8,00	28	0,660	113,10	171,38
8,20	50	0,559	170,95	306,04

PROVA ...DPSH 17

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25-07-2023
 Profondita' prova 7,80 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	4	0,847	32,67	38,57
0,80	5	0,843	40,66	48,22
1,00	4	0,840	32,39	38,57
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	4	0,833	32,13	38,57
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	3	0,823	22,01	26,73
2,20	3	0,820	21,92	26,73
2,40	2	0,817	14,56	17,82
2,60	3	0,814	20,23	24,85
2,80	4	0,811	26,88	33,13
3,00	6	0,809	40,18	49,69
3,20	6	0,806	40,05	49,69
3,40	6	0,803	39,92	49,69
3,60	6	0,801	37,17	46,41
3,80	7	0,798	43,23	54,15
4,00	7	0,796	43,10	54,15
4,20	8	0,794	49,12	61,88
4,40	7	0,791	42,86	54,15
4,60	5	0,789	28,64	36,28
4,80	6	0,787	34,27	43,54
5,00	6	0,785	34,18	43,54
5,20	6	0,783	34,09	43,54
5,40	5	0,781	28,34	36,28
5,60	5	0,779	26,62	34,17
5,80	5	0,777	26,56	34,17
6,00	9	0,775	47,70	61,51
6,20	12	0,774	63,45	82,01
6,40	15	0,722	74,02	102,51
6,60	18	0,720	83,74	116,24
6,80	20	0,719	92,83	129,16
7,00	19	0,717	88,00	122,70
7,20	18	0,716	83,19	116,24
7,40	21	0,664	90,07	135,61
7,60	27	0,663	109,52	165,26

7,80	50	0,561	171,78	306,04
------	----	-------	--------	--------

PROVA ...DPSH 18

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25-07-2023
 Profondita' prova 8,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	3	0,851	26,82	31,52
0,60	3	0,847	24,50	28,93
0,80	4	0,843	32,53	38,57
1,00	4	0,840	32,39	38,57
1,20	2	0,836	16,13	19,29
1,40	2	0,833	16,06	19,29
1,60	2	0,830	14,78	17,82
1,80	2	0,826	14,73	17,82
2,00	3	0,823	22,01	26,73
2,20	2	0,820	14,62	17,82
2,40	1	0,817	7,28	8,91
2,60	2	0,814	13,49	16,56
2,80	2	0,811	13,44	16,56
3,00	2	0,809	13,39	16,56
3,20	2	0,806	13,35	16,56
3,40	2	0,803	13,31	16,56
3,60	2	0,801	12,39	15,47
3,80	3	0,798	18,53	23,21
4,00	3	0,796	18,47	23,21
4,20	3	0,794	18,42	23,21
4,40	3	0,791	18,37	23,21
4,60	4	0,789	22,91	29,03
4,80	5	0,787	28,56	36,28
5,00	5	0,785	28,48	36,28
5,20	6	0,783	34,09	43,54
5,40	5	0,781	28,34	36,28
5,60	7	0,779	37,27	47,84
5,80	8	0,777	42,50	54,67
6,00	9	0,775	47,70	61,51
6,20	9	0,774	47,59	61,51
6,40	9	0,772	47,48	61,51
6,60	9	0,770	44,77	58,12
6,80	12	0,769	59,57	77,49
7,00	13	0,717	60,21	83,95
7,20	14	0,716	64,70	90,41
7,40	16	0,714	73,79	103,33
7,60	15	0,713	65,44	91,81
7,80	19	0,711	82,72	116,30
8,00	21	0,660	84,82	128,54

Relazione Geologica

dicembre 2023

8,20	29	0,659	116,90	177,50
8,40	33	0,607	122,66	201,99
8,60	50	0,556	161,71	290,86

PROVA ...DPSH 19

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25-07-2023
 Profondita' prova 6,80 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	4	0,851	35,76	42,03
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	2	0,843	16,27	19,29
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	3	0,823	22,01	26,73
2,20	3	0,820	21,92	26,73
2,40	2	0,817	14,56	17,82
2,60	2	0,814	13,49	16,56
2,80	3	0,811	20,16	24,85
3,00	3	0,809	20,09	24,85
3,20	5	0,806	33,38	41,41
3,40	3	0,803	19,96	24,85
3,60	4	0,801	24,78	30,94
3,80	6	0,798	37,06	46,41
4,00	5	0,796	30,79	38,68
4,20	13	0,744	74,79	100,56
4,40	16	0,741	91,77	123,77
4,60	16	0,739	85,83	116,11
4,80	18	0,737	96,28	130,62
5,00	19	0,735	101,35	137,88
5,20	20	0,733	106,39	145,14
5,40	21	0,681	103,79	152,40
5,60	23	0,679	106,75	157,18
5,80	22	0,677	101,83	150,35
6,00	24	0,675	110,79	164,02
6,20	28	0,674	128,92	191,36
6,40	31	0,622	131,78	211,86
6,60	33	0,620	132,20	213,11
6,80	50	0,569	183,64	322,89

PROVA ...DPSH 20

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25-07-2023
 Profondita' prova 8,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	3	0,851	26,82	31,52
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	2	0,843	16,27	19,29
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	3	0,836	24,19	28,93
1,40	4	0,833	32,13	38,57
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	2	0,826	14,73	17,82
2,00	2	0,823	14,67	17,82
2,20	3	0,820	21,92	26,73
2,40	3	0,817	21,84	26,73
2,60	3	0,814	20,23	24,85
2,80	4	0,811	26,88	33,13
3,00	5	0,809	33,49	41,41
3,20	4	0,806	26,70	33,13
3,40	3	0,803	19,96	24,85
3,60	3	0,801	18,59	23,21
3,80	3	0,798	18,53	23,21
4,00	3	0,796	18,47	23,21
4,20	4	0,794	24,56	30,94
4,40	3	0,791	18,37	23,21
4,60	4	0,789	22,91	29,03
4,80	5	0,787	28,56	36,28
5,00	4	0,785	22,79	29,03
5,20	5	0,783	28,41	36,28
5,40	6	0,781	34,01	43,54
5,60	6	0,779	31,95	41,00
5,80	6	0,777	31,87	41,00
6,00	6	0,775	31,80	41,00
6,20	7	0,774	37,01	47,84
6,40	7	0,772	36,93	47,84
6,60	8	0,770	39,80	51,66
6,80	12	0,769	59,57	77,49
7,00	15	0,717	69,47	96,87
7,20	17	0,716	78,57	109,78
7,40	17	0,714	78,40	109,78
7,60	21	0,663	85,18	128,54
7,80	28	0,661	113,33	171,38
8,00	36	0,610	134,39	220,35
8,20	50	0,559	170,95	306,04

PROVA ...DPSH 21

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26-07-2023
 Profondita' prova 7,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52
0,40	5	0,851	44,70	52,54
0,60	4	0,847	32,67	38,57
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	2	0,840	16,20	19,29
1,20	2	0,836	16,13	19,29
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	2	0,830	14,78	17,82
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	1	0,823	7,34	8,91
2,20	2	0,820	14,62	17,82
2,40	3	0,817	21,84	26,73
2,60	2	0,814	13,49	16,56
2,80	3	0,811	20,16	24,85
3,00	3	0,809	20,09	24,85
3,20	4	0,806	26,70	33,13
3,40	4	0,803	26,61	33,13
3,60	3	0,801	18,59	23,21
3,80	5	0,798	30,88	38,68
4,00	5	0,796	30,79	38,68
4,20	6	0,794	36,84	46,41
4,40	6	0,791	36,73	46,41
4,60	6	0,789	34,36	43,54
4,80	9	0,787	51,41	65,31
5,00	8	0,785	45,57	58,06
5,20	8	0,783	45,46	58,06
5,40	10	0,781	56,68	72,57
5,60	11	0,779	58,57	75,18
5,80	12	0,777	63,74	82,01
6,00	12	0,775	63,60	82,01
6,20	15	0,724	74,19	102,51
6,40	18	0,722	88,82	123,01
6,60	21	0,670	90,91	135,61
6,80	22	0,669	95,01	142,07
7,00	23	0,667	99,10	148,53
7,20	27	0,666	116,06	174,36
7,40	34	0,614	134,85	219,57
7,60	50	0,563	172,21	306,04

PROVA ...DPSH 22

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26-07-2023
 Profondita' prova 7,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	1	0,843	8,13	9,64
1,00	2	0,840	16,20	19,29
1,20	2	0,836	16,13	19,29
1,40	1	0,833	8,03	9,64
1,60	1	0,830	7,39	8,91
1,80	2	0,826	14,73	17,82
2,00	1	0,823	7,34	8,91
2,20	2	0,820	14,62	17,82
2,40	2	0,817	14,56	17,82
2,60	2	0,814	13,49	16,56
2,80	2	0,811	13,44	16,56
3,00	3	0,809	20,09	24,85
3,20	3	0,806	20,03	24,85
3,40	3	0,803	19,96	24,85
3,60	4	0,801	24,78	30,94
3,80	7	0,798	43,23	54,15
4,00	6	0,796	36,95	46,41
4,20	6	0,794	36,84	46,41
4,40	6	0,791	36,73	46,41
4,60	11	0,789	63,00	79,83
4,80	12	0,787	68,54	87,08
5,00	11	0,785	62,67	79,83
5,20	10	0,783	56,82	72,57
5,40	17	0,731	90,19	123,37
5,60	18	0,729	89,69	123,01
5,80	18	0,727	89,47	123,01
6,00	18	0,725	89,24	123,01
6,20	21	0,674	96,69	143,52
6,40	22	0,672	101,04	150,35
6,60	23	0,670	99,57	148,53
6,80	28	0,669	120,92	180,82
7,00	35	0,617	139,50	226,02
7,20	50	0,566	182,64	322,89

PROVA ...DPSH 23

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26-07-2023
 Profondita' prova 7,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	5	0,851	44,70	52,54
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	3	0,836	24,19	28,93
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	4	0,826	29,45	35,64
2,00	5	0,823	36,68	44,55
2,20	5	0,820	36,54	44,55
2,40	4	0,817	29,13	35,64
2,60	3	0,814	20,23	24,85
2,80	5	0,811	33,60	41,41
3,00	4	0,809	26,79	33,13
3,20	5	0,806	33,38	41,41
3,40	4	0,803	26,61	33,13
3,60	5	0,801	30,98	38,68
3,80	6	0,798	37,06	46,41
4,00	6	0,796	36,95	46,41
4,20	8	0,794	49,12	61,88
4,40	7	0,791	42,86	54,15
4,60	7	0,789	40,09	50,80
4,80	7	0,787	39,98	50,80
5,00	8	0,785	45,57	58,06
5,20	16	0,733	85,11	116,11
5,40	18	0,731	95,49	130,62
5,60	17	0,729	84,71	116,18
5,80	17	0,727	84,50	116,18
6,00	18	0,725	89,24	123,01
6,20	21	0,674	96,69	143,52
6,40	22	0,672	101,04	150,35
6,60	23	0,670	99,57	148,53
6,80	25	0,669	107,97	161,45
7,00	27	0,667	116,33	174,36
7,20	31	0,616	123,25	200,19
7,40	34	0,614	134,85	219,57
7,60	50	0,563	172,21	306,04

PROVA ...DPSH 24

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26-07-2023
 Profondita' prova 9,80 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	5	0,851	44,70	52,54
0,60	5	0,847	40,84	48,22
0,80	5	0,843	40,66	48,22
1,00	5	0,840	40,49	48,22
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	3	0,823	22,01	26,73
2,20	2	0,820	14,62	17,82
2,40	2	0,817	14,56	17,82
2,60	2	0,814	13,49	16,56
2,80	3	0,811	20,16	24,85
3,00	3	0,809	20,09	24,85
3,20	4	0,806	26,70	33,13
3,40	4	0,803	26,61	33,13
3,60	3	0,801	18,59	23,21
3,80	4	0,798	24,70	30,94
4,00	5	0,796	30,79	38,68
4,20	4	0,794	24,56	30,94
4,40	4	0,791	24,49	30,94
4,60	5	0,789	28,64	36,28
4,80	6	0,787	34,27	43,54
5,00	8	0,785	45,57	58,06
5,20	7	0,783	39,78	50,80
5,40	6	0,781	34,01	43,54
5,60	7	0,779	37,27	47,84
5,80	8	0,777	42,50	54,67
6,00	9	0,775	47,70	61,51
6,20	9	0,774	47,59	61,51
6,40	10	0,772	52,76	68,34
6,60	8	0,770	39,80	51,66
6,80	10	0,769	49,64	64,58
7,00	9	0,767	44,59	58,12
7,20	10	0,766	49,44	64,58
7,40	11	0,764	54,28	71,04
7,60	10	0,763	46,68	61,21
7,80	10	0,761	46,60	61,21
8,00	9	0,760	41,86	55,09
8,20	13	0,709	56,38	79,57
8,40	13	0,707	56,28	79,57

Relazione Geologica

dicembre 2023

8,60	14	0,706	57,50	81,44
8,80	17	0,705	69,69	98,89
9,00	14	0,703	57,29	81,44
9,20	15	0,702	61,28	87,26
9,40	18	0,701	73,41	104,71
9,60	21	0,650	75,65	116,39
9,80	50	0,549	152,09	277,12

PROVA ...DPSH 25

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26-07-2023
 Profondita' prova 9,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	6	0,851	53,64	63,04
0,60	4	0,847	32,67	38,57
0,80	6	0,843	48,80	57,86
1,00	5	0,840	40,49	48,22
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	2	0,830	14,78	17,82
1,80	2	0,826	14,73	17,82
2,00	3	0,823	22,01	26,73
2,20	2	0,820	14,62	17,82
2,40	2	0,817	14,56	17,82
2,60	2	0,814	13,49	16,56
2,80	2	0,811	13,44	16,56
3,00	2	0,809	13,39	16,56
3,20	2	0,806	13,35	16,56
3,40	2	0,803	13,31	16,56
3,60	2	0,801	12,39	15,47
3,80	3	0,798	18,53	23,21
4,00	4	0,796	24,63	30,94
4,20	4	0,794	24,56	30,94
4,40	5	0,791	30,61	38,68
4,60	4	0,789	22,91	29,03
4,80	4	0,787	22,85	29,03
5,00	4	0,785	22,79	29,03
5,20	5	0,783	28,41	36,28
5,40	5	0,781	28,34	36,28
5,60	5	0,779	26,62	34,17
5,80	6	0,777	31,87	41,00
6,00	6	0,775	31,80	41,00
6,20	7	0,774	37,01	47,84
6,40	8	0,772	42,21	54,67
6,60	9	0,770	44,77	58,12
6,80	10	0,769	49,64	64,58

Relazione Geologica

dicembre 2023

7,00	11	0,767	54,50	71,04
7,20	11	0,766	54,39	71,04
7,40	10	0,764	49,35	64,58
7,60	9	0,763	42,02	55,09
7,80	10	0,761	46,60	61,21
8,00	11	0,760	51,16	67,33
8,20	12	0,759	55,72	73,45
8,40	14	0,707	60,61	85,69
8,60	14	0,706	57,50	81,44
8,80	21	0,655	79,98	122,16
9,00	28	0,653	106,44	162,88
9,20	50	0,552	160,64	290,86

PROVA ...DPSH 26

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26/07/2023
 Profondita' prova 7,00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	3	0,847	24,50	28,93
0,80	4	0,843	32,53	38,57
1,00	7	0,840	56,69	67,50
1,20	5	0,836	40,32	48,22
1,40	5	0,833	40,16	48,22
1,60	4	0,830	29,57	35,64
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	3	0,823	22,01	26,73
2,20	2	0,820	14,62	17,82
2,40	3	0,817	21,84	26,73
2,60	4	0,814	26,97	33,13
2,80	5	0,811	33,60	41,41
3,00	6	0,809	40,18	49,69
3,20	6	0,806	40,05	49,69
3,40	7	0,803	46,57	57,97
3,60	8	0,801	49,56	61,88
3,80	8	0,798	49,41	61,88
4,00	6	0,796	36,95	46,41
4,20	7	0,794	42,98	54,15
4,40	5	0,791	30,61	38,68
4,60	5	0,789	28,64	36,28
4,80	6	0,787	34,27	43,54
5,00	6	0,785	34,18	43,54
5,20	7	0,783	39,78	50,80
5,40	11	0,781	62,35	79,83
5,60	11	0,779	58,57	75,18
5,80	13	0,727	64,61	88,84

Relazione Geologica

dicembre 2023

6,00	16	0,725	79,33	109,35
6,20	17	0,724	84,08	116,18
6,40	20	0,722	98,69	136,68
6,60	24	0,670	103,90	154,99
6,80	31	0,619	123,87	200,19
7,00	50	0,567	183,14	322,89

PROVA ...DPSH 27

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26/07/2023
 Profondita' prova 8,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	5	0,833	40,16	48,22
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	5	0,826	36,82	44,55
2,00	4	0,823	29,34	35,64
2,20	4	0,820	29,23	35,64
2,40	1	0,817	7,28	8,91
2,60	2	0,814	13,49	16,56
2,80	2	0,811	13,44	16,56
3,00	3	0,809	20,09	24,85
3,20	4	0,806	26,70	33,13
3,40	3	0,803	19,96	24,85
3,60	2	0,801	12,39	15,47
3,80	3	0,798	18,53	23,21
4,00	3	0,796	18,47	23,21
4,20	6	0,794	36,84	46,41
4,40	5	0,791	30,61	38,68
4,60	5	0,789	28,64	36,28
4,80	6	0,787	34,27	43,54
5,00	7	0,785	39,88	50,80
5,20	7	0,783	39,78	50,80
5,40	6	0,781	34,01	43,54
5,60	8	0,779	42,60	54,67
5,80	9	0,777	47,81	61,51
6,00	11	0,775	58,30	75,18
6,20	13	0,724	64,30	88,84
6,40	15	0,722	74,02	102,51
6,60	17	0,720	79,08	109,78
6,80	19	0,719	88,19	122,70
7,00	20	0,717	92,63	129,16

Relazione Geologica

dicembre 2023

7,20	20	0,716	92,43	129,16
7,40	27	0,664	115,80	174,36
7,60	30	0,663	121,69	183,63
7,80	39	0,561	133,99	238,71
8,00	42	0,560	143,94	257,08
8,20	50	0,559	170,95	306,04

PROVA ...DPSH 28

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26/07/2023
 Profondita' prova 8,00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	4	0,833	32,13	38,57
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	4	0,826	29,45	35,64
2,00	6	0,823	44,01	53,47
2,20	5	0,820	36,54	44,55
2,40	5	0,817	36,41	44,55
2,60	5	0,814	33,72	41,41
2,80	8	0,811	53,76	66,25
3,00	9	0,809	60,27	74,54
3,20	11	0,806	73,43	91,10
3,40	13	0,753	81,11	107,66
3,60	9	0,801	55,76	69,62
3,80	5	0,798	30,88	38,68
4,00	5	0,796	30,79	38,68
4,20	6	0,794	36,84	46,41
4,40	7	0,791	42,86	54,15
4,60	8	0,789	45,82	58,06
4,80	7	0,787	39,98	50,80
5,00	7	0,785	39,88	50,80
5,20	10	0,783	56,82	72,57
5,40	11	0,781	62,35	79,83
5,60	13	0,729	64,78	88,84
5,80	17	0,727	84,50	116,18
6,00	21	0,675	96,94	143,52
6,20	20	0,724	98,92	136,68
6,40	27	0,672	124,00	184,52
6,60	29	0,670	125,54	187,28
6,80	30	0,669	129,56	193,74
7,00	33	0,617	131,53	213,11

Relazione Geologica

dicembre 2023

7,20	35	0,616	139,15	226,02
7,40	42	0,564	153,02	271,23
7,60	40	0,563	137,77	244,83
7,80	44	0,561	151,17	269,32
8,00	50	0,560	171,36	306,04

PROVA ...DPSH 29

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26/07/2023
 Profondita' prova 5,40 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	1	0,847	8,17	9,64
0,80	2	0,843	16,27	19,29
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	3	0,836	24,19	28,93
1,40	2	0,833	16,06	19,29
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	3	0,826	22,09	26,73
2,00	5	0,823	36,68	44,55
2,20	4	0,820	29,23	35,64
2,40	4	0,817	29,13	35,64
2,60	5	0,814	33,72	41,41
2,80	7	0,811	47,04	57,97
3,00	8	0,809	53,58	66,25
3,20	9	0,806	60,08	74,54
3,40	12	0,803	79,84	99,38
3,60	13	0,751	75,51	100,56
3,80	13	0,748	75,26	100,56
4,00	17	0,746	98,10	131,50
4,20	16	0,744	92,05	123,77
4,40	19	0,741	108,97	146,97
4,60	20	0,739	107,29	145,14
4,80	22	0,687	109,70	159,65
5,00	25	0,685	124,28	181,42
5,20	28	0,683	138,78	203,19
5,40	50	0,581	210,83	362,85

PROVA ...DPSH 30

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26/07/2023
 Profondita' prova 9,00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	3	0,847	24,50	28,93
0,80	1	0,843	8,13	9,64
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	3	0,836	24,19	28,93
1,40	5	0,833	40,16	48,22
1,60	5	0,830	36,96	44,55
1,80	6	0,826	44,18	53,47
2,00	5	0,823	36,68	44,55
2,20	7	0,820	51,16	62,38
2,40	7	0,817	50,97	62,38
2,60	5	0,814	33,72	41,41
2,80	5	0,811	33,60	41,41
3,00	8	0,809	53,58	66,25
3,20	6	0,806	40,05	49,69
3,40	7	0,803	46,57	57,97
3,60	8	0,801	49,56	61,88
3,80	8	0,798	49,41	61,88
4,00	7	0,796	43,10	54,15
4,20	7	0,794	42,98	54,15
4,40	7	0,791	42,86	54,15
4,60	8	0,789	45,82	58,06
4,80	6	0,787	34,27	43,54
5,00	8	0,785	45,57	58,06
5,20	8	0,783	45,46	58,06
5,40	7	0,781	39,68	50,80
5,60	9	0,779	47,92	61,51
5,80	11	0,777	58,43	75,18
6,00	10	0,775	53,00	68,34
6,20	13	0,724	64,30	88,84
6,40	17	0,722	83,88	116,18
6,60	21	0,670	90,91	135,61
6,80	22	0,669	95,01	142,07
7,00	25	0,667	107,71	161,45
7,20	25	0,666	107,47	161,45
7,40	27	0,664	115,80	174,36
7,60	25	0,663	101,41	153,02
7,80	26	0,661	105,24	159,14
8,00	26	0,660	105,02	159,14
8,20	28	0,659	112,87	171,38
8,40	30	0,657	120,69	183,63

Relazione Geologica

dicembre 2023

8,60	33	0,606	116,33	191,97
8,80	35	0,605	123,12	203,61
9,00	50	0,553	160,99	290,86

PROVA ...DPSH 31

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26/07/2023
 Profondita' prova 6,80 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	5	0,833	40,16	48,22
1,60	5	0,830	36,96	44,55
1,80	6	0,826	44,18	53,47
2,00	5	0,823	36,68	44,55
2,20	5	0,820	36,54	44,55
2,40	4	0,817	29,13	35,64
2,60	5	0,814	33,72	41,41
2,80	6	0,811	40,32	49,69
3,00	5	0,809	33,49	41,41
3,20	5	0,806	33,38	41,41
3,40	4	0,803	26,61	33,13
3,60	4	0,801	24,78	30,94
3,80	2	0,798	12,35	15,47
4,00	4	0,796	24,63	30,94
4,20	7	0,794	42,98	54,15
4,40	12	0,791	73,47	92,83
4,60	14	0,739	75,10	101,60
4,80	21	0,687	104,71	152,40
5,00	23	0,685	114,34	166,91
5,20	23	0,683	114,00	166,91
5,40	25	0,681	123,56	181,42
5,60	30	0,679	139,24	205,02
5,80	29	0,677	134,23	198,19
6,00	30	0,675	138,49	205,02
6,20	34	0,624	144,93	232,36
6,40	36	0,622	153,03	246,03
6,60	35	0,620	140,22	226,02
6,80	50	0,569	183,64	322,89

PROVA ...DPSH 32

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26/07/2023
 Profondita' prova 7,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	2	0,847	16,34	19,29
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	3	0,836	24,19	28,93
1,40	2	0,833	16,06	19,29
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	4	0,826	29,45	35,64
2,00	4	0,823	29,34	35,64
2,20	4	0,820	29,23	35,64
2,40	4	0,817	29,13	35,64
2,60	5	0,814	33,72	41,41
2,80	6	0,811	40,32	49,69
3,00	5	0,809	33,49	41,41
3,20	5	0,806	33,38	41,41
3,40	6	0,803	39,92	49,69
3,60	7	0,801	43,37	54,15
3,80	8	0,798	49,41	61,88
4,00	8	0,796	49,26	61,88
4,20	8	0,794	49,12	61,88
4,40	9	0,791	55,10	69,62
4,60	9	0,789	51,55	65,31
4,80	9	0,787	51,41	65,31
5,00	26	0,685	129,25	188,68
5,20	27	0,683	133,83	195,94
5,40	27	0,681	133,44	195,94
5,60	28	0,679	129,96	191,36
5,80	29	0,677	134,23	198,19
6,00	29	0,675	133,87	198,19
6,20	27	0,674	124,32	184,52
6,40	27	0,672	124,00	184,52
6,60	29	0,670	125,54	187,28
6,80	30	0,669	129,56	193,74
7,00	31	0,617	123,55	200,19
7,20	50	0,566	182,64	322,89

PROVA ...DPSH 33

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 26/07/2023
 Profondita' prova 6,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51
0,40	2	0,851	17,88	21,01
0,60	1	0,847	8,17	9,64
0,80	3	0,843	24,40	28,93
1,00	3	0,840	24,29	28,93
1,20	4	0,836	32,26	38,57
1,40	3	0,833	24,10	28,93
1,60	3	0,830	22,18	26,73
1,80	5	0,826	36,82	44,55
2,00	6	0,823	44,01	53,47
2,20	5	0,820	36,54	44,55
2,40	6	0,817	43,69	53,47
2,60	3	0,814	20,23	24,85
2,80	3	0,811	20,16	24,85
3,00	4	0,809	26,79	33,13
3,20	6	0,806	40,05	49,69
3,40	5	0,803	33,27	41,41
3,60	7	0,801	43,37	54,15
3,80	7	0,798	43,23	54,15
4,00	6	0,796	36,95	46,41
4,20	8	0,794	49,12	61,88
4,40	12	0,791	73,47	92,83
4,60	15	0,739	80,47	108,85
4,80	17	0,737	90,93	123,37
5,00	19	0,735	101,35	137,88
5,20	20	0,733	106,39	145,14
5,40	22	0,681	108,73	159,65
5,60	22	0,679	102,11	150,35
5,80	25	0,677	115,71	170,85
6,00	30	0,675	138,49	205,02
6,20	34	0,624	144,93	232,36
6,40	35	0,622	148,78	239,19
6,60	50	0,570	184,16	322,89





7. LITOSTRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base dei dati delle indagini geognostiche appositamente eseguite nelle aree di intervento si può schematizzare un modello geologico-tecnico semplificato per l'intera area di studio, considerando che la tipologia di opere di fondazione interesserà prevalentemente gli strati superficiali, i quali saranno oggetto di realizzazione dei sostegni (montanti) della struttura portante dei pannelli. Essi saranno presumibilmente caratterizzati da un carico agente sostanzialmente trascurabile, dato l'esiguo peso della sovrastruttura, ma fortemente sollecitati a trazione a causa dell'azione del vento.

Come si evince dalle stratigrafie delle prove allegate per tutta l'area nelle massime profondità investigate sono presenti depositi limoso-argillosi debolmente sabbiosi di colore ocreo o marrone-grigiastro dovuti all'alterazione della Formazione Terravecchia, passanti verticalmente alla formazione di base inalterata costituita da argille grigie molto compatte che conducono al rifiuto alla penetrazione della punta.

Le caratteristiche geotecniche dei depositi più superficiali sono variabili in relazione al grado di addensamento in ogni caso per le profondità indagate non sono state riscontrate facies litoidi ma esclusivamente facies terrose. Nel complesso le aree di intervento presentano una stratigrafia omogenea in cui varia unicamente lo spessore dei depositi di alterazione argilloso-limosi meno addensati più superficiali.

In particolare, si sono distinte n. 3 zone; alla prima zona corrisponde unicamente la prova DPSH 3 caratterizzata da uno spessore molto esiguo praticamente assente, della formazione alterata avente mediocri caratteristiche geotecniche; con la seconda zona identifichiamo l'area caratteristica delle prove DPSH 24 e 25 in cui lo spessore dei depositi alterati superficiali argilloso-limosi si aggira attorno a 5.8-6.0 m e non seguono immediatamente le argille grigie compatte ma è presente uno strato intermedio, sino ad 8.0 m, costituito da limi sabbioso-argillosi aventi sufficienti caratteristiche geotecniche. La terza zona è propria di tutto il resto delle aree di intervento ed è caratterizzata da uno spessore molto consistente dei depositi superficiali di alterazione che varia da un minimo di 2.0 ad un massimo di 7.6 m di profondità massima, anche in relazione alla morfologia ondulata dell'area.

I litotipi presenti nelle aree di intervento sono prevalentemente associabili a terreni con matrice fine (tipo argilloso-limosi) dotati di coesione prevalente e subordinatamente di angolo di attrito. Si ritiene che i risultati dell'indagine, siano sufficientemente rappresentativi delle caratteristiche litologico - geotecniche del terreno indagato, il quale risulta caratterizzato da una stratigrafia media del sottosuolo come descritto nel seguito.

7.1 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO ZONA 1 – PROVA DPSH 3

Prof. Strato (m)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	NSPT	Descrizione
0.4	Incoerente - coesivo	1.80	1.85	0.04	6	Argilla limosa debolmente sabbiosa
3.6	Coesivo	2.00	2.50	0.47	28-30	Argilla grigia sovraconsolidata

UNITA' GEOTECNICA A da 0.00 a 0.4 m da p.c. – ARGILLA LIMOSA DEBOLMENTE SABBIOSA

La prima unità geotecnica è caratterizzata da suolo agrario argilloso limoso, debolmente sabbioso dello spessore di circa 0.40 m, poco/moderatamente consistente.

I depositi in questione possiedono mediocri caratteristiche geotecniche e valori medi di NSPT (correlazione numero di colpi Standard Penetration Test per avanzamento della punta di 30 cm), pari a 6.

A quest'unità possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici medi:

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma = 1.80$
Angolo di resistenza al taglio (°gradi)	$\varnothing^\circ = 15$
Coesione efficace (kg/cm ^q)	$C' = 0.035$
Coesione non drenata C_u (kg/cm ^q)	$C_u = 0.30$
Classificazione AGI	Poco/moderatamente consistente
Modulo Elastico di Young (kg/cm ^q)	$Y = 65$
Modulo Edometrico (kg/cm ^q)	$E = 65$

UNITA' GEOTECNICA B da 0.4 a 3.6 m da p.c. – ARGILLA GRIGIA SOVRACONSOLIDATA

La seconda unità geotecnica è costituita da argille grigie molto compatte della Formazione Terravecchia, con talvolta inclusioni gessose, che conducono al raggiungimento del valore di rifiuto alla penetrazione della punta del penetrometro; per tale motivo essa si sviluppa sino alle massime profondità indagate di 3.60 m da p.c.

I depositi in questione possiedono complessivamente discrete/buone caratteristiche geotecniche e valori medi di NSPT (correlazione numero di colpi Standard Penetration Test per avanzamento della punta di 30 cm), pari a 28-30.

A quest'unità possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici medi:

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma = 2.00$
Angolo di resistenza al taglio (°gradi)	$\varnothing^\circ = 23-25$
Coesione efficace (kg/cm ^q)	$C' = 0.08$
Coesione non drenata C_u (kg/cm ^q)	$C_u = 0.80$
Classificazione AGI	Molto consistenti
Modulo Elastico di Young (kg/cm ^q)	$Y = 320$
Modulo Edometrico (kg/cm ^q)	$E = 350$

7.2 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO ZONA 2 – PROVE DPSH 24 E 25

Prof. Strato (m)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	NSPT	Descrizione
5.8/6.0	Incoerente - coesivo	1.80	1.85	0.53	5/6	Argilla limosa debolmente sabbiosa
8.0	Incoerente - coesivo	1.90	2.00	1.29	14	Limo-sabbioso-argilloso
9.8	Coesivo	2.00	2.10	1.71	28-30	Argilla grigia sovraconsolidata

UNITA' GEOTECNICA A da 0.00 a 5.8/6.0 m da p.c. – ARGILLA LIMOSA DEBOLMENTE SABBIOSA

Oltre la coltre di suolo superficiale dallo spessore di circa 0.4/0.6 m è presente la prima unità geotecnica costituita da depositi di alterazione argilloso-limosi debolmente sabbiosi di colore giallo ocra/marrone-grigiastro poco/moderatamente consistenti che si sviluppano sino a 5.8/6.0 m da p.c.

I depositi in questione possiedono mediocri caratteristiche geotecniche e valori medi di NSPT (correlazione numero di colpi Standard Penetration Test per avanzamento della punta di 30 cm), pari a 5/6.

A quest'unità possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici medi:

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma = 1.80$
Angolo di resistenza al taglio (°gradi)	$\varnothing^\circ = 15$
Coesione efficace (kg/cm ^q)	$C' = 0.035$
Coesione non drenata Cu (kg/cm ^q)	$C_u = 0.30$
Classificazione AGI	Poco/moderatamente consistente
Modulo Elastico di Young (kg/cm ^q)	$Y = 50$
Modulo Edometrico (kg/cm ^q)	$E = 55$

UNITA' GEOTECNICA B da 0.4 a 8.0 m da p.c. – LIMO SABBIOSO ARGILLOSO

La seconda unità geotecnica è costituita sempre da depositi di alterazione ma più addensati e costituiti prevalentemente da limi sabbiosi e argillosi; essi si sviluppano sino a 8.0 m da p.c.

I depositi in questione possiedono sufficienti caratteristiche geotecniche e valori medi di NSPT (correlazione numero di colpi Standard Penetration Test per avanzamento della punta di 30 cm), pari a 14.

A quest'unità possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici medi:

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma = 1.90$
Angolo di resistenza al taglio (°gradi)	$\varnothing^\circ = 25$
Coesione efficace (kg/cm ^q)	$C' = 0.05$
Coesione non drenata Cu (kg/cm ^q)	$C_u = 0.50$
Classificazione AGI	Moderatamente consistente/consistente
Modulo Elastico di Young (kg/cm ^q)	$Y = 145$
Modulo Edometrico (kg/cm ^q)	$E = 150$

UNITA' GEOTECNICA C da 8.0 a 9.8 m da p.c. – ARGILLA GRIGIA SOVRACONSOLIDATA

La terza ed ultima unità geotecnica è costituita da argille grigie molto compatte della Formazione Terravecchia, con talvolta inclusioni gessose, che conducono al raggiungimento del valore di rifiuto alla penetrazione della punta del penetrometro; per tale motivo essa si sviluppa sino alle massime profondità indagate di 9.8 m da p.c. I depositi in questione possiedono complessivamente discrete/buone caratteristiche geotecniche e valori medi di NSPT (correlazione numero di colpi Standard Penetration Test per avanzamento della punta di 30 cm), pari a 28-30.

A quest'unità possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici medi:

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma = 2.00$
Angolo di resistenza al taglio (°gradi)	$\varnothing^\circ = 23-25$
Coesione efficace (kg/cmq)	$C' = 0.08$
Coesione non drenata C_u (kg/cmq)	$C_u = 0.80$
Classificazione AGI	Molto consistenti
Modulo Elastico di Young (kg/cmq)	$Y = 320$
Modulo Edometrico (kg/cmq)	$E = 345$

7.3 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO ZONA 3

Prof. Strato (m)	Tipo	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	NSPT	Descrizione
2.0/7.6	Incoerente - coesivo	1.75	1.85	0.38	4/6	Argilla limosa debolmente sabbiosa
9.6	Coesivo	2.00	2.10	1.06	28-30	Argilla grigia sovraconsolidata

UNITA' GEOTECNICA A da 0.00 a 2.0/7.6 m da p.c. – ARGILLA LIMOSA DEBOLMENTE SABBIOSA

Oltre la coltre di suolo superficiale dallo spessore di circa 0.4/0.6 m è presente la prima unità geotecnica costituita da depositi di alterazione argilloso-limosi debolmente sabbiosi di colore giallo ocra/marrone-grigiastro poco/moderatamente consistenti che si sviluppano sino a 2.0/7.6 m da p.c.

I depositi in questione possiedono mediocri caratteristiche geotecniche e valori medi di NSPT (correlazione numero di colpi Standard Penetration Test per avanzamento della punta di 30 cm), pari a 4/6.

A quest'unità possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici medi:

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma = 1.75$
Angolo di resistenza al taglio (°gradi)	$\varnothing^\circ = 15$
Coesione efficace (kg/cmq)	$C' = 0.025$
Coesione non drenata C_u (kg/cmq)	$C_u = 0.25$
Classificazione AGI	Poco/moderatamente consistente
Modulo Elastico di Young (kg/cmq)	$Y = 40$
Modulo Edometrico (kg/cmq)	$E = 40$

UNITA' GEOTECNICA B da 2.0/7.6 a 9.6 m da p.c. – ARGILLA GRIGIA SOVRACONSOLIDATA

La terza ed ultima unità geotecnica è costituita da argille grigie molto compatte della Formazione Terravecchia, con talvolta inclusioni gessose, che conducono al raggiungimento del valore di rifiuto alla penetrazione della punta del penetrometro; per tale motivo essa si sviluppa sino alle massime profondità indagate di 9.6 m da p.c. I depositi in questione possiedono complessivamente discrete/buone caratteristiche geotecniche e valori medi di NSPT (correlazione numero di colpi Standard Penetration Test per avanzamento della punta di 30 cm), pari a 28-30.

A quest'unità possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici medi:

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma = 2.00$
Angolo di resistenza al taglio (°gradi)	$\phi = 23-25$
Coesione efficace (kg/cmq)	$C' = 0.08$
Coesione non drenata C_u (kg/cmq)	$C_u = 0.80$
Classificazione AGI	Molto consistenti
Modulo Elastico di Young (kg/cmq)	$Y = 300$
Modulo Edometrico (kg/cmq)	$E = 310$

Correlazioni utilizzate:

- Angolo di attrito: Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi.
- Modulo Young: Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Modulo Edometrico: Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.
- Consistenza/ addensamento: Classificazione A.G.I. 1977
- Peso di Volume: Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.
- Modulo di Poisson: Classificazione A.G.I.
- Coesione non drenata: Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).

8. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Il DM 17.01.2018 (paragrafo 7.11.3.4) e precedente Circolare esplicativa n. 617/2009 (paragrafo C7.11.3.4) impongono che sia valutata la stabilità nei confronti della liquefazione mediante il ricorso a metodologie analitiche o a carattere semiempirico. Tali verifiche, secondo le NTC 2018, devono essere condotte tutte le volte che il manufatto in progetto interagisce con terreni saturi a prevalente componente sabbiosa ed in presenza, ovviamente, di sollecitazioni cicliche e dinamiche per le quali il sottosuolo tende a comportarsi come un sistema idraulicamente chiuso, ovvero come un sistema non drenato; nel contempo, al fine di facilitare le procedure di analisi, al paragrafo 7.11.3.4.2 **è ribadito che tali analisi possono essere omesse in presenza dei seguenti casi:**

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizione di free-field) inferiori a 0.1g ($a < 1$ m/secq);
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano di campagna, quest'ultimo inteso ad andamento sub-orizzontale e con strutture a fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $N_{1,60} > 30$;
- elevata presenza, nel fuso granulometrico, di terreni a componente fine (limi e argille) o di ghiaie.

Ne deriva che i fattori che governano il fenomeno della liquefazione possono essere intimamente legati a:

- lo stato di addensamento;
- la granulometria;
- la storia delle sollecitazioni sismiche;
- le condizioni di drenaggio;
- l'età del deposito;
- il grado di sovraconsolidazione.

Per tale ragione si può ragionevolmente affermare che il sito non è suscettibile di liquefazione perché sussistono la seguente condizione di esclusione fra cui:

- **elevata presenza, nel fuso granulometrico, di terreni a componente fine (limi e argille);**

9. TERRE E ROCCE DA SCAVO

Per la gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti si fa riferimento alla normativa vigente, DPR 13 Giugno 2017 n. 120, che segue quanto già previsto dall'art.8 del DL 133/2014. Secondo la definizione di rifiuto di cui all'art. 183 comma 1, lettera a) del D.lgs. 152/2006 (testo unico ambiente) e s.m.i., le terre e rocce provenienti dalle operazioni di scavo devono considerarsi tali laddove il soggetto che ha in carico l'opera "si disfa", ha "intenzione di disfarsi" o "è obbligato a disfarsi" delle stesse. In particolare, alla luce dell'elenco dei rifiuti di cui alla Decisione UE 955/2014 come richiamata nell'allegato D della parte IV del D.lgs. 152/2006, queste appartengono alla famiglia 17 che comprende i rifiuti derivanti dalle operazioni di costruzione e demolizione, contraddistinti con i seguenti codici CER:

- 17 05 03* terre e rocce contenenti sostanze pericolose
- 17 05 03 terre e rocce diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03*

Pertanto, indipendentemente dal fatto che le T&R siano o meno "pericolose" queste rientrano per definizione nel campo di applicazione della disciplina dei rifiuti. Esse vanno di conseguenza gestite secondo quanto previsto dalla parte IV del Dlgs 152/2006 con riferimento alle modalità operative del Deposito temporaneo ed avviate a recupero R o a smaltimento D in accordo con la normativa vigente. Esistono però determinate condizioni tali per cui le T&R possono essere gestite in deroga alla normativa in materia di rifiuti, fermo restando il principio di rispetto e tutela della salute umana e dell'ambiente naturale.

Le condizioni di esclusione dalla normativa rifiuti possono essere le seguenti due:

- Per riutilizzo "in situ" del materiale non contaminato (Art. 185 del D.lgs. 152/2006)
- Per gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto (art. 184 -bis del D.lgs. 152/2006)

Nel primo caso, ai sensi del comma 1 dell'art.185 del D.lgs. 152/2006, non sono da considerare rifiuti:

- Il suolo non contaminato ed altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà riutilizzato ai fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato.

L'assenza di contaminazione deve essere verificata con riferimento alle concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui al titolo V parte IV del D.lgs. 152/2006.

Nel secondo caso, per la gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, si fa riferimento all'art.184-bis del D.lgs. 152/2006, che richiede il soddisfacimento di quattro condizioni (art. 4 DPR):

- I materiali sono generati durante la realizzazione di un'opera il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
- È certa il loro utilizzo per reinterri, riempimenti, recuperi ambientali o in processi produttivi in sostituzione dei materiali da cava;
- I materiali di scavo sono idonei a essere utilizzati direttamente senza ulteriori trattamenti diversi dalla normale pratica industriale;
- I materiali di scavo soddisfano i requisiti di qualità ambientale riguardanti la protezione della salute umana e dell'ambiente;

La sussistenza dei requisiti sopra descritti viene attestata attraverso la predisposizione e la trasmissione agli enti di controllo preposti (Arpa e Comune) della documentazione PDU (Piano di utilizzo per cantieri di grandi dimensioni) o Dichiarazione di utilizzo (per cantieri di piccole dimensioni) e in ogni caso della dichiarazione di avvenuto utilizzo al termine della attività di gestione.

Per quanto riguarda le specifiche definizione dei siti e dei soggetti coinvolti si rimanda al testo completo del DPR.

Relativamente al cantiere in oggetto, le uniche opere di scavo sono relative alla realizzazione dei cavidotti e potenzialmente alla realizzazione delle fondazioni dei sostegni della struttura porta pannelli. In quest'ultimo caso non si esclude l'utilizzo di sostegni a infissione che non necessitano di scavo e che traggono la resistenza sia alla portanza che alla sfilo sulla base dell'attrito laterale del fusto infisso. In ogni caso trattandosi di campi agricoli non interessati da alcuna attività antropica passato o recente e quindi di terreni naturali con morfologia ondulata, si può ragionevolmente ipotizzare il riutilizzo "in situ" del materiale scavato.

Su detti materiali, qualora scavati, preliminarmente alla gestione ed al riutilizzo degli stessi, verranno verificati i requisiti di qualità ambientale con riferimento alle modalità di campionamento ed alle analisi chimico fisiche verificando il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione e destinazione (residenziale).

Il rispetto dei requisiti ambientali verrà eseguito mediante pozzetti/trincee in numero adeguato in relazione alla superficie dell'area, con prelievo di campioni di terreno alle profondità significative conformemente alle profondità di progetto degli scavi (fondazioni e cavidotto). Il set analitico dei parametri da ricercare è in relazione all'ubicazione del sito ed alla sua storia pregressa (soprattutto se industriale) con un minimo di sostanze come definito nell'allegato 4 al DPR. In particolare, per quanto riguarda le sostanze da verificare, come suddetto, vanno definite in funzione dei risultati dell'analisi storica condotta e comunque è necessario verificare almeno i parametri relativi a:

- Arsenico, cadmio, cobalto, cromo totale, Cromo VI, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco;
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi policiclici aromatici (*);
- BTEX (*);
- Amianto (**).

(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

(**) solo in caso di presenza di materiali di riporto o per scavi eseguiti in vicinanza a strutture in cui sono presenti materiali contenenti amianto (art. 4 commi 3-4 DPR 120/2017).

Nel caso in esame, essendo l'area distante da infrastrutture viarie e non essendo presenti materiali di riporto e strutture contenenti amianto, verranno analizzati unicamente metalli e idrocarburi pesanti.

10. CONCLUSIONI

Il progetto prevede la realizzazione di un “Impianto Agrivoltaico e relative opere di connessione alla rete AT di Terna” da eseguire su 14 lotti che si estendono complessivamente per circa 120 ettari nei comuni di Trapani e Paceco, in provincia di Trapani (TP).

I dati in possesso dello scrivente hanno permesso di definire la natura e le caratteristiche dei terreni presenti nell'area di intervento; sulla base delle considerazioni e dei calcoli geotecnici svolti nei paragrafi precedenti si traggono le seguenti conclusioni:

- Da un punto di vista geomorfologico l'area di intervento si presenta a morfologia ondulata, e le quote altimetriche variano da circa 67 a 113 m s.l.m. Si distinguono quindi zone rilevate alternate ad aree debolmente depresse. Allo stato attuale non sono stati riscontrati fenomeni geomorfologici in atto che potrebbero pregiudicare la buona riuscita delle opere in progetto.
- Da un punto di vista idrografico le aree di intervento sono comprese nel bacino idrografico del Fiume Birgi; in esse, analizzando la Cartografia del PAI (Piano stralcio di Assetto Idrogeologico) del Piano di Bacino del Fiume Birgi e del Piano Gestione Rischio Alluvioni del Distretto della Sicilia non sono stati rilevati indizi di instabilità geomorfologica né aree potenzialmente inondabili, confermando le indicazioni della cartografia allegata agli strumenti di pianificazione di bacino che non individua elementi di pericolosità da frana e/o da inondazione all'interno dell'area di studio.
- Durante la campagna di indagini geognostiche eseguita appositamente in situ, non è stato intercettato il livello statico della falda principale, tuttavia, non si esclude, che in occasione di eventi meteorici intensi e prolungati, a causa della presenza in superficie di terreni fini, prevalentemente argillosi impermeabili/poco permeabili, l'acqua piovana si infiltri nel suolo per effetto della gravità ed incontrando lo strato impermeabile si accumuli creando ristagni idrici temporanei che possono interagire con le strutture di fondazione. Il deflusso delle acque meteoriche trattandosi di terreni prevalentemente argillosi impermeabili avviene in misura prevalente per ruscellamento superficiale.
- Da un punto di vista litologico le aree di intervento sono costituite dai depositi provenienti dall'alterazione della formazione Terravecchia costituiti da argille limose debolmente sabbiose di colore ocraceo/marrone grigiastro poco plastiche a cui segue la formazione di base (Terravecchia) inalterata e costituita da argille grigie molto compatte. Tale formazione può contenere frazioni gessose da attribuire al Messiniano superiore “Argille marnose” dove sono presenti le torbiditi gessose.
- I comuni di Trapani e Paceco sono attualmente classificati in zona sismica 2.
- Sulla base dell'indagine sismica eseguita appositamente in situ si riassumono nella seguente tabella i valori della velocità di propagazione delle onde di taglio (V_{seq}) e la conseguente categoria di suolo di fondazione.

Tipo di indagine	Valore di Vseq	Categoria di sottosuolo
HVSR 1	331	C
HVSR 2	418	B
HVSR 3	310	C
HVSR 4	353	C
HVSR 5	326	C
MASW 1	318	C
MASW 2	344	C
MASW 3	393	B
MASW 4	356	C
MASW 5	332	C
MASW 6	320	C
MASW 7	410	C
MASW 8	347	C
MASW 9	331	C
MASW 10	332	C
MASW 11	328	C
MASW 12	340	C
MASW 13	287	C
MASW 14	292	C
MASW 15	316	C
MASW 16	311	C
MASW 17	443	B
MASW 18	457	B
MASW 19	284	C

MASW 20	327	C
MASW 21	359	C
MASW 22	364	B
MASW 23	338	C
MASW 24	338	C
MASW 25	304	C

- Il DM 17.01.2018 (paragrafo 7.11.3.4) e precedente Circolare esplicativa n. 617/2009 (paragrafo C7.11.3.4) impongono che sia valutata la stabilità nei confronti della liquefazione. Detta valutazione è stata eseguita con metodi semiempirici di cui **al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC** che escludono per il sito in questione il fenomeno della liquefazione in quanto:
 - **elevata presenza, nel fuso granulometrico, di terreni a componente fine (limi e argille).**
- Per quanto attiene la gestione dei materiali di scavo cd Terre e rocce da scavo si rimanda alla normativa vigente ed a quanto riportato nel cap. 9.
- Sulla base delle indagini geognostiche eseguite in tutta l'area oggetto di intervento, nelle massime profondità investigate, sono presenti depositi limoso-argillosi debolmente sabbiosi di colore ocraceo o marrone-grigiastro dovuti all'alterazione della Formazione Terravecchia, passanti verticalmente alla formazione di base inalterata costituita da argille grigie molto compatte che conducono al rifiuto alla penetrazione della punta. Nel complesso le aree di intervento presentano una stratigrafia omogenea in cui varia unicamente lo spessore dei depositi di alterazione argilloso-limosi meno addensati più superficiali. In particolare, si sono distinte n. 3 zone; alla prima zona corrisponde unicamente la prova DPSH 3 caratterizzata da uno spessore molto esiguo praticamente assente, della formazione alterata avente mediocri caratteristiche geotecniche; con la seconda zona identifichiamo l'area caratteristica delle prove DPSH 24 e 25 in cui lo spessore dei depositi alterati superficiali argilloso-limosi si aggira attorno a 5.8-6.0 m e non seguono immediatamente le argille grigie compatte ma è presente uno strato intermedio, sino ad 8.0 m, costituito da limi sabbioso-argillosi aventi sufficienti caratteristiche geotecniche. La terza zona è propria di tutto il resto delle aree di intervento ed è caratterizzata da uno spessore molto consistente dei depositi superficiali di alterazione che varia da un minimo di 2.0 ad un massimo di 7.6 m di profondità massima, anche in relazione alla morfologia ondulata dell'area.

Dalle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti e dall'esame delle condizioni geomorfologiche, geologiche dell'area e dei depositi indagati con indagine in sito, si può dedurre che le caratteristiche dell'area in oggetto appaiono compatibili con la destinazione d'uso prevista, adottando le prescrizioni sin qui esposte.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del DM 17.01.2018 e contempla i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica ivi prescritti, costituendo documento idoneo per il rilascio della concessione edilizia sulla base del progetto di costruzione ad esso allegato.

A disposizione per ulteriori approfondimenti e chiarimenti, si coglie l'occasione per porgere cordiali saluti.

IL TECNICO



REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNI DI TRAPANI E PACECO

Valutazione di Impatto Ambientale
(artt. 23 - 24 - 25 D.Lgs. 152/2005)
Commissione Tecnica PNRR - PNIEC
(ARTT. 17 D.Lgs. 77/2021)

PROPONENTE
SOLAR PV UNO S.r.l.
Via Don Luigi Sturzo, 14 Arezzo
P.Iva 02373940515

OGGETTO
Progetto per la costruzione ed esercizio di un
Impianto Agrivoltaico e relative Opere di
Connessione alla rete AT di Terna

TITOLO ELABORATO
CARTA GEOLOGICA

PROGETTAZIONE


Solarys I.S. s.r.l.
Via Don Luigi Sturzo, 14
52100 Arezzo
P.IVA 02326770514
info@solarysnrg.it

Progettista Elettrico

Ing. Andrea Coradeschi
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Arezzo n. 1741 Sez. A
a.coradeschi@solarysnrg.it

Progettista Architettonico

Ing. Silvia Burbi
Ordine degli Architetti
Provincia di Arezzo n. 1157 Sez. A
s.burbi@solarysnrg.it

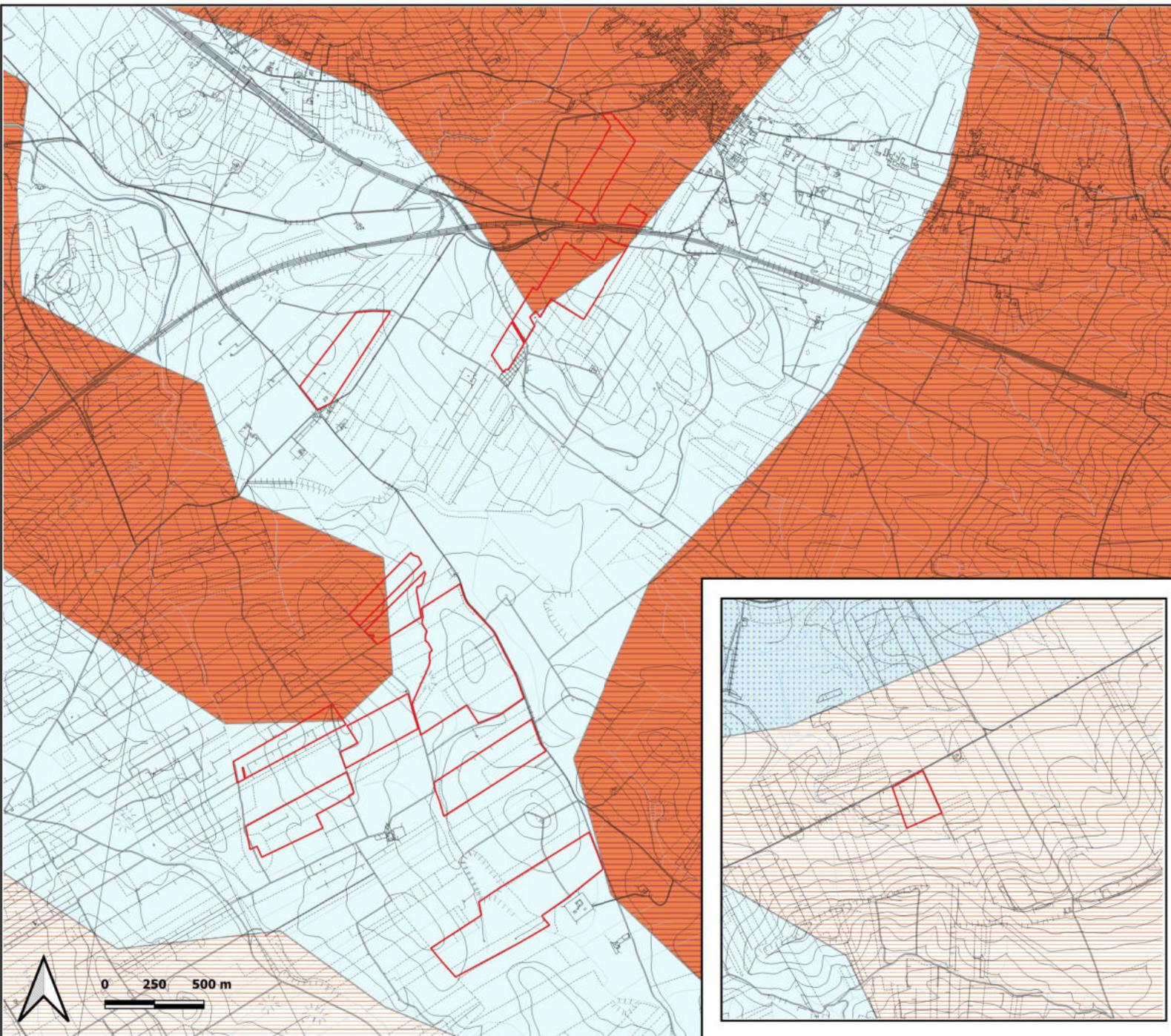
Contributi Specialistici Ambientali

Ambiente s.p.a.
Via Frassina 21 - 54033 Carrara (MS)
P.IVA 00262540453
home@ambientesc.it


consulenza & ingegneria
esperienza per l'ambiente

Data: 04/08/2023

Scala: 1:20.000



Legenda

 Limite area di studio

 Unità argillose ed argilloso-calcaree (torbiditiche) - Paleogene
- Depositi marini

 Detriti, depositi alluvionali e fluvioacustri, spiagge attuali
(Olocene) - Depositi alluvionali

 Argille e marne (Miocene medio - inferiore) - Depositi marini

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNI DI TRAPANI E PACECO

Valutazione di Impatto Ambientale
(artt. 23 - 24 - 25 D.Lgs. 152/2005)
Commissione Tecnica PNRR - PNIEC
(ARTT. 17 D.Lgs. 77/2021)

PROPONENTE
SOLAR PV UNO S.r.l.
Via Don Luigi Sturzo, 14 Arezzo
P.Iva 02373940515

OGGETTO
Progetto per la costruzione ed esercizio di un
Impianto Agrivoltaico e relative Opere di
Connessione alla rete AT di Terna

TITOLO ELABORATO
COROGRAFIA GENERALE

PROGETTAZIONE



Solarys I.S. s.r.l.

Via Don Luigi Sturzo, 14
52100 Arezzo
P.IVA 02326770514
info@solarysnrg.it

Progettista Elettrico

Ing. Andrea Coradeschi

Ordine degli Ingegneri
Provincia di Arezzo n. 1741 Sez. A
a.coradeschi@solarysnrg.it

Progettista Architettonico

Ing. Silvia Burbi

Ordine degli Architetti
Provincia di Arezzo n. 1157 Sez. A
s.burbi@solarysnrg.it

Contributi Specialistici Ambientali

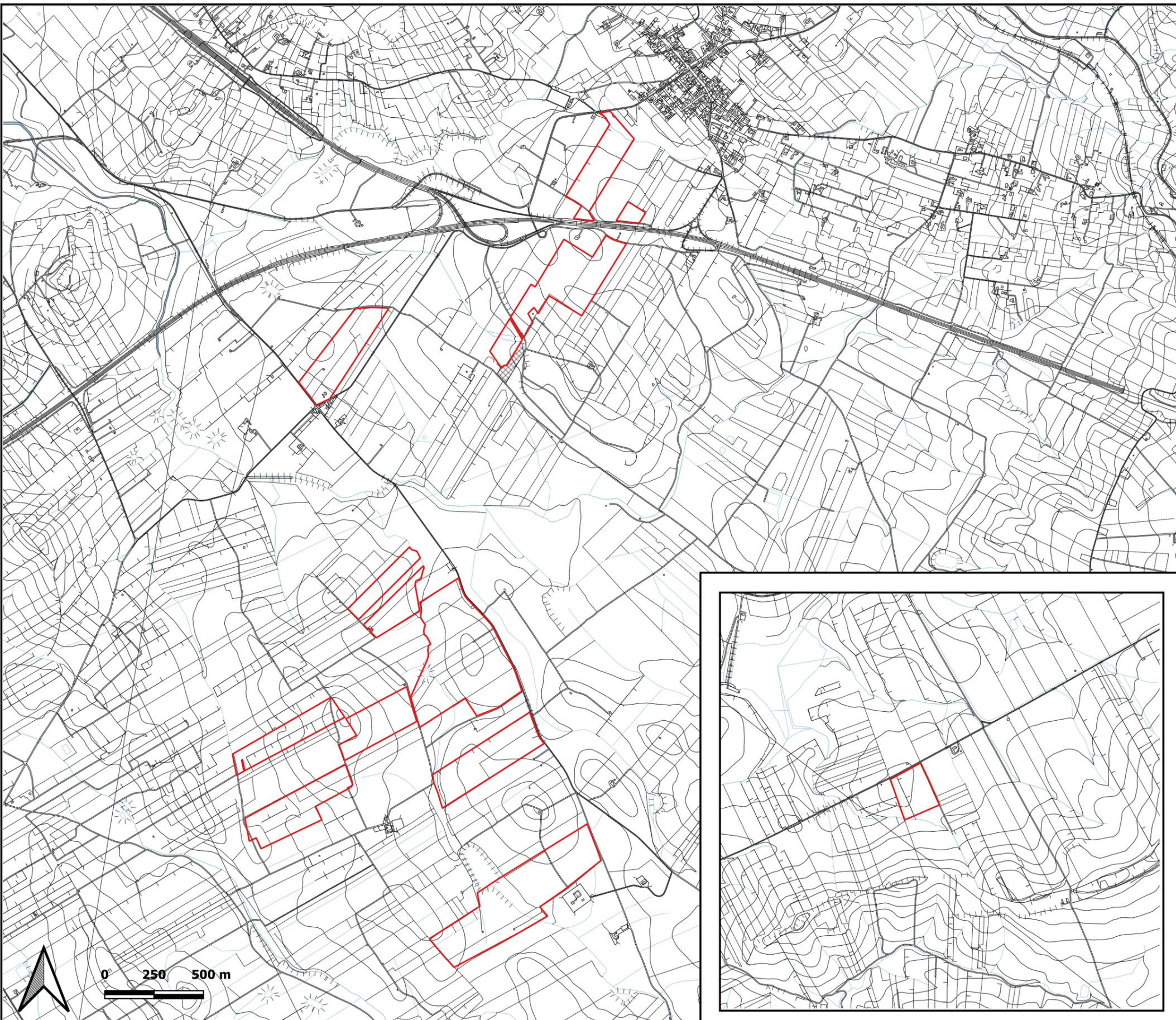
Ambiente s.p.a.

Via Frassina 21 - 54033 Carrara (MS)
P.IVA 00262540453
home@ambientesc.it



Data: 04/08/2023

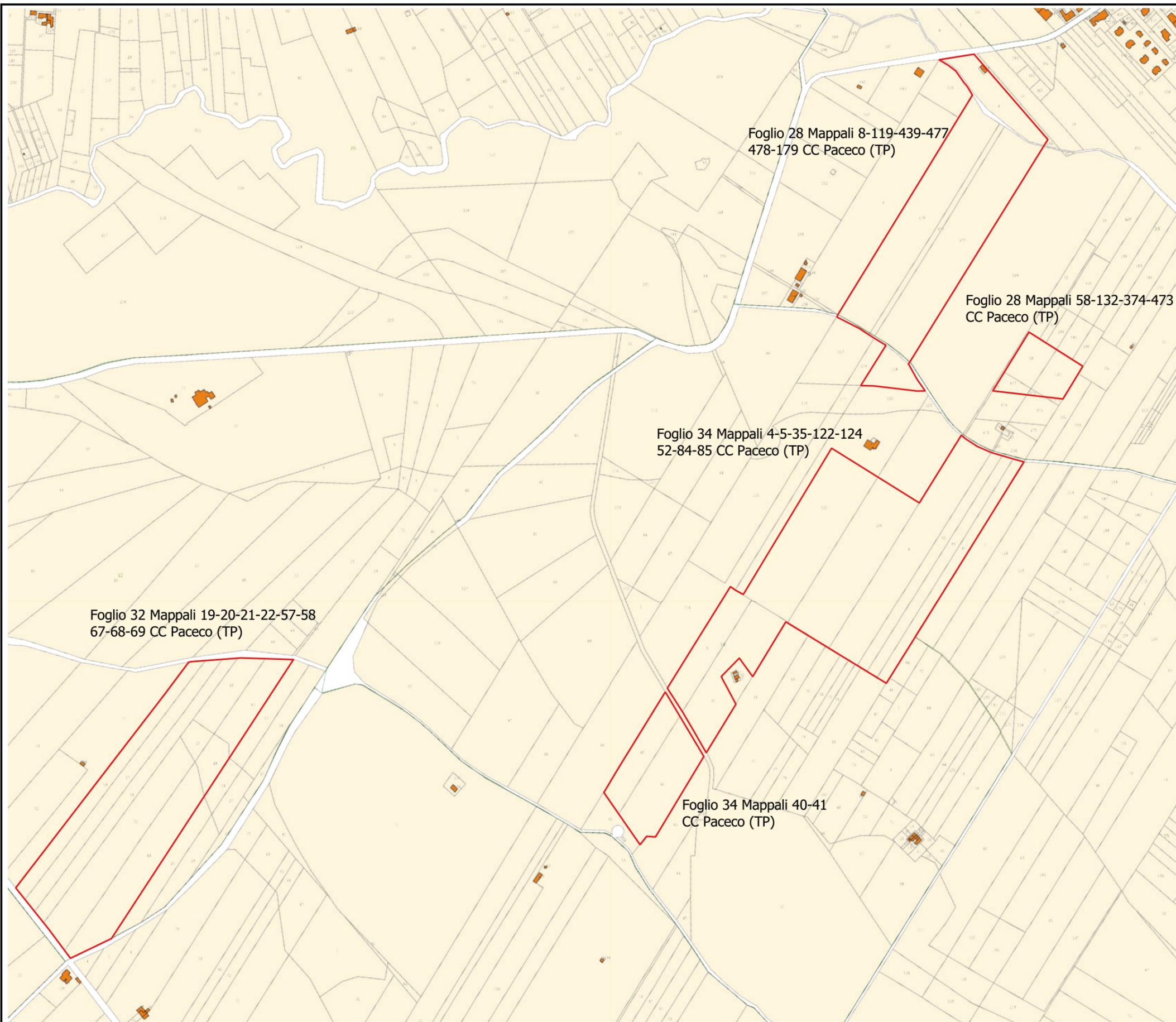
Scala: 1:20.000



Legenda

 Limite area di studio

Base Cartografica CTR della Regione Sicilia alle sezioni 605040 - 605080 - 605160



Legenda

Limite area di studio

REGIONE SICILIA
 PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNI DI TRAPANI E PACECO

Valutazione di Impatto Ambientale
 (artt. 23 - 24 - 25 D.Lgs. 152/2005)
 Commissione Tecnica PNRR - PNIEC)
 (ARTT. 17 D.Lgs. 77/2021)

PROPONENTE
SOLAR PV UNO S.r.l.
 Via Don Luigi Sturzo, 14 Arezzo
 P.Iva 02373940515

OGGETTO
 Progetto per la costruzione ed esercizio di un
 Impianto Agrivoltaico e relative Opere di
 Connessione alla rete AT di Terna

TITOLO ELABORATO
ESTRATTO CATASTALE

PROGETTAZIONE



Solaris I.S. s.r.l.

Via Don Luigi Sturzo, 14
 52100 Arezzo
 P.IVA 02326770514
 info@solarisnrg.it

Progettista Elettrico

Ing. Andrea Coradeschi

Ordine degli Ingegneri
 Provincia di Arezzo n. 1741 Sez. A
 a.coradeschi@solarisnrg.it

Progettista Architettonico

Ing. Silvia Burbi

Ordine degli Architetti
 Provincia di Arezzo n. 1157 Sez. A
 s.burbi@solarisnrg.it

Contributi Specialistici Ambientali

Ambiente s.p.a.

Via Frassina 21 - 54033 Carrara (MS)
 P.IVA 00262540453
 home@ambientesca.it



Data: 04/08/2023

Scala: 1:6.500



Legenda

 Limite area di studio

REGIONE SICILIA
 PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNI DI TRAPANI E PACECO

Valutazione di Impatto Ambientale
 (artt. 23 - 24 - 25 D.Lgs. 152/2005)
 Commissione Tecnica PNRR - PNIEC)
 (ARTT. 17 D.Lgs. 77/2021)

PROPONENTE
SOLAR PV UNO S.r.l.
 Via Don Luigi Sturzo, 14 Arezzo
 P.Iva 02373940515

OGGETTO
 Progetto per la costruzione ed esercizio di un
 Impianto Agrivoltaico e relative Opere di
 Connessione alla rete AT di Terna

TITOLO ELABORATO
ESTRATTO CATASTALE

PROGETTAZIONE



Solaris I.S. s.r.l.
 Via Don Luigi Sturzo, 14
 52100 Arezzo
 P.IVA 02326770514
 info@solarisnrg.it

Progettista Elettrico
Ing. Andrea Coradeschi
 Ordine degli Ingegneri
 Provincia di Arezzo n. 1741 Sez. A
 a.coradeschi@solarisnrg.it

Progettista Architettonico
Ing. Silvia Burbi
 Ordine degli Architetti
 Provincia di Arezzo n. 1157 Sez. A
 s.burbi@solarisnrg.it

Contributi Specialistici Ambientali
Ambiente s.p.a.
 Via Frassina 21 - 54033 Carrara (MS)
 P.IVA 00262540453
 home@ambientesc.it



consulenza & ingegneria
 esperienza per l'ambiente

Data: 04/08/2023

Scala: 1:9.000

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNI DI TRAPANI E PACECO

Valutazione di Impatto Ambientale
(artt. 23 - 24 - 25 D.Lgs. 152/2005)
Commissione Tecnica PNRR - PNIEC)
(ARTT. 17 D.Lgs. 77/2021)

PROPONENTE
SOLAR PV UNO S.r.l.
Via Don Luigi Sturzo, 14 Arezzo
P.Iva 02373940515

OGGETTO
Progetto per la costruzione ed esercizio di un
Impianto Agrivoltaico e relative Opere di
Connessione alla rete AT di Terna

TITOLO ELABORATO
ESTRATTO CATASTALE

PROGETTAZIONE



Solarys I.S. s.r.l.

Via Don Luigi Sturzo, 14
52100 Arezzo
P.IVA 02326770514
info@solarysnrg.it

Progettista Elettrico

Ing. Andrea Coradeschi

Ordine degli Ingegneri
Provincia di Arezzo n. 1741 Sez. A
a.coradeschi@solarysnrg.it

Progettista Architettonico

Ing. Silvia Burbi

Ordine degli Architetti
Provincia di Arezzo n. 1157 Sez. A
s.burbi@solarysnrg.it

Contributi Specialistici Ambientali

Ambiente s.p.a.

Via Frassina 21 - 54033 Carrara (MS)
P.IVA 00262540453
home@ambientesc.it



Data: 04/08/2023

Scala: 1:2.000



Legenda

 Limite area di studio

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNI DI TRAPANI E PACECO

Valutazione di Impatto Ambientale
(artt. 23 - 24 - 25 D.Lgs. 152/2005)
Commissione Tecnica PNRR - PNIEC
(ARTT. 17 d.IGS. 77/2021)

PROPONENTE
SOLAR PV UNO S.r.l.
Via Don Luigi Sturzo, 14 Arezzo
P.Iva 02373940515

OGGETTO
Progetto per la costruzione ed esercizio di un
Impianto Agrivoltaico e relative Opere di
Connessione alla rete AT di Terna

TITOLO ELABORATO
**UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E
SISMICHE**

PROGETTAZIONE



Solarys I.S. s.r.l.

Via Don Luigi Sturzo, 14
52100 Arezzo
P.IVA 02326770514
info@solarysnrg.it

Progettista Elettrico

Ing. Andrea Coradeschi

Ordine degli Ingegneri
Provincia di Arezzo n. 1741 Sez. A
a.coradeschi@solarysnrg.it

Progettista Architettonico

Ing. Silvia Burbi

Ordine degli Architetti
Provincia di Arezzo n. 1157 Sez. A
s.burbi@solarysnrg.it

Contributi Specialistici Ambientali

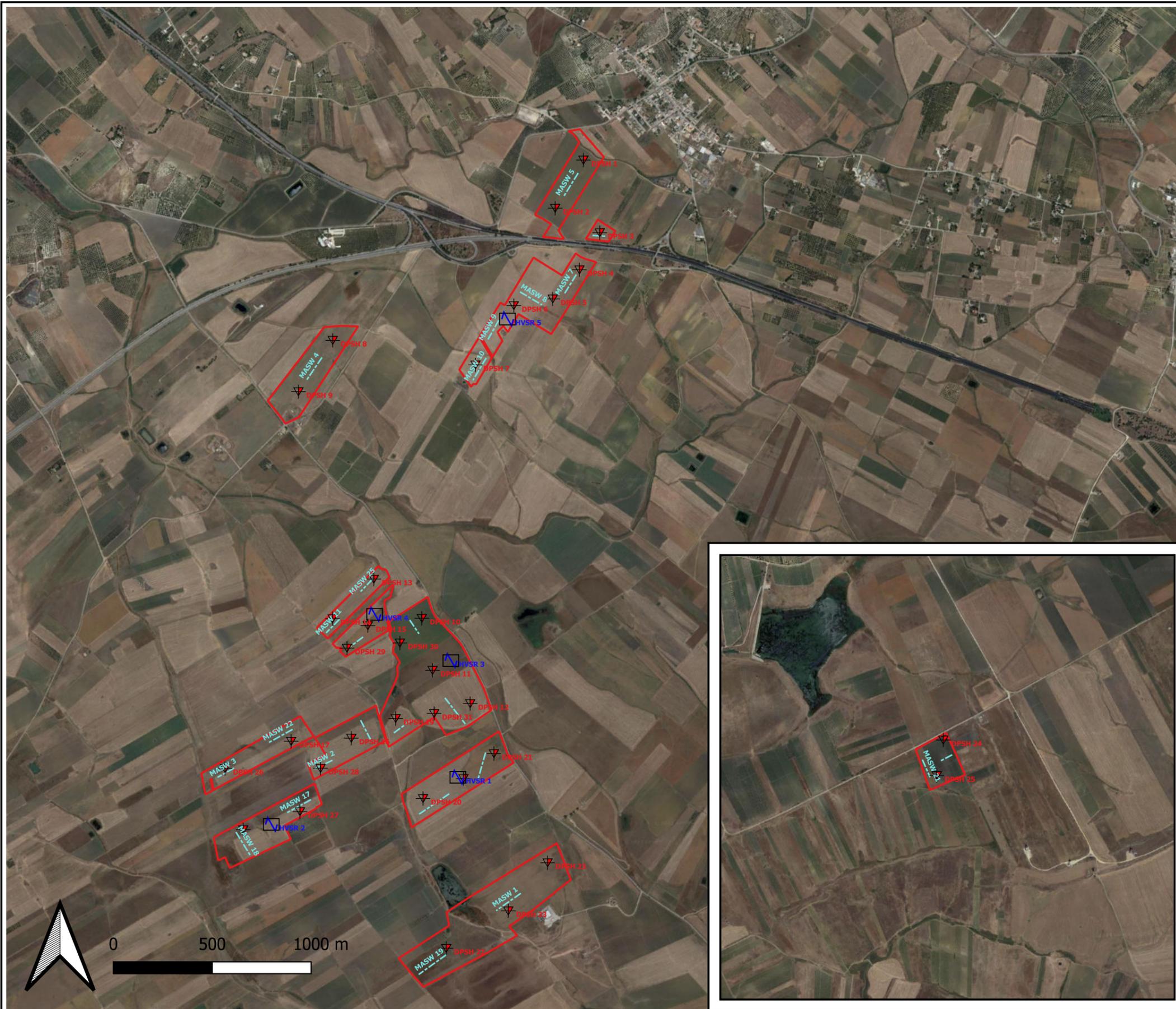
Ambiente s.p.a.

Via Frassina 21 - 54033 Carrara (MS)
P.IVA 00262540453
home@ambientesc.it



Data: 30/08/2023

Scala: 1:20.000



Legenda:



--- MASW

▽ Prove penetrometriche DPSH

□ Limite area di studio