



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA
Libero consorzio comunale di Siracusa
Città Metropolitana di Catania
COMUNI DI LENTINI
COMUNE DI PALAGONIA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "LENTINI 1" DELLA POTENZA NOMINALE DI 60.016,32 kWp POTENZA DI IMMISSIONE 52.300 kW E DELLE RELATIVE OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI LENTINI (SR) E PALAGONIA (CT)

COMMITTENTE:



Iberdrola Renovables Italia S.p.A.
Sede Legale Piazzale dell'Industria n. 40
ROMA (RM) CAP 00144
CF/P.IVA 06977481008

SVILUPPATORE:



Fabroen s.r.l
Sede legale Via Brunetto Latini n. 11
Palermo (PA) CAP 90141
CF/P.IVA 05052720827
Legale rappresentante Avv. Fabrizio Romeo



RELAZIONE GEOLOGICA

Data	Formato	Scala	Codice Elaborato	Codice Terna	Livello di progettazione	REV.	Visto:
Maggio 2024	A0		RS06REL0017A0	202203039	Definitiva	0	

COMMITTENTE	Iberdrola Renovables Italia S.p.A. 	REDAZIONE	Dr. Arch. Calogero Morreale
REDAZIONE	Dr. Naturalista Mirko Amato	REDAZIONE	Dr. Agr. Paolo Di Bella
REDAZIONE	Ing. El. Giuseppe Lo Presti 	REDAZIONE	Dr. Geol. Francesco La Mendola

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Sommario

PREMESSA.....	3
1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	7
2. FASI OPERATIVE.....	7
3. INQUADRAMENTI	9
3.1 Inquadramento catastale	9
3.2 Inquadramento geografico generale.....	10
3.3 Inquadramento geografico delle aree di progetto.....	11
3.4 Inquadramento Territoriale rispetto al P.A.I. Sicilia	14
4. CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA GENERALE	20
4.1 Caratterizzazione geomorfologica dell'area globale interessata dal parco e "verifica di compatibilità geomorfologica"	21
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	24
5.1 Caratteristiche litologiche.....	24
5.2 Caratterizzazione litologica locale	26
5.3 Modello geologico di riferimento.....	27
6.1 Classificazione dei terreni in classi di permeabilità	30
6.2 Caratterizzazione idrogeologico-sotterranea e Idrografica zona impianto.....	32
6.3 Interferenze e compatibilità idraulica tra cavidotti interni e rete.....	34
idrografica nell'area di progetto.....	34
7. INVESTIGAZIONE GEOGNOSTICA/GEOFISICA DEL SITO: PIANO DELLE INDAGINI IN SITU ESPLETATE	37
7.1. Investigazione Geognostica/Geofisica in Situ.....	37
7.1.4 Caratterizzazione geotecnica sondaggio P4 (DPSH04)	43
7.2 Piano delle indagini in situ espletate:.....	44
Criteri di scelta, ubicazione e dimensionamento	44
dell'investigazione	44



PROGETTAZIONE PER AUTORIZZAZIONE UNICA SECONDO L'ART. 12 DEL D.LGS. 387/2003 DI UN IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA REALIZZARE NEI COMUNI DI LENTINI (SR) E PALAGONIA (CT)

Procedura di V.I.A. ai sensi dell'art.23 del D.L. 152/2006

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

7.3 Stratigrafia, parametrizzazione geomeccanica e modellazione geotecnica.....	45
8. INQUADRAMENTO RISPETTO ALLA ZONAZIONE SISMICA	48
REGIONALE E NAZIONALE.....	48
8.1 Rischio sismico.....	49
8.2 Prove sismiche MASW: Classificazione del Suolo ai sensi delle Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M. 14-01-2018)	53
8.3 Risposta Sismica.....	63
9. CONCLUSIONI	64

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

PREMESSA

Per incarico conferitomi dall'Avv. Pietro Fabrizio Romeo, nella qualità di legale rappresentante della società **Fabroen s.r.l.** avente sede legale in Palermo (PA) nella via Brunetto Latini n. 11, Partita IVA 05052720 e di soggetto sviluppatore del progetto, il sottoscritto **Dr. Geol. Francesco La Mendola**, con studio in Grotte (AG) nella contrada via Francesco Crispi n.87, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 759, procedeva alla redazione del presente **Studio geologico-geomorfologico**, corredato dagli esiti delle **indagini geognostiche/geofisiche in situ e analisi di laboratorio**, a supporto del. **"progetto di realizzazione di un campo agrivoltaico denominato "Lentini 1" da realizzarsi nei territori dei Comuni di Lentini (SR) e Palagonia (CT)"**.

Dopo aver ottenuto l'approvazione alla S.T.M.G. da parte di Enel Terna, previa analisi di fattibilità redatta preliminarmente sui terreni di cui il committente ha avuto la disponibilità, nel presente livello di progettazione preliminare-definitiva è stata esperita la prima fase della campagna di indagini geognostiche/geofisiche necessaria per la caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica dei terreni, supportata dalle analisi chimiche sui campioni di suolo prelevati (indispensabile altresì per la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo).

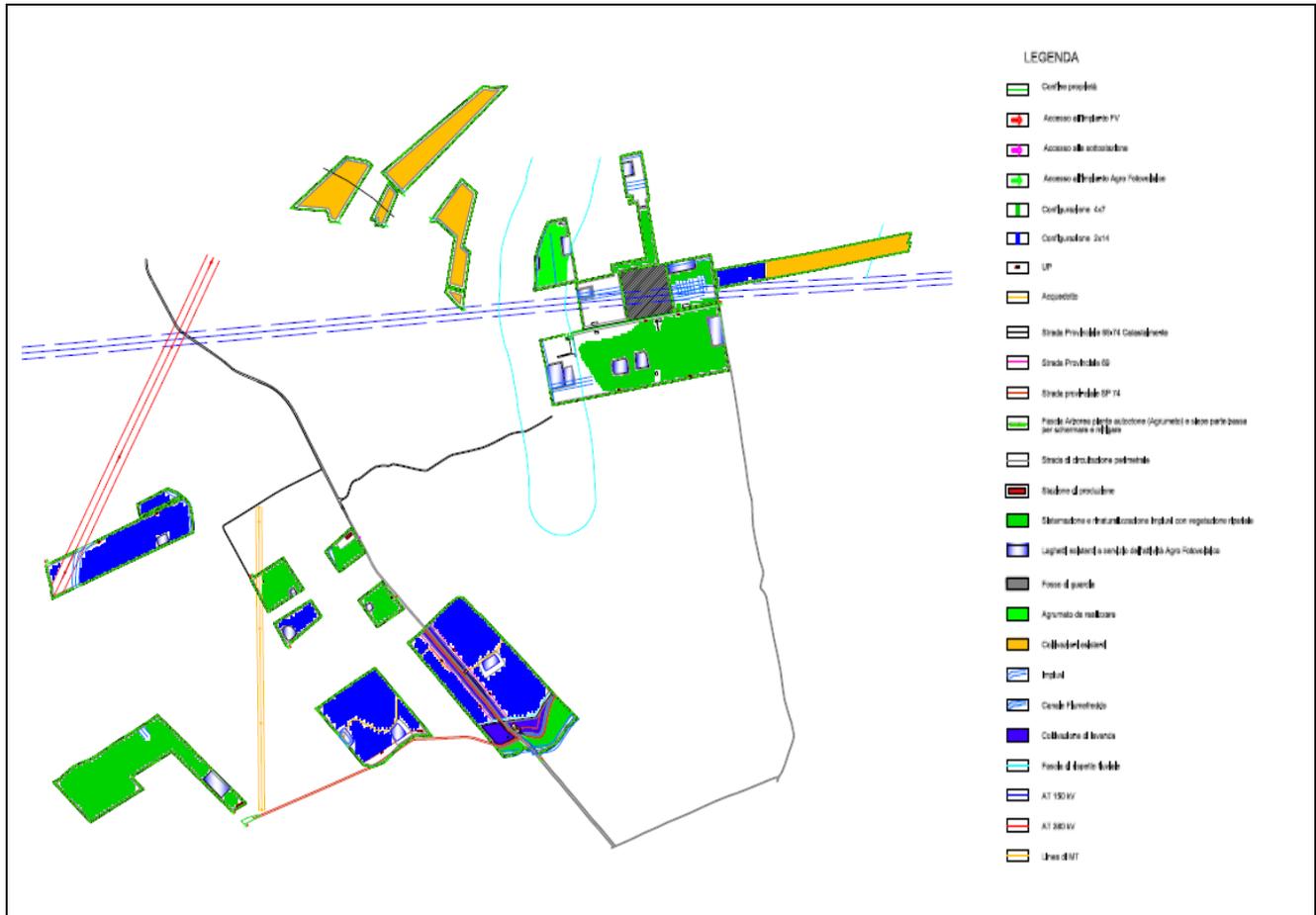
Tale fase preliminare d'indagine dovrà essere ulteriormente integrata e completata nella successiva fase esecutiva, attraverso un'ulteriore rete di sondaggi in situ e prove geotecniche allo scopo di ottenere un maggior livello di approfondimento geognostico del sito.

Al fine di definire tutti gli aspetti di natura geologica, geotecnica, sismica, geomorfologica e idrogeologica, è stato eseguito uno studio di dettaglio del comprensorio territoriale in esame e di un sufficiente intorno geografico, in modo da evidenziare in maniera approfondita le caratteristiche l.s. dei terreni che possono condizionare le scelte progettuali e pervenire al modello geologico e geotecnico.

Ciò allo scopo di ricostruire un quadro completo dell'area in cui è stato analizzato il contesto geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico dei luoghi nei quali è prevista la realizzazione dell'impianto agrivoltaico da denominare "Lentini 1" della potenza nominale di 60.016,32 kWp e potenza di immissione di 52.300 kW.

L'area totale di progetto presenta una superficie captante suddivisa geograficamente in tanti lotti tra loro discontinui, secondo la distribuzione geografica di cui al layout sotto riportato.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Dovendo procedere, nella presente fase propedeutica alla progettazione definitiva, allo studio geologico-strutturale, geomorfologico e idrogeologico dell'intero territorio che ingloba le aree dell'impianto agrivoltaico in progetto, già prescelte dalla committenza, allo scopo di definirne la fattibilità geologica e geomorfologica lo scrivente si è recato sui luoghi per eseguire un primo rilevamento geologico, geostrutturale e geomorfologico di dettaglio, con relativa analisi dei dissesti relativamente ai tre settori territoriali interessati e a un significativo intorno.

Nella fase seguente si è proceduto allo step di programmazione, coordinamento e successiva direzione dei lavori della fase investigativa geognostica/geofisica in situ, i cui esiti sono risultati indispensabili alla conoscenza e valutazione della caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni interessati dalle opere, al fine di poter advenire al

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

modello geologico e geotecnico, nonché alle valutazioni conclusive del presente studio, corredato dai necessari elaborati cartografici tematici.

Il rilevamento geostrutturale è stato esteso ad un ampio territorio al fine di poter meglio interpretare i lineamenti tettonici e giaciture nonchè desumere le caratteristiche meccanico-fisiche e petrografiche dei terreni in esame, affioranti nei settori del comprensorio interessato e interessati dal tracciato della linea di connessione.

Al fine di poter definire l'esatta modellazione geologica dei tre siti è stato necessario effettuare un attento rilevamento di superficie ed esperire diversi sopralluoghi necessari a poter definire una caratterizzazione generale dei siti, sotto il profilo geolitologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, utile per poter pervenire:

- ❖ al modello geologico di riferimento locale;
- ❖ alla modellazione geotecnica;
- ❖ all'individuazione delle criticità geologiche, geomorfologiche e idrauliche che è risultato necessario approfondire per valutare le interazioni tra i terreni di sedime e le opere di progetto.

Allo scopo di procedere ad un'esatta definizione del modello geotecnico è stato necessario esperire la programmata campagna di indagini in situ geognostiche/geofisiche, le cui elaborazioni allegate sono risultati utili in tal senso.

Particolare attenzione è stata posta all'aspetto idraulico, contestualizzando il comprensorio in esame con la vincolistica idraulica aggiornata del PAI Sicilia, sebbene tale aspetto sarà meglio attenzionato nel dettaglio nello Studio Idraulico a supporto del progetto che dovrà valutare la compatibilità idraulica del sito rispetto alla realizzazione delle opere attraverso la verifica idraulica.

Si è dunque proceduto all'esame geomorfologico del territorio in istudio, contestualizzando i tre siti del comprensorio nel contesto morfologico locale del versante appartenente allo stesso bacino idrografico generale, individuato nel settore basso in destra idraulica del Fiume Gornalunga (affluente del Simeto).

Tale analisi è risultata utile per accertare la presenza eventuale di pericolosità geologiche, oltre alle evidenti criticità idrauliche ivi esistenti, verificando altresì la compatibilità geomorfologica e ambientale delle aree, ovvero che la nuova destinazione d'uso sia compatibile con il contesto morfologico territoriale locale, così come sottolineato nella nota D.R.T. 112363 del 09.07.2021 della Regione Sicilia (rilascio del parere di compatibilità geomorfologica).

In tale ottica, attraverso una serie di sopralluoghi, coadiuvati da una preliminare valutazione visiva di aerofoto, si è proceduto ad una dettagliata analisi dei dissesti attivi e/o potenziali, al di là della cartografia del Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia che è stata rigorosamente acquisita e cartografata, al fine di verificare

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

l'idoneità geologica e la stabilità dei versanti interessati dalle opere di progetto, valutando l'eventuale presenza di agenti morfogenetici attivi destabilizzanti la cui azione potrebbe innescare qualsivoglia dissesto o fenomenologia franosa.

All'analisi geomorfologica è seguito lo studio idrogeologico-sotterraneo e dell'idrografia superficiale, con riferimento all'attuale assetto idro-orografico locale e alle eventuali modificazioni post-operam che potranno essere indotte dalla realizzazione dei lavori e delle opere, valutando altresì la presenza eventuale di falde idriche e/o punti d'acqua che potrebbero generare interferenze con la messa in posa delle opere, pregiudicando qualitativamente e/o quantitativamente gli eventuali accumuli idrici eventualmente presenti.

Per quanto attiene all'aspetto della compatibilità idraulica delle aree si rimanda allo *studio idraulico* allegato al progetto.

Sulla base degli esiti emersi dagli studi e dalle indagini in situ su menzionati, si è pervenuti alla redazione dei seguenti allegati di carattere geologico ovvero tavole a supporto del presente studio geologico:

RS06EPD0057A0	TAVOLA INQUADRAMENTO TERRITORIALE GEOLOGICO
RS06EPD0058A0	TAVOLA DEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI GEOMOROFLOGICO)
RS06EPD0059A0	TAVOLA DEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI IDRAULICO)
RS06EPD0060A0	TAVOLA CARTA GEOLOGICA
RS06EPD0061A0	TAVOLA CARTA IDROGEOLOGICA
RS06EPD0062A0	TAVOLA DELLE SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE RAPPRESENTATIVE
RS06EPD0063A0	TAVOLA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Fanno parte integranti della presente relazione i seguenti elaborati:

- ✓ Corografia con ubicazione delle due aree (scala 1/25.000);
- ✓ Inquadramento geografico;
- ✓ Stralcio planimetrico catastale
- ✓ Stralci cartografici delle tavole del P.A.I.
 - Carta dei dissesti,

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

- Carta della pericolosità geomorfologica
- Carta della pericolosità idraulica da esondazione
- Carta del rischio idraulico da esondazione.

In allegato alla presente relazione:

- ✓ Report indagini geognostiche e geofisiche in situ comprensivo delle stratigrafie dei sondaggi meccanici a c.c. effettuati.

1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il presente studio geologico è stato redatto in ossequio ai criteri e alle disposizioni contenute nel quadro normativo sotto indicato:

- Decreto Ministeriale 11.03.1988 e ss.mm.ii. per quanto attiene le indagini sui terreni e sulle rocce;
- Disposizioni in materia ambientale emanate dal D.L. 152/2006 (T.U.A.) e ss.mm.ii.
- D.L n.42/2004: codice dei beni culturali e del paesaggio;
- "Norme Tecniche per le Costruzioni" emanate con D.M. 18.gennaio.2008 e ss.mm.ii.
- "Norme Tecniche per le Costruzioni" vigenti (NTC 2018), emanate con D.M. 17.gennaio.2018 e ss.mm.ii. per quanto attiene alla sicurezza strutturale, nello specifico relativamente al punto 6.12 "Fattibilità di opere su grandi aree" e agli aspetti e alle norme antisismiche.

2. FASI OPERATIVE

Lo studio è stato articolato nei seguenti step operativi:

Fase preliminare:

- contatti preliminari con il progettista, con lo strutturista, con l'agronomo, con l'ingegnere idraulico e con il paesaggista attraverso sopralluoghi mirati alla verifica

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

della fattibilità delle opere nonché delle condizioni geologico-ambientali generali e del contesto pedo-climatico del sito, ai fini dell'idoneità geologica e geoambientale alla fattibilità delle opere;

- indagine fotografica e acquisizione di aerofoto;

Fase investigativa in situ preliminare:

• Esecuzione e Direzione Lavori delle indagini geognostiche e geofisiche in situ (prospezioni preliminari rispetto alle indagini da esperire nella successiva fase esecutiva):

- ✓ n. 4 Sondaggi penetrometrici;
- ✓ n. 2 MASW;
- ✓ n. 2 pozzetti esplorativi (per terre e rocce da scavo);
- ✓ n. 2 campionamenti su cui effettuare analisi chimiche e ambientali e per caratterizzazione terre e rocce da scavo.

Fase di rilievo geologico-geomorfologico e idrogeologico:

- rilevamento geologico di superficie per definire le condizioni stratigrafico-strutturali e l'idoneità geologica del territorio esaminato;
- rilevamento geomorfologico finalizzato alla verifica di compatibilità geomorfologica alla fattibilità delle opere;
- studio degli aspetti idrogeologici (superficiali e sotterranei), idrologici e geomorfologici di superficie, al fine di valutare le condizioni idrogeologico-sotterranee e le condizioni di stabilità generale del sito interessato dal progetto;

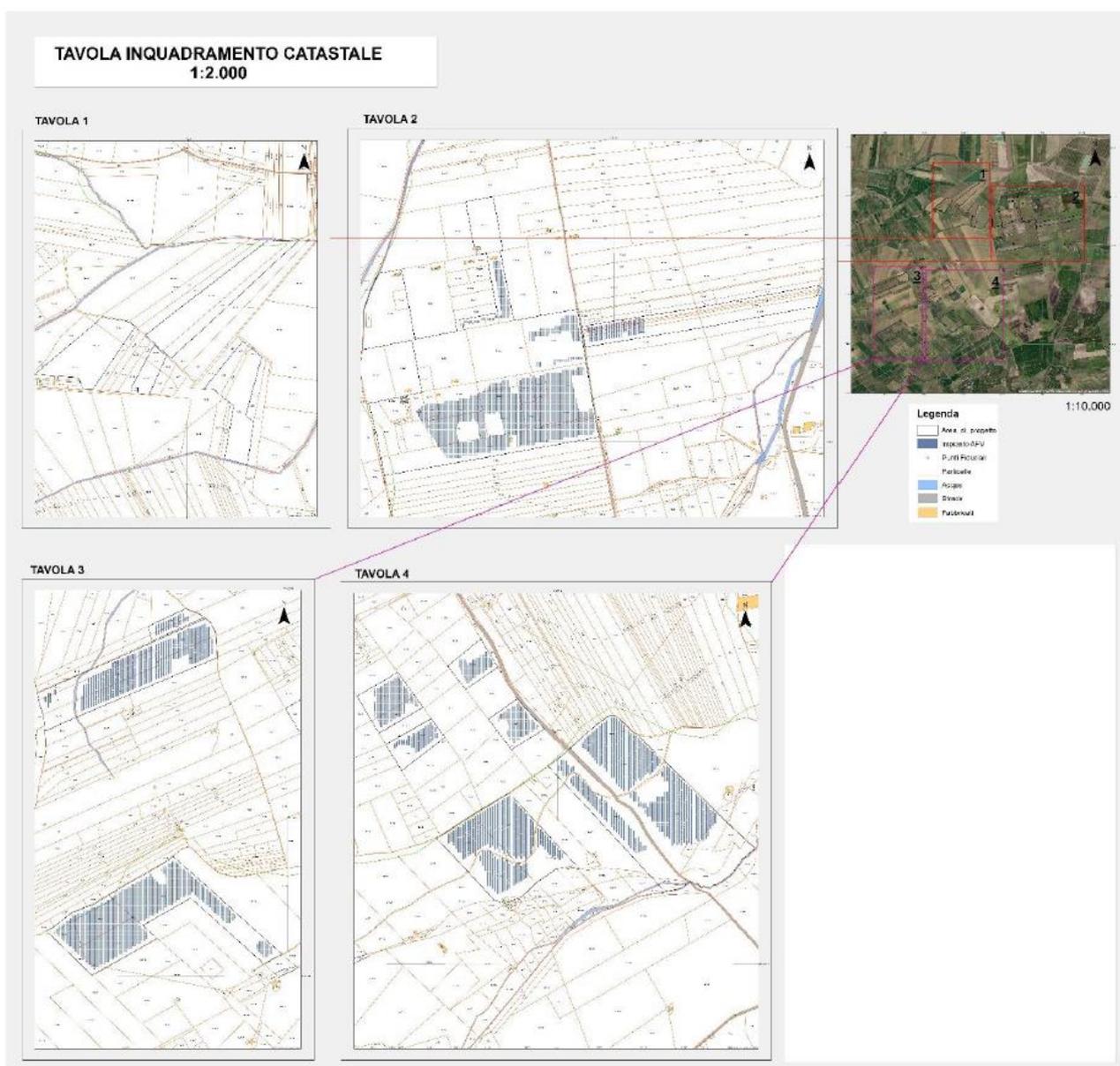
Fase finale di stesura dello Studio geologico:

- Redazione degli elaborati esecutivi.

3. INQUADRAMENTI

3.1 Inquadramento catastale

Catastralmente le opere sono ubicate nelle particelle catastali sotto illustrate:

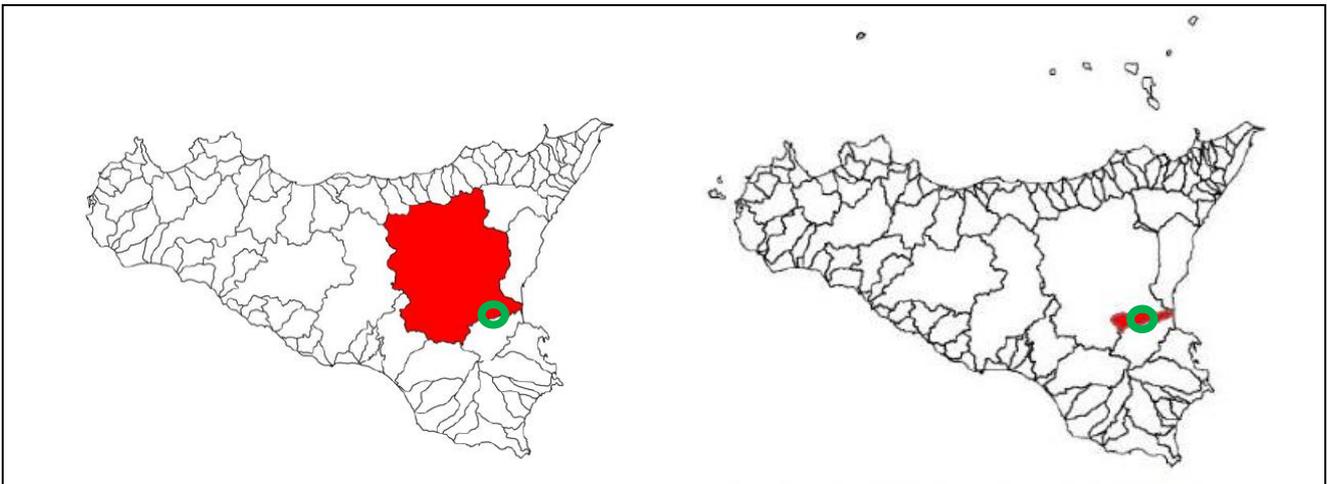


3.2 Inquadramento geografico generale

Il comprensorio territoriale cui appartiene il sito interessato dall'installazione dell'impianto "Lentini 1" è stato suddiviso per comodità cartografica in quattro lotti discontinui destinati all'impianto di pannelli agrivoltaici, per una potenza complessiva di 60.016,32 kWp, numerati progressivamente in senso destrorso da NW .

L'area globale ricade nella contrada Poggio Vecchio, su un fondo di terreno ricadente nei due territori comunali di Lentini (SR) (settori Sud ed Est) e Palagonia (CT) (settori Ovest e Nord), dunque a ridosso del limite tra le due province di Siracusa e Catania.

Dal punto di vista geografico le aree di progetto, alle quali si accede dalla S.P. n. 69-74, s'inquadrano nel contesto territoriale dell'area interposta tra il bacino idrografico generale del Fiume Simeto (094) e del bacino adiacente del Fiume San Leonardo.



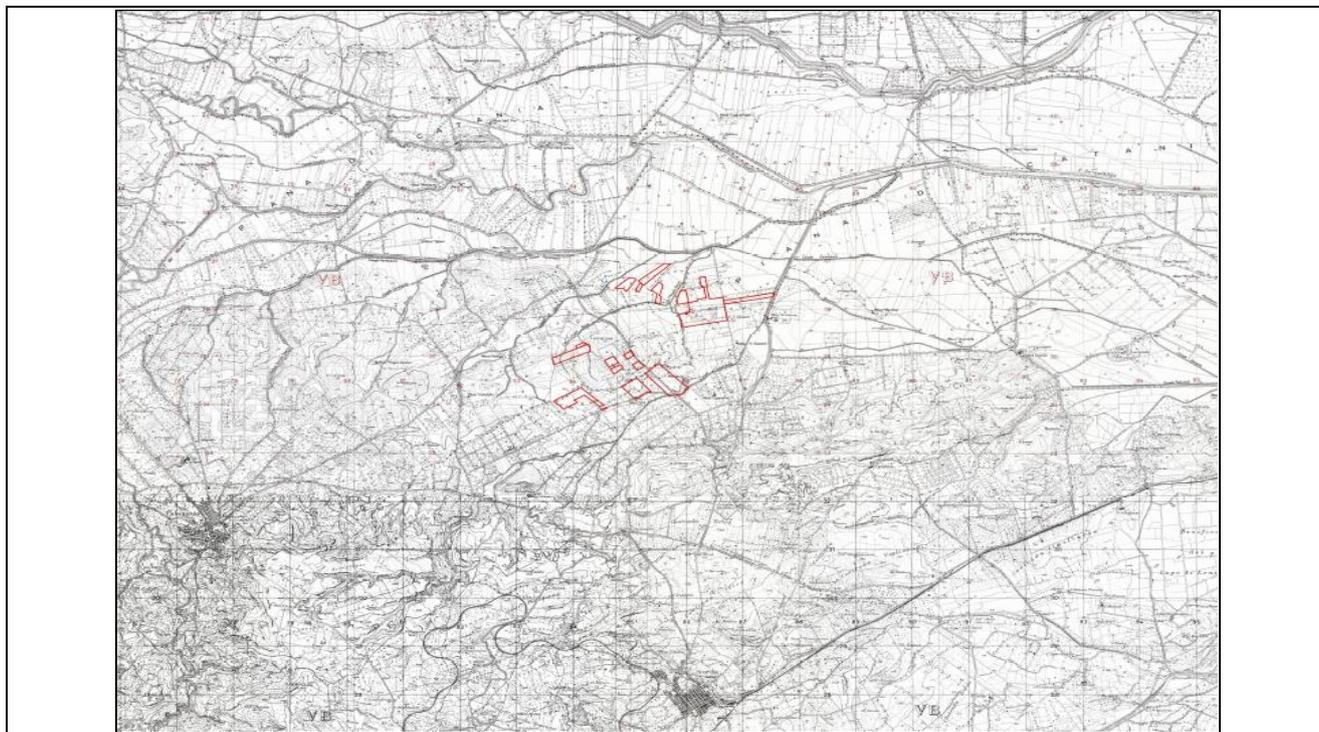
In generale, il bacino del Fiume Simeto, entro il cui margine SE ricade la presente area attraversata dal fiume Gornalunga, ricopre il versante orientale dell'Isola, sviluppandosi prevalentemente nei territori delle province di Enna, Catania e Siracusa, presentando un'estensione di circa 4.168,93 Km².

In particolare, l'area intermedia tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo insiste su una superficie complessiva di circa 110,80 Km². Il territorio esaminato ricade all'interno del Foglio I.G.M. in scala 1:50.000 n° 640 "Lentini".

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

3.3 Inquadramento geografico delle aree di progetto

Sotto il profilo geografico generale l'area globale di progetto appartiene al bacino idrografico del fiume Simeto, precisamente si sviluppa sul fianco destro del suo affluente principale, il fiume Gornalunga, in prossimità della confluenza con l'asta principale del Simeto, ad una quota media di mt. 65 s.l.m., e in prossimità della linea di spartiacque con l'adiacente bacino del Fiume San Leonardo.

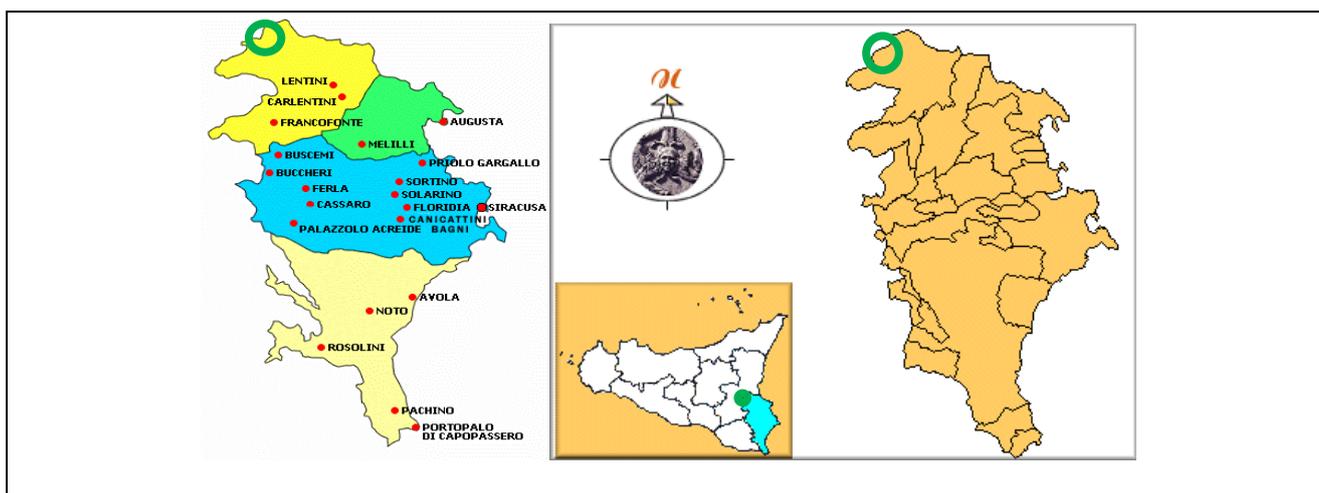


Nell'ambito della C.T.R. a scala 1:10.000 l'area di progetto ricade nella sezione 640030.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Nella cartografia dell'IGMI a scala 1/25.000 i lotti di progetto ricadono nella tavoletta 274 IV NO "Lentini".



PROGETTAZIONE PER AUTORIZZAZIONE UNICA SECONDO L'ART. 12 DEL D.LGS. 387/2003 DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA REALIZZARE NEI COMUNI DI LENTINI (SR) E PALAGONIA (CT)

Procedura di V.I.A. ai sensi dell'art.23 del D.L. 152/2006

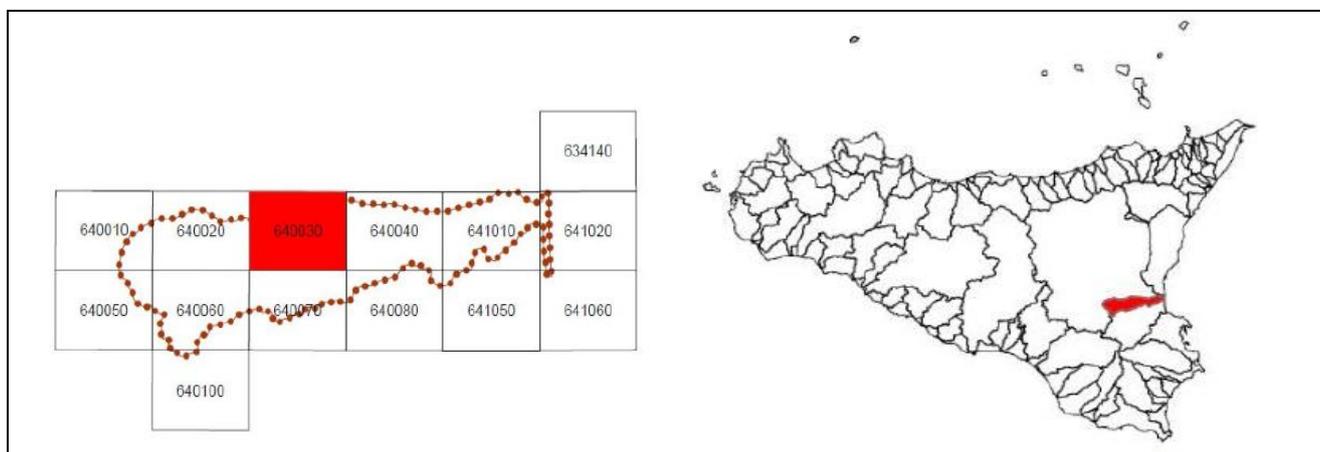
STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

3.4 Inquadramento Territoriale rispetto al P.A.I. Sicilia

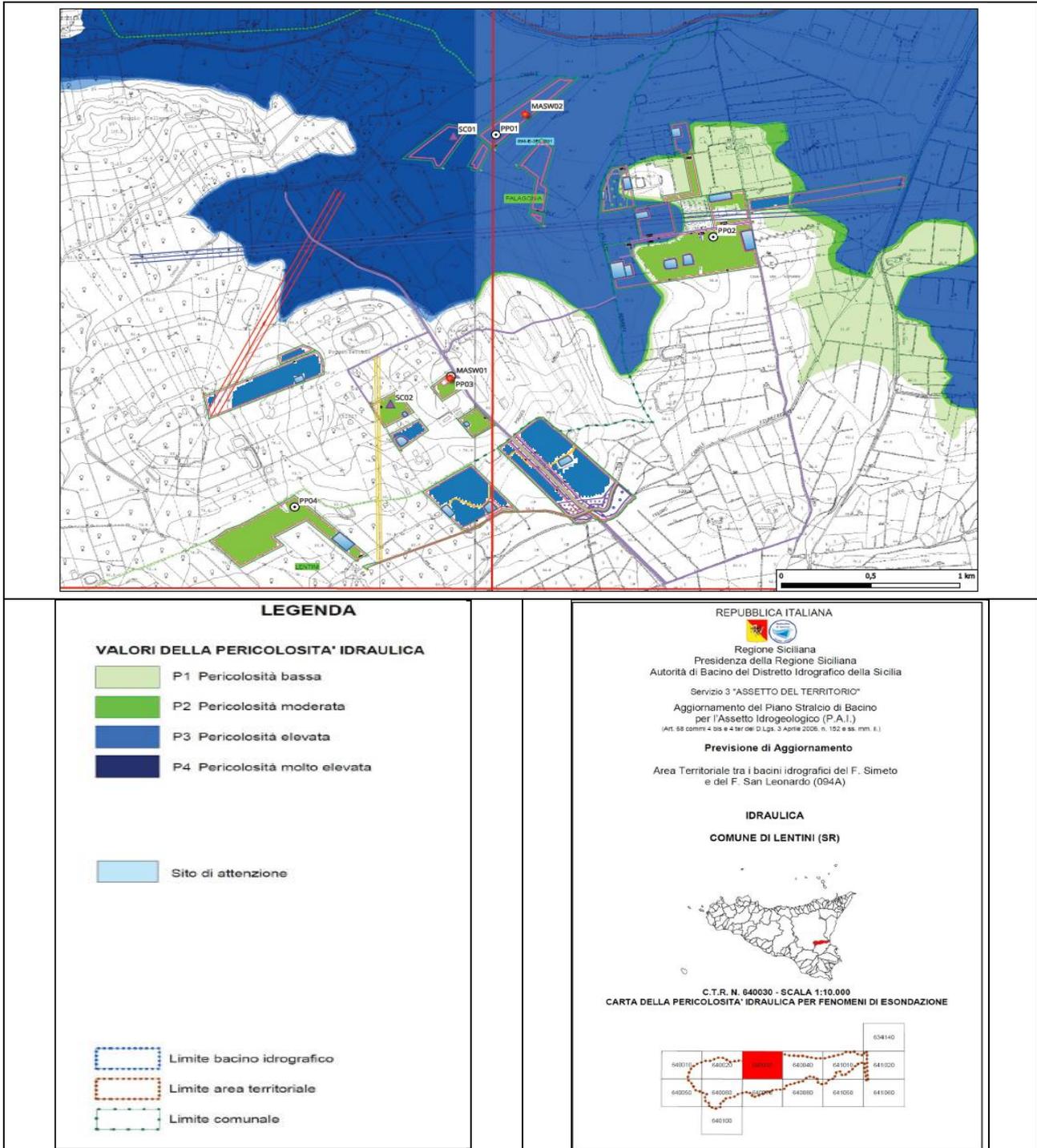
Nell'ambito della cartografia della C.T.R. cui fa riferimento il Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia, il comprensorio in esame ricade nell' Area territoriale tra i bacini idrografici del Fiume Simeto e del Fiume San Leonardo (094A), precisamente nella sezione n. 640030 della C.T.R., ubicata nel settore basso del bacino, non molto distante dalla foce nel Mar Ionio.



3.4.1 Inquadramento Rispetto alla Pericolosità Idraulica - P.A.I. Sicilia

Nell'ambito dell'Aggiornamento del Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) di cui al DSG 10/2024 dell'Autorità di Bacino Idrografico nella **Carta della Pericolosità Idraulica per fenomeni di esondazione** a scala 1/10.000 dell'**Area territoriale dei bacini del F. Simeto e del F. San Leonardo (094A)**, le aree di progetto nord ricadono in zona priva di vincoli di natura idraulica, eccetto una modesta porzione nel settore NE ricadente in zona P1R1, tuttavia ininfluenza sotto il profilo vincolistico (vedasi carta della pericolosità idraulica PAI).

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Si specifica che la sezione CTR 640030 è stata oggetto di specifico aggiornamento prodotto dall'Autorità di Bacino Idrografico con D.S.G. n. 10/2024.

La tavola 640020 è relativa all'originario decreto di adozione del PAI del Fiume Simeto e Area Territoriale compresa tra il F.Simeto e il F.San Leonardo di cui al D.P.R. 538/3006 e ss.mm.ii.

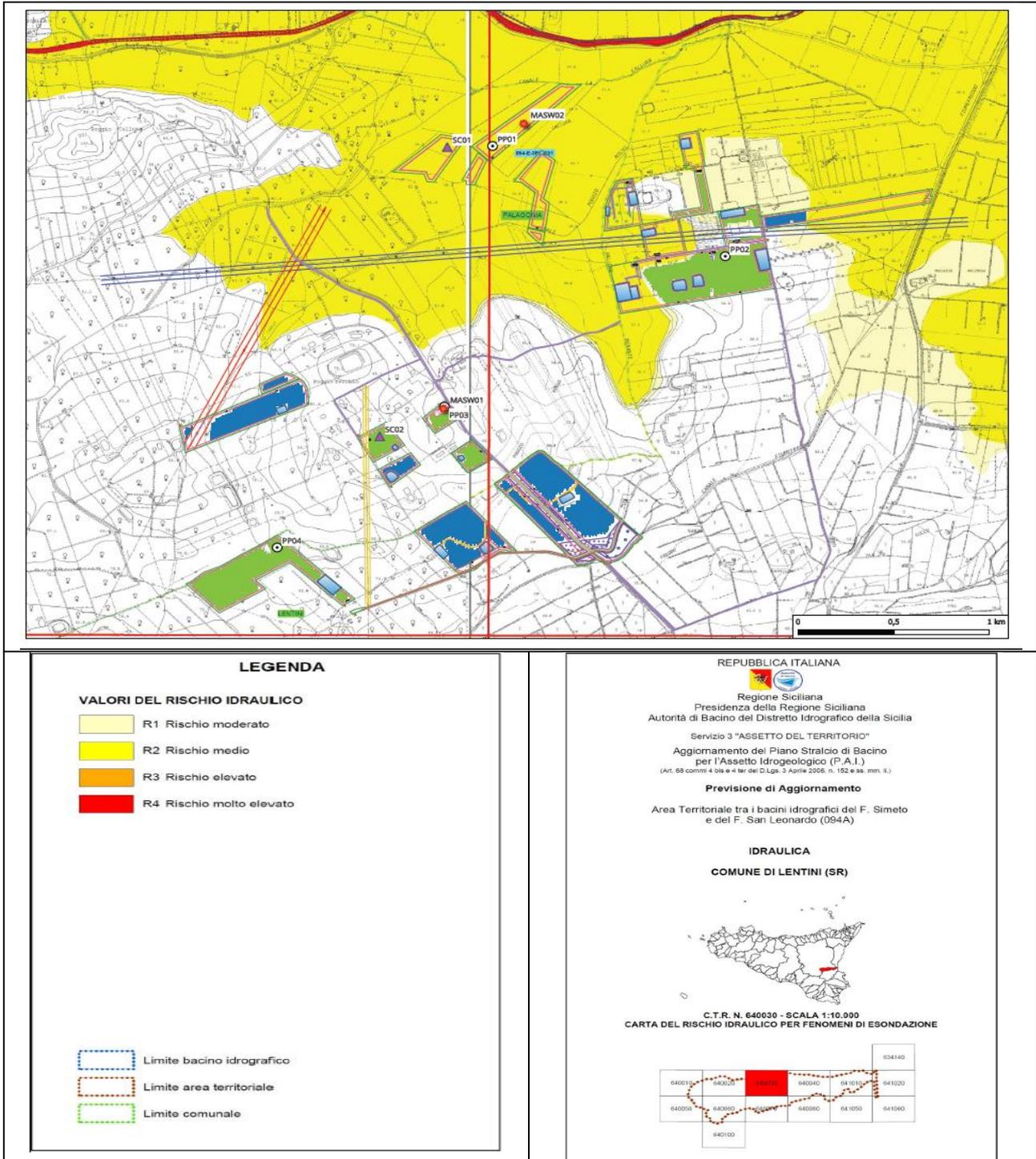
Le diverse colorazioni tra le due tavole sono leggermente differenti proprio a causa della diversa origine.

3.4.2 Inquadramento rispetto al Rischio Idraulico – P.A.I. Sicilia

Nell'ambito della Previsione di Aggiornamento del Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), anche nella **Carta del Rischio Idraulico per fenomeni di esondazione** a scala 1/10.000 dell'**Area territoriale dei bacini del F. Simeto e del F. San Leonardo (094A)**, ricadono in zona priva di vincoli di natura idraulica, eccetto una modesta porzione nel settore NE ricadente in **zona P1R1**, tuttavia ininfluente sotto il profilo vincolistico (vedasi carta della pericolosità idraulica PAI).



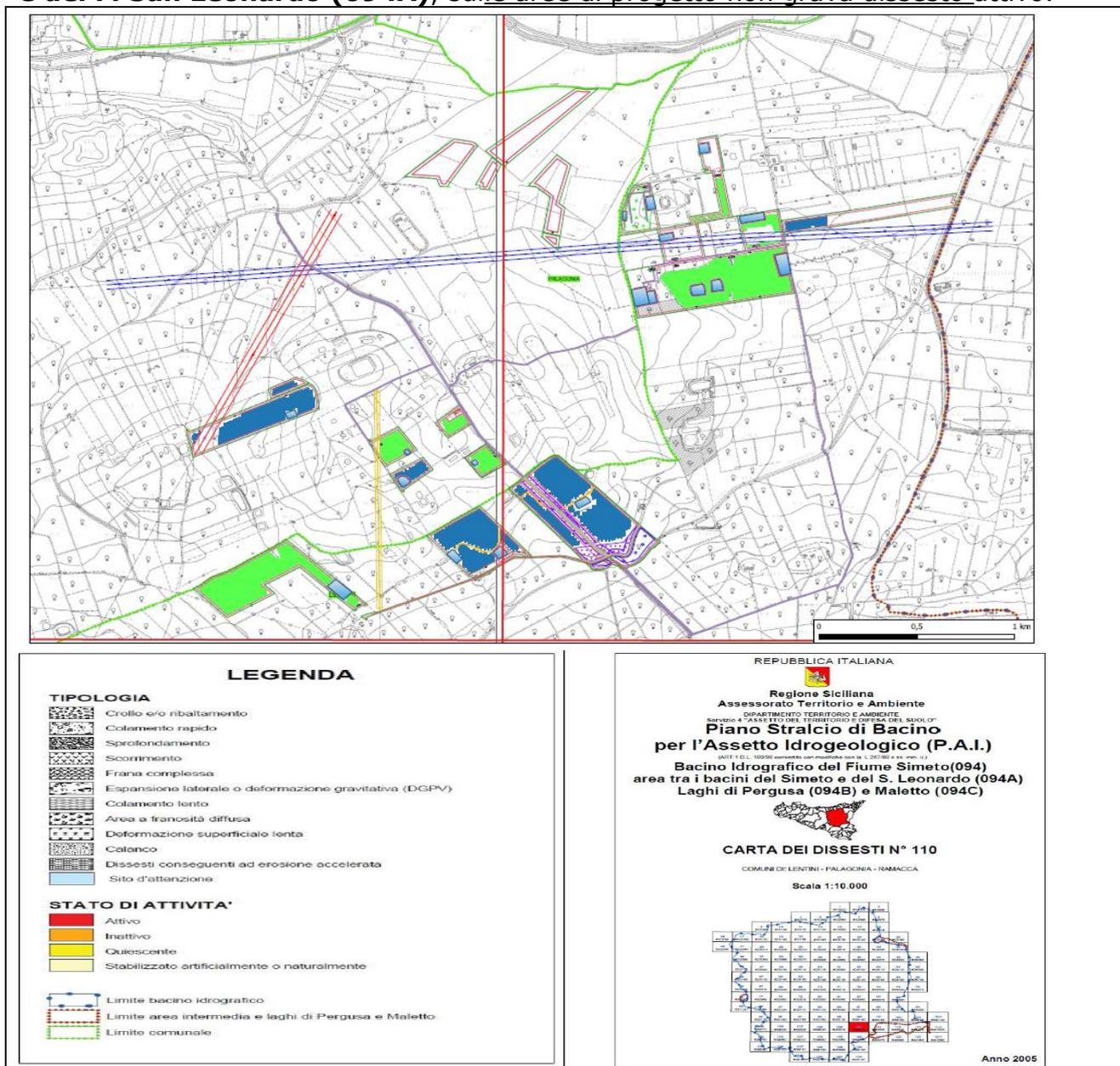
STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

3.4.3 Inquadramento rispetto alla Carta dei Dissesti P.A.I.

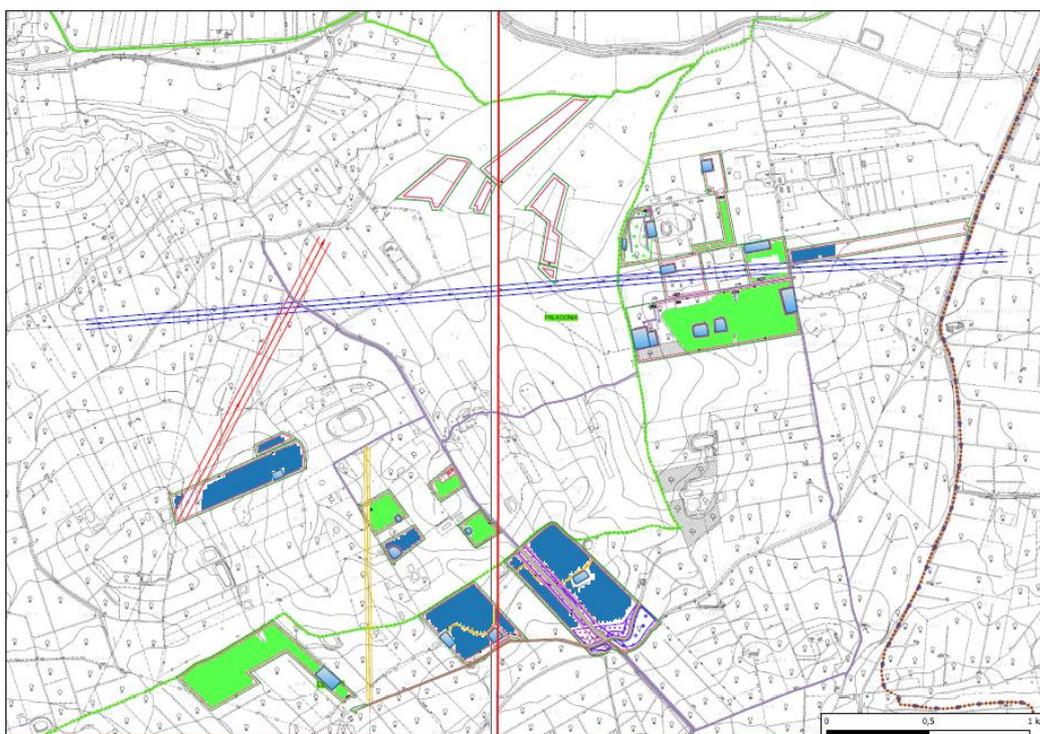
Nell'ambito del Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), nella **Carta dei dissesti** a scala 1/10.000 dell'**Area territoriale dei bacini del F. Simeto e del F. San Leonardo (094A)**, sulle aree di progetto non grava dissesto attivo.



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

3.4.4 Inquadramento rispetto alla Pericolosità Geomorfologica Pai

Nell'ambito del Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), nella **Carta della pericolosità geomorfologica dell'Area territoriale dei bacini del F. Simeto e S.Leonardo** sulle aree non gravano forme di pericolosità geomorfologica.



LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

	P0 basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato
	Sito d'attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato

	Limite bacino idrografico
	Limite area intermedia e laghi di Pergusa e Maletto
	Limite comunale

REPUBBLICA ITALIANA
 Regione Siciliana
 Assessorato Territorio e Ambiente
 DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
 SERVIZIO 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"
**Piano Stralcio di Bacino
 per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**
DETT. 113/1889 (art. 10 del regolamento del 20/11/2010 e del 20/11/2011)
 Bacino Idrografico del Fiume Simeto(094)
 area tra i bacini del Simeto e del S. Leonardo (094A)
 Laghi di Pergusa (094B) e Maletto (094C)

CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 110

COMUNI DI: LENTINI - PALAGONIA - RAMACCA
 Scala 1:10.000

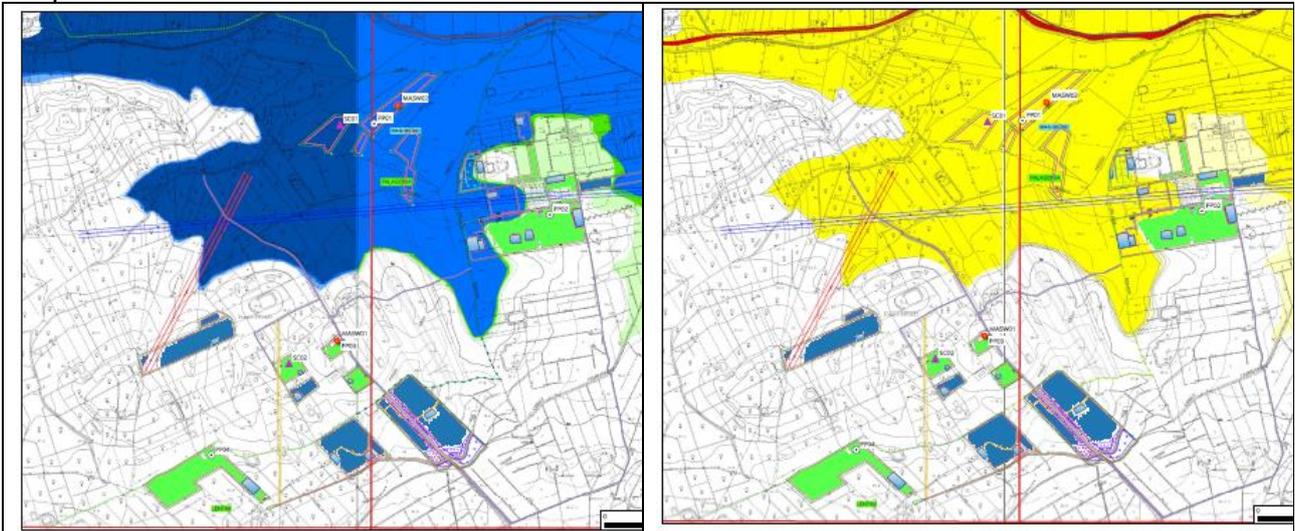


Anno 2005

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Tale carta della pericolosità geomorfologica fa riferimento al Decreto di adozione del PAI del Fiume Simeto e Area Territoriale compresa tra il F.Simeto e il F.San Leonardo di cui al D.P.R. 538/3006 e ss.mm.ii.

Concludendo, le aree di progetto discontinue del comprensorio di progetto risultano prive di vincoli PAI, eccetto solamente una modesta porzione a NE più prossima all'asta fluviale del fiume Gornalunga che ricade in zona P1-R1, ininfluyente sotto l'aspetto vincolistico.



4. CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA GENERALE

Nell'area del bacino del fiume Simeto è possibile distinguere settori a diversa configurazione morfologica. Nel settore settentrionale prevalgono le forme aspre ed accidentate, dovute alla presenza di affioramenti arenaceo-conglomeratici e quarzarenitici che costituiscono, in gran parte, il gruppo montuoso dei Nebrodi. Ad Ovest ed a Sud-Ovest sono presenti i Monti Erei, di natura arenacea e calcarenitico-sabbiosa, isolati e a morfologia collinare: qui l'erosione, controllata dall'assetto strutturale ha dato luogo a rilievi tabulari (mesas) o monoclinali (cuestas). Nella porzione centro-meridionale, invece, i terreni post-orogeni plastici ed arenacei, facilmente erodibili, così come quelli della "Serie gessoso-solfifera", danno luogo ad un paesaggio collinare dalle forme molto addolcite, interrotto localmente da piccoli rilievi isolati, guglie e pinnacoli costituiti da litotipi più resistenti all'erosione.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'altopiano solfifero, infatti, è dominato da forme ondulate, legate alla presenza di gessi e di calcari evaporitici e, in alcuni casi, anche da affioramenti di arenarie e conglomerati miocenici. I gessi rappresentano il litotipo più diffuso della Serie Evaporitica Messiniana e, a causa della loro elevata solubilità, sono interessati da fenomeni carsici.

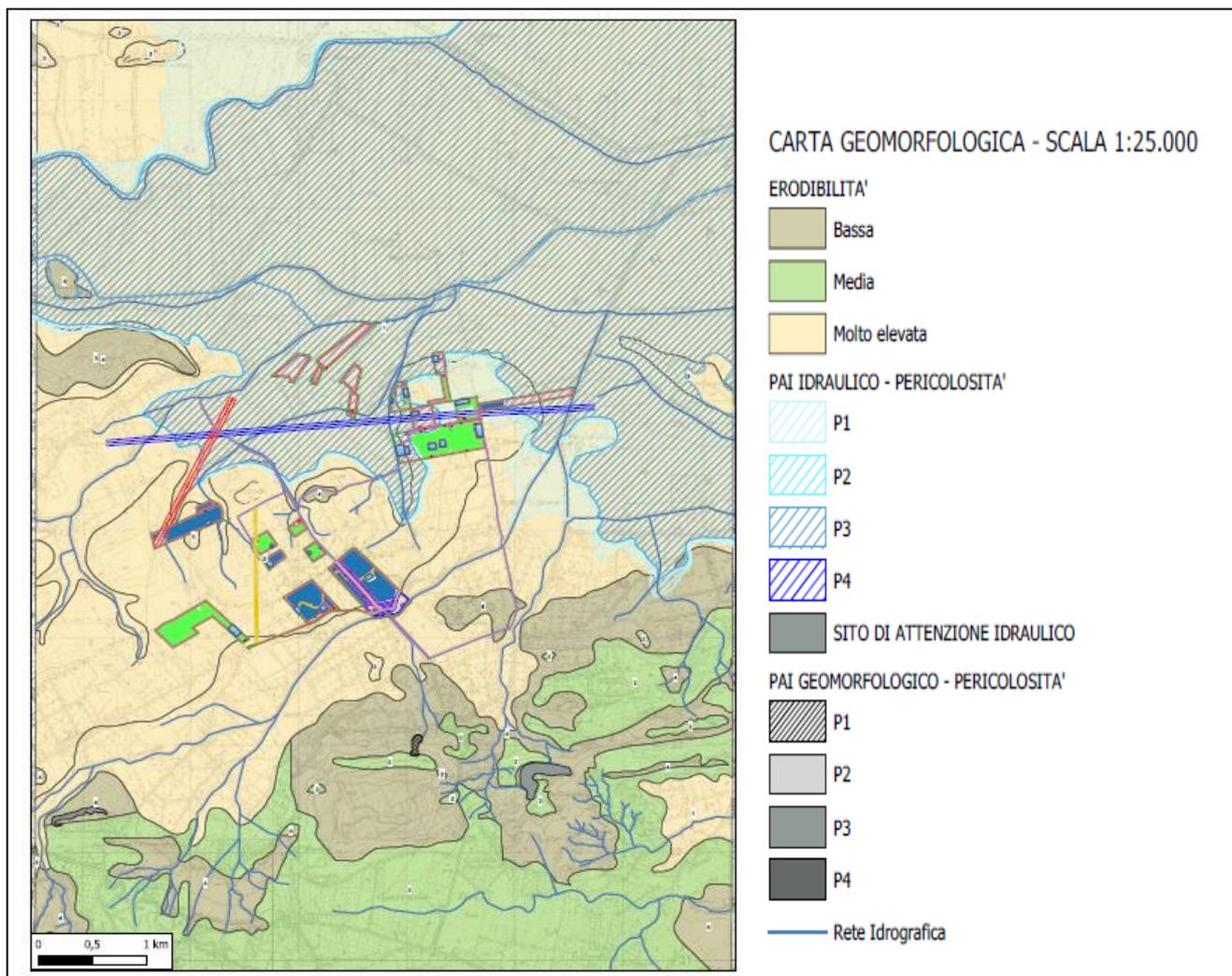
Il settore orientale è interessato dalla presenza del rilievo vulcanico dell'Etna; la morfologia è caratterizzata da pendii non molto accentuati che, in presenza di colate recenti, assumono un aspetto più aspro.

Infine il settore sud-orientale, in cui è inserita l'area di progetto ricadente nel territorio di Lentini, in prossimità del confine territoriale con l'adiacente provincia di Catania a nord, presenta una morfologia pianeggiante, variamente terrazzata, in corrispondenza della "Piana di Catania", laddove, nella fattispecie del sito di progetto, si registra la confluenza del Gornalunga con l'asta principale del Simeto.

4.1 Caratterizzazione geomorfologica dell'area globale interessata dal parco e "verifica di compatibilità geomorfologica"

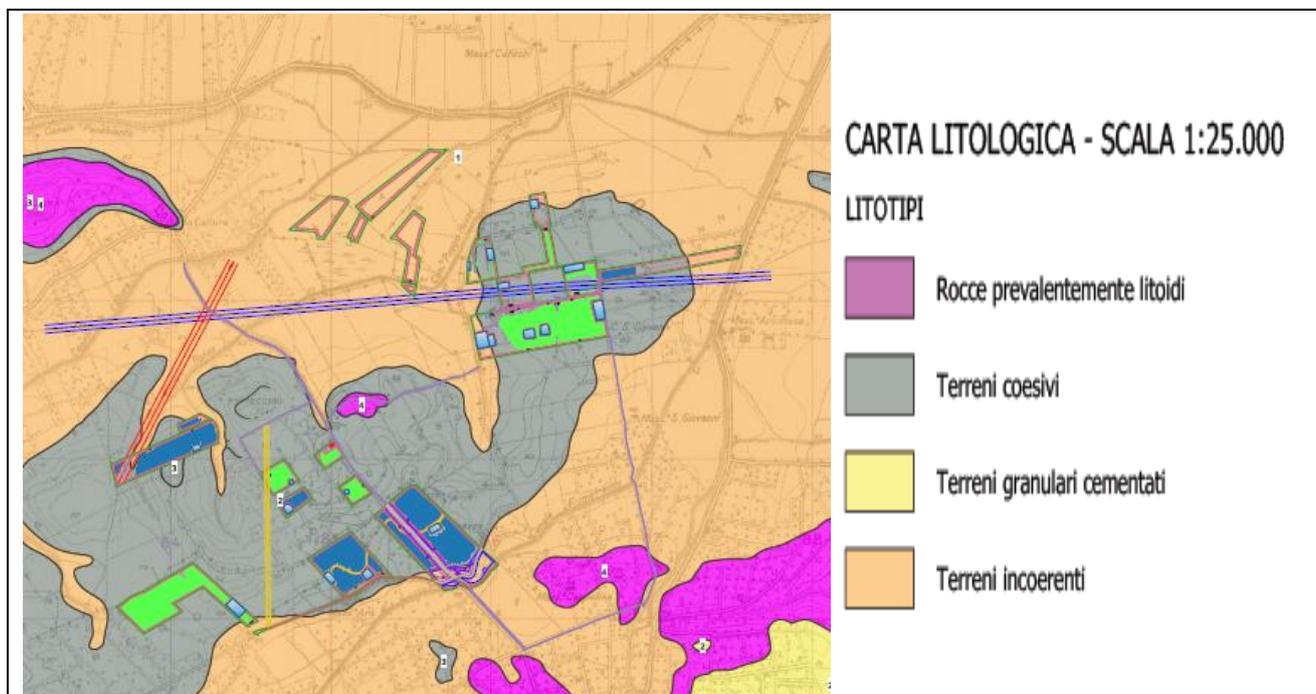
Dopo aver effettuato la caratterizzazione generale della morfologia del territorio si procede ad una disamina analitica delle criticità geologiche e/o geomorfologico-idrogeologiche, nonché sulla compatibilità geomorfologica delle aree di progetto, con l'ausilio della cartografia geomorfologica e con il supporto determinante delle indagini in situ effettuate e sotto descritte dettagliatamente.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Come si evince dalla carta geomorfologica e dalle tavole allegate al PAI Sicilia (che sono allegate con singole tavole alla presente relazione), solamente una modesta porzione dei lotti a NE dell'area di progetto ricadono in zona identificata a "**pericolosità idraulica elevata P1**" moderata e "**rischio idraulico R1**" (per un maggiore dettaglio vedansi le tavole sul rischio e pericolosità idraulica allegate al progetto e schematicamente riportate nei paragrafi appresso); mentre tutti i rimanenti lotti di progetto ricadono su terreni ad elevata erodibilità, coesivi e granulari ma non vincolati nel PAI Sicilia, prevalentemente costituiti coltri clastiche alluvionali di natura prevalentemente limosa, in quanto più distanti rispetto all'asta fluviale rispetto a quelli più a nord.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



L'intera area rappresenta il versante orografico destro del fiume Gornaluna e si sviluppa a una distanza nettamente superiore alla fascia di rispetto prevista dall'art. 142 comma a.1 del D.L. 42/2004 (ex Legge Galasso).

Topograficamente la superficie si presenta sub-pianeggiante e debolmente solcata da modeste linee di deflusso ovvero da canali affluenti del Gornalunga, i cui assi idrografici non attraversano le opere in progetto (vedasi layout di progetto).

Sotto il profilo dell'idrografia superficiale, la realizzazione delle opere di progetto nella fase post-operam non dovrà affatto pregiudicare la direzione di deflusso naturale e originaria delle acque superficiali, consentendo al versante di conservare l'attuale assetto orografico e l'attuale equilibrio morfodinamico (ante-operam) ed evitando di apportare modifiche o variazioni orografiche alle linee di flusso superficiale e alla conformazione del reticolato idrografico naturale (vedasi carta geomorfologica e layout di progetto).

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area territoriale tra il bacino del fiume Simeto e quello del fiume San Leonardo presenta una conformazione geologica e strutturale estremamente complessa, determinata da sovrascorrimenti tettonici che, nel corso dell'evoluzione oro-epirogenetica della zona, hanno interessato la maggior parte delle formazioni geologiche affioranti.

La costituzione della piana costiera alluvionale è il risultato dell'azione di erosione, trasporto e sedimentazione di un così ampio bacino idrografico, che interessa l'intero panorama litologico della catena orientale siciliana che non poteva, nel corso dell'ultimo milione di anni, non costruire una sufficiente pianura detritica nelle porzioni più prossime alla foce, dove si è determinato l'accumulo dei materiali provenienti dai processi di erosione e trasporto.

I depositi alluvionali interessano complessivamente il 19% del territorio del bacino idrografico, mentre la Piana vera e propria circa il 12%.

Da un punto di vista dell'evoluzione geomorfologica, le anse fluviali e le scarpate non si presentano particolarmente attive se non nei tratti più distali rispetto alla costa, laddove dalla Piana si dipartono le vallate principali, come nella fattispecie del comprensorio di progetto.

L'intensa canalizzazione, costruita per la difesa idraulica dell'asta principale, definisce un ambito geomorfologico i cui segni di instabilità sono legati alla loro vulnerabilità idraulica ovvero alla possibilità di episodi esondativi nei confronti del rapporto fondazioni - terreno, ovvero al rischio idraulico di tale zone e alla necessità di prevedere presidi per la difesa idraulica delle opere (vedasi Relazione Idraulica).

5.1 Caratteristiche litologiche

Sulla base delle zone geologico-strutturali precedentemente descritte e delle caratteristiche di risposta dei terreni agli agenti esogeni, si sono identificati 14 raggruppamenti litologici cui si possono ascrivere gli affioramenti presenti nel bacino idrografico del fiume Simeto e nelle aree adiacenti, sotto identificati dall'alto (i più recenti) verso il basso (i più antichi).

✓ *Complesso alluvionale*: comprendente depositi alluvionali (talora terrazzati), depositi litorali e lacustri. Sono localizzati nella pianura alluvionale di Catania e lungo i principali affluenti del Fiume Simeto, nella fattispecie dell'area di progetto in prossimità dell'area di confluenza tra il fiume Gornalunga e il più ampio fiume Simeto, non molto distante dalla sua foce.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Qui terreni sono costituiti da coltri clastiche incoerenti formate prevalentemente da limi e da lenti e livelli discontinui di ghiaie e di sabbie limo-argillose.

- ✓ *Detrito di falda*, accumuli di materiale eterogeneo di disgregazione meccanica, presenti alla base di scarpate rocciose (falde detritiche), con prevalenza di granulometrie superiori alle sabbie.
- ✓ *Vulcaniti*, comprendente le colate laviche attuali, storiche o antiche dell'Etna e le vulcaniti antiche degli Iblei. Si tratta di lave compatte e subordinati prodotti piroclastici associati.
- ✓ *Calcareniti ed Arenarie plio-quadernarie*, comprendenti gli affioramenti del settore centrale; si tratta di calcareniti e/o arenarie fratturate sovrastanti pendii marnoso-argillosi. La prevalenza di rocce carbonatiche determina un paesaggio aspro e inciso, con pareti rocciose scoscese; queste ultime sono spesso la testimonianza di piani di frattura o dislocazione prodotti dalla complessa attività tettonica che ha interessato in più fasi le unità quadernarie.
- ✓ *Argille Brecciate*, termine di riferimento di una successione pliocenica caratterizzata da corpi litologici alloctoni per frane sottomarine e quindi con delle caratteristiche geomeccaniche particolarmente eterogenee.
- ✓ *Marne*, più o meno calcaree, denominate localmente Trubi, del Pliocene inferiore, a luoghi coinvolte nei corpi franosi, quando intercalate alle argille brecciate.
- ✓ *Argille sabbiose*, terreni prevalentemente argillosi, con intercalazioni sabbiose e marnose; vi si comprendono le formazioni del Pliocene medio e del Pleistocene inferiore, nonché i termini pelitici delle sequenze post-orogene del Miocene medio-superiore.
- ✓ *Depositi evaporitici*, comprendenti i litotipi della Formazione Gessoso-Solfifera del Miocene superiore ed in particolare: Marne silicee (Tripoli), Calcarea di Base, Gessi, argille, marne e depositi di Salgemma e Sali potassici; la formazione affiora sia in aree limitate, all'interno di depressioni tettoniche presenti nel fronte meridionale della Catena settentrionale, che nel più vasto areale (in parte intercettato dal bacino idrografico in studio), denominato "Fossa di altanissetta".
- ✓ *Conglomerati ed arenarie*, corpi sedimentari a prevalenza di sabbie, conglomerati ed arenarie, connesse con la Formazione "Terravecchia" del Miocene mediosuperiore.

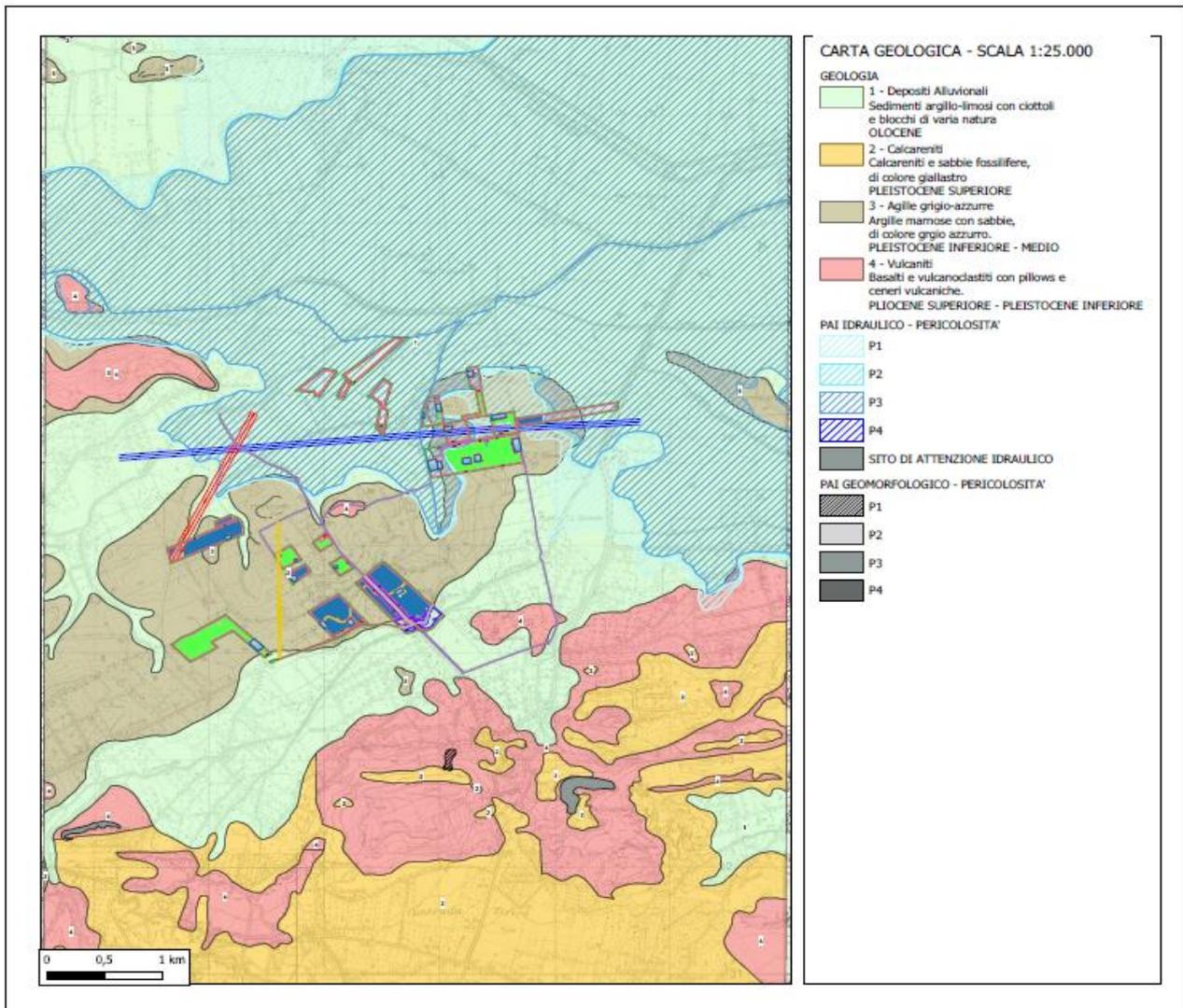
STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

- ✓ *Complesso carbonatico degli Iblei*, che comprende litologie calcaree, calcarenitiche, marnose e calcareo-dolomitiche, considerate nel loro insieme in ragione di un limitato affioramento e delle similitudini di comportamento alle dinamiche geomorfologiche.
- ✓ *Argille varicolori*, e sequenze prevalentemente argillose delle successioni "Sicilidi", che presentano caratteristiche di elevato scompaginamento tettonico e, quindi, di particolare vulnerabilità geomorfologica.
- ✓ *Flysch arenacei e calcarei*, si tratta di porzioni delle formazioni fliscioidi a prevalente composizione arenacea, diffuse soprattutto nel settore centrosettentrionale del bacino, in posizione sommitale; litologicamente sono costituite da banchi e livelli cementati di arenarie, siltiti, marne e calcari, con intercalazioni più o meno spesse di livelli argillosi o argilloso-marnosi.
- ✓ *Flysch argillosi*, ovvero le porzioni di Flysch a prevalenza argillitica e siltosa, con subordinati livelli arenacei e calcarei. La zona di affioramento è prevalentemente la porzione nord-occidentale del bacino e subordinatamente le zone centrali ed occidentali.
- ✓ *Complesso carbonatico mesozoico*, raggruppa i limitati affioramenti presenti attorno all'abitato di Castel di Iudica e nella porzione occidentale dei Nebrodi. Le litologie presenti sono di natura calcarea, calcareo-dolomitica e dolomitica, di età compresa tra il Mesozoico e l'Eocene.

5.2 Caratterizzazione litologica locale

Il settore di pianura alluvionale sul quale ricadono le aree di progetto rappresenta la sponda alluvionale destra del fiume Gornalunga, sub-pianeggiante, variamente terrazzata e litologicamente costituita da depositi clastici incoerenti di argille limose, limi, sabbie (a variabile gradi di addensamento) e ghiaie di varia granulometria (vedasi esiti dell'indagine geognostica).

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

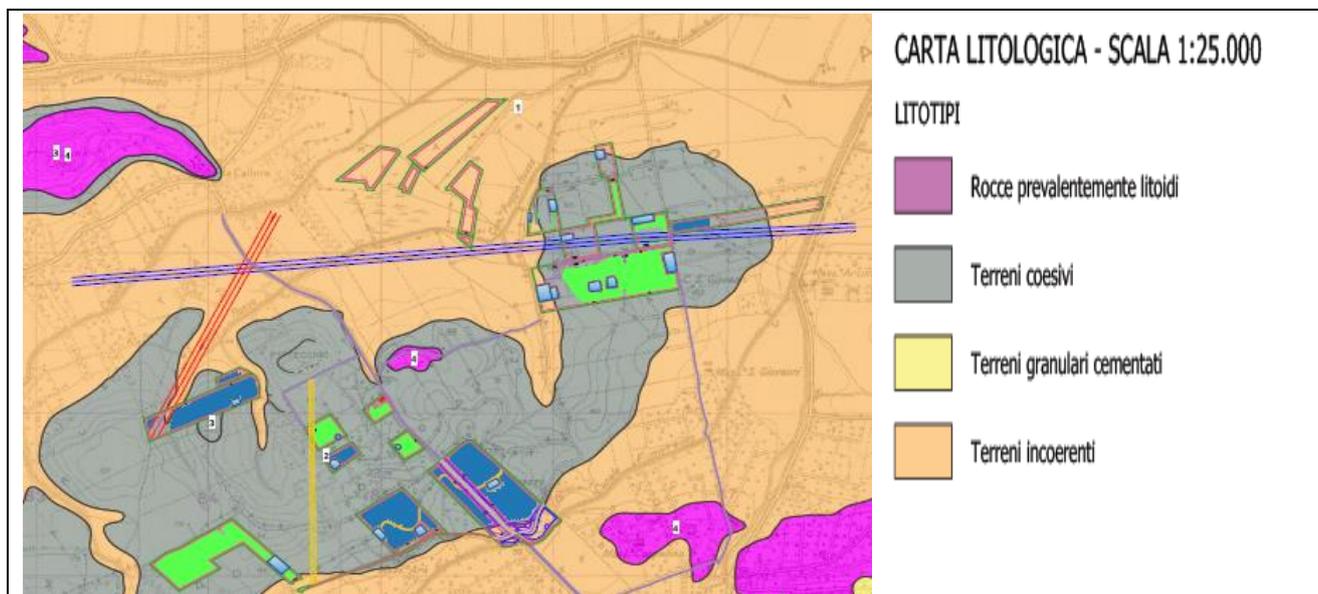


5.3 Modello geologico di riferimento

Il rilevamento geologico di superficie ha definito i principali rapporti litologici e i reciproci rapporti stratigrafico-strutturali che, con il supporto degli esiti delle indagini geognostiche in situ, ha contribuito a pervenire al "modello geologico di riferimento".

Dai termini litologici più recenti verso quelli più antichi la successione litostratigrafica rilevata è quella sotto descritta.

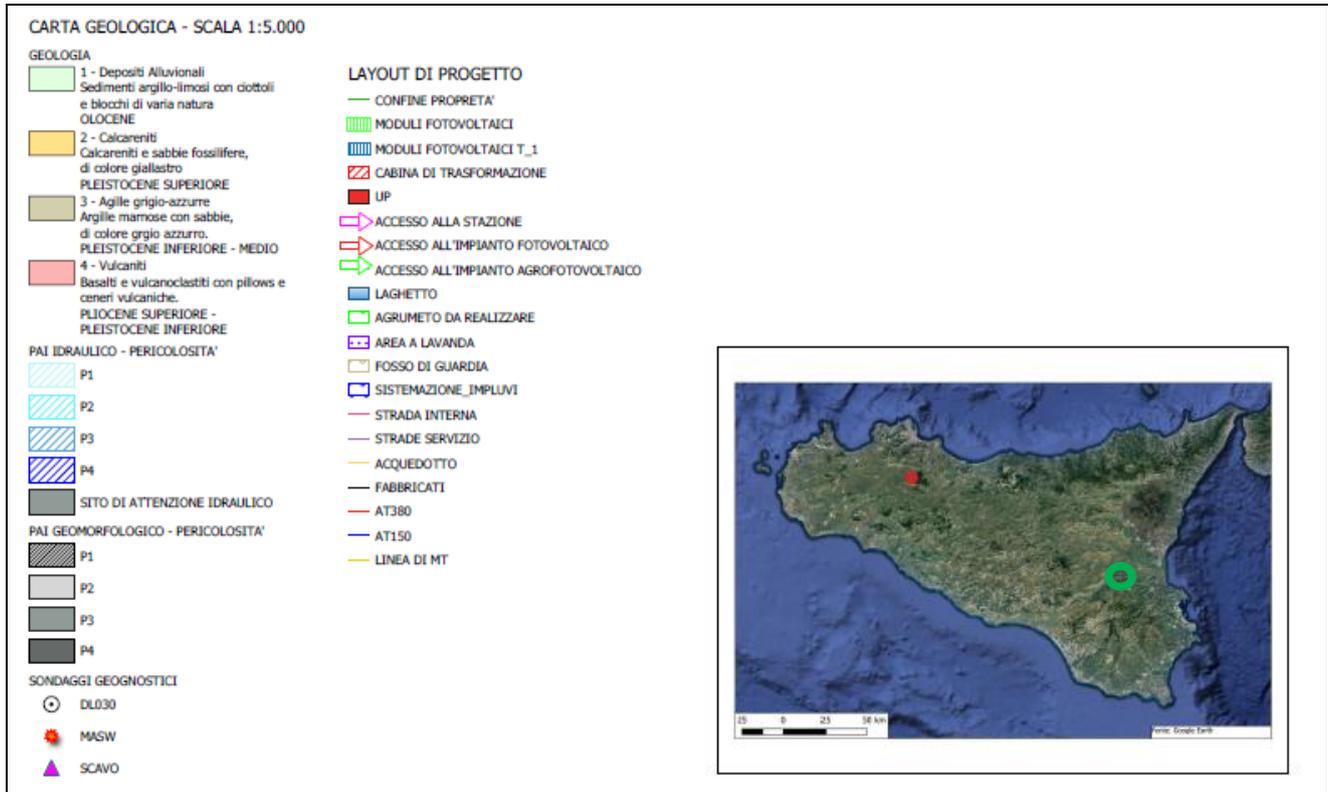
STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



In corrispondenza dell'area in esame, i lotti nord ricadono sul materasso alluvionale costituito da sedimenti argillo-limosi con ciottoli e blocchi di varia natura, più prossimo all'asta principale del Gornalunga; mentre i lotti del settore centrale e meridionale ricadono sulle argille marnose di colore grigio-azzurro con sabbie, entrambe le litologie decisamente idonee all'ancoraggio delle strutture di progetto.

La parametrizzazione geotecnica di entrambi i litotipi necessaria per il dimensionamento delle strutture di ancoraggio è trattata nei paragrafi appresso.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



La modellazione geologica dell'area in esame, dai terreni più recenti verso quelli più antichi, può così definirsi:

1 - Depositi Alluvionali: Sedimenti argillo-limosi con ciottoli e blocchi di varia natura - OLOCENE

2 - Calcareniti: Calcareniti e sabbie fossilifere, di colore giallastro - PLEISTOCENE SUPERIORE

3 - Argille grigio-azzurre: Argille marnose con sabbie, di colore grigio azzurro - PLEISTOCENE INFERIORE - MEDIO

4 - Vulcaniti: Basalti e vulcanoclastiti con pillows e cenere vulcaniche - PLIOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

6. IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA GENERALE

I terreni affioranti nell'area in cui si collocano i siti di progetto e delle aree attigue presentano condizioni di permeabilità molto diverse, in relazione alla varietà dei termini costituenti le varie successioni stratigrafiche e alla frequente variabilità degli aspetti litologici e strutturali riscontrabili all'interno delle singole unità che compongono tali successioni.

Relativamente alla pianura alluvionale in esame le condizioni di permeabilità relativa variano al variare sia della litologia che della granulometria e tessitura dei depositi alluvionali.

6.1 Classificazione dei terreni in classi di permeabilità

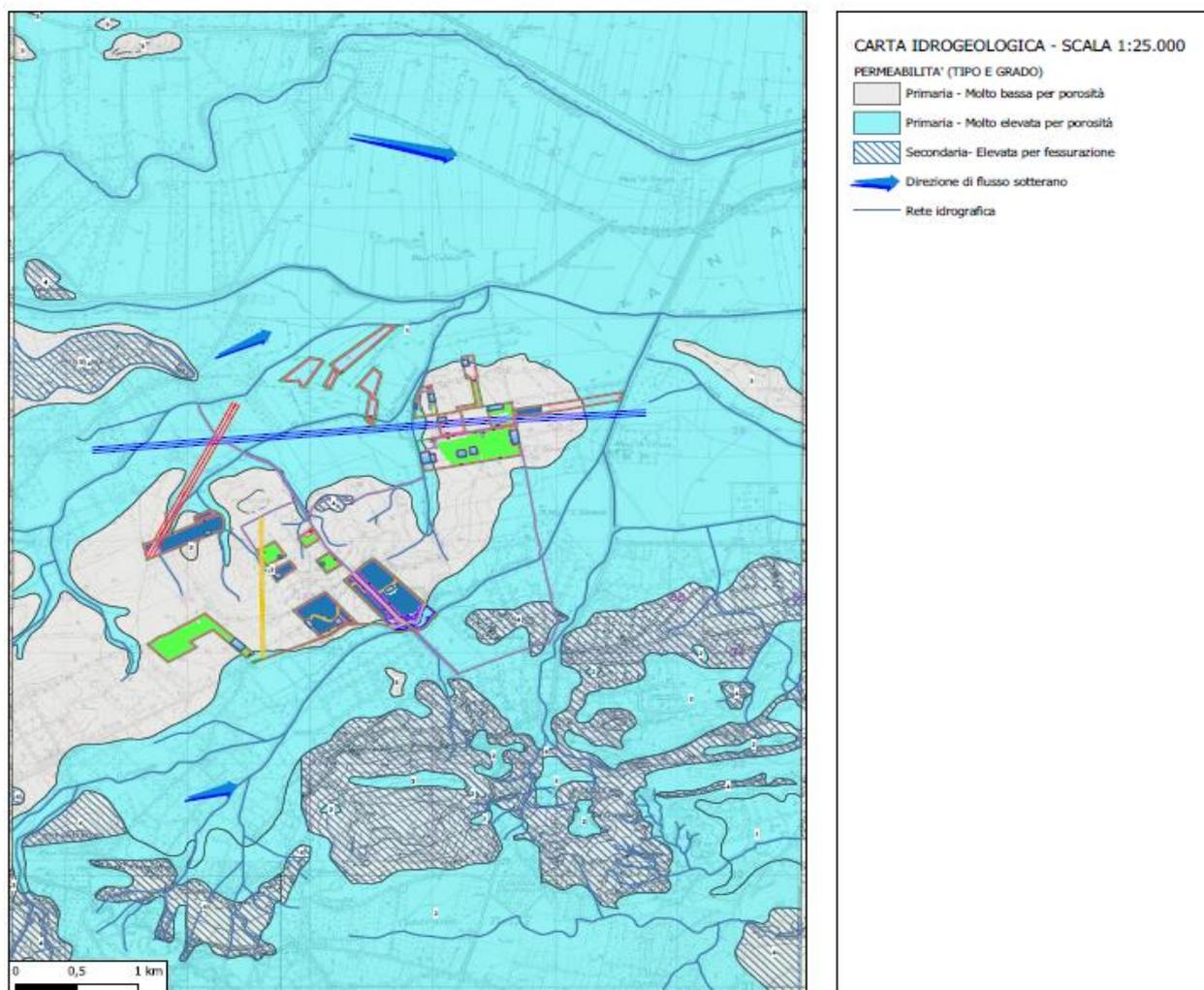
Le condizioni idrogeologiche del territorio comunale di Lentini individuano diverse classi a differente grado di permeabilità: dai terreni "impermeabili" fino ai litotipi caratterizzati da permeabilità "alta" per porosità e per permeabilità mista.

Sulla base della natura litologica dei termini, delle caratteristiche tessiturali e granulometriche, di permeabilità e in relazione all'omogeneità dei caratteri strutturali riscontrabili nell'ambito delle singole unità, si è proceduto ad una classificazione dei litotipi, associando ad ognuno di essi un diverso grado di permeabilità, secondo la classificazione peraltro riportata nella legenda della carta idrogeologica allegata.



Le aree appartengono al versante orografico destro del Fiume Gornalunga, in prossimità della confluenza con il fiume Simeto che rappresenta il ricettore idrografico finale delle acque superficiali defluenti sui versanti in oggetto.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Pur tenendo conto dell'estrema variabilità che la permeabilità può presentare anche all'interno di una stessa unità litologica, si è cercato di definire tale parametro per le sotto indicate formazioni affioranti nelle aree di progetto.

Sulla base della componente litologica prevalente dei termini, delle caratteristiche stratigrafiche, della frequente variabilità dei caratteri strutturali riscontrabili nell'ambito delle singole unità, del loro assetto stratigrafico e tettonico-strutturale, si è proceduto ad una classificazione dei litotipi associando ad ognuno di essi un grado di permeabilità.

- a. Terreni a permeabilità primaria molto bassa per porosità (lotti area centro-sud)
- b. Terreni a permeabilità primaria molto elevata per porosità (lotti area nord)
- c. Terreni a permeabilità secondaria elevata per fessurazione.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

a. Terreni a permeabilità primaria molto bassa per porosità:

Le Argille grigio-azzurre con sabbie sono dotate tutte di una permeabilità molto bassa influenzando notevolmente la circolazione sotterranea, risultando praticamente impermeabili ($10^{-7} < K < 10^{-9}$ cm/sec). Esse ricadono nel settore nord delle stringhe di pannelli.

b. Terreni a permeabilità primaria molto elevata per porosità:

Sono rappresentati da depositi alluvionali fluviali. Trattandosi di depositi incoerenti sono caratterizzati da permeabilità molto elevata di tipo primaria (per porosità), con valori di $10^{-3} < K < 10^{-5}$ cm/sec., i cui valori di permeabilità variano sulla base della granulometria e dello stato di addensamento dei sedimenti elaborati.

Ricadono nel settore nord del layout di progetto censito come P3-R2.

Non costituiscono un acquifero vero e proprio in quanto gli spessori risultano inferiori a 15 mt. dal p.c.

c. Terreni a permeabilità secondaria elevata per fessurazione:

Le Calcareniti e sabbie fossilifere di colore giallastro rappresentano un affioramento a permeabilità, primaria (per porosità) e secondaria (per fessurazione) affioranti nel territorio non ricoperto da pannelli, esterno all'area di progetto.

I valori permeabilità oscillano tra $10^{-2} < K < 10^{-3}$ cm/sec, consentendo una buona circolazione idrica sotterranea.

Le acque permeano lungo tale formazione e, al contatto con le sottostanti argille siltoso-marnose della Formazione Castella Sicula si arrestano formando ipotetiche falde sospese.

Tali litotipi quarzarenitici hanno una permeabilità elevata, essendo sempre interessati da un certo grado di fratturazione più o meno elevato; pertanto, in essi si instaura una circolazione idrica, la cui entità dipende anche dall'estensione areale e dalla potenza dei depositi.

6.2 Caratterizzazione idrogeologico-sotterranea e Idrografica zona impianto

In generale, nell'ambito del bacino idrografico i depositi clastici sono diffusamente distribuiti con netta prevalenza nelle depressioni determinate dai corsi d'acqua, come nel caso della "Piana di Catania" e al piede dei versanti.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il comportamento complessivo dei depositi alluvionali è determinato dall'alternanza e dalle variazioni laterali dei livelli, talora prevalentemente ghiaiosi, talora prevalentemente sabbioso-limoso-argillosi.

I livelli con classi granulometriche più grossolane presentano porosità compresa generalmente tra il 20% ed il 30%, variabile in funzione della forma, dell'uniformità e della disposizione degli elementi.

Nella fattispecie, il territorio interessato dalle opere di progetto risulta caratterizzato da terreni a permeabilità varia, sebbene prevalgano i terreni praticamente impermeabili o a permeabilità bassa, dunque a elevato ruscellamento o coefficiente di deflusso superficiale, che determinano un discreto reticolato di canali a fronte di un'infiltrazione efficace molto ridotta.

Si tratta di modesti canali costituenti il reticolato idrografico con direzione prevalente da SW verso E-NE (verso il ricettore del fiume Gornalunga) nel settore di progetto della "Piana di Catania", dove invece i terreni a media permeabilità condizionano sia il ruscellamento che l'infiltrazione efficace (vedasi carta idrogeologica a seguire).

I terreni a elevata permeabilità per fessurazione (a consistenza lapidea) rappresentano le aree a monte non occupate dai pannelli.

Sotto il profilo idrogeologico-sotterraneo i rapporti di contatto litologico di tipo stratigrafico relativo, tra le coltri terrigene affioranti ghiaio-sabbioso-limose e il substrato argilloso, così come la variabilità granulometrica e di permeabilità primaria relativa tra i vari sedimenti, determinano delle condizioni idrogeologiche variabili, che favoriscono le condizioni di deflusso sotterraneo tra le aree di progetto, condizionandone la direzione.

Tuttavia, in linea di massima si riscontra una certa omogeneità litologica pur con condizioni granulometriche differenti.

In tale contesto stratigrafico e in relazione alla presenza a NE di un corso d'acqua imponente (fiume Gornalunga) il cui alveo principale è incassato ad una quota nettamente inferiore rispetto alle quote assolute delle aree d'impianto (tra loro pressochè complanari), è ovvio ritenere che la direzione di flusso sotterraneo, così come quella superficiale, avviene in direzione prevalente E-NE (vedasi Carta Idrogeologica su riportata), per confluire a quote più basse del corso d'acqua ubicato proprio a NE rispetto ai lotti di progetto.

Pertanto, si ha ragione di escludere che nei primi metri dal piano di campagna esistano le condizioni strutturali e idrogeologiche di accumulo di acque sotterranee, il

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

cui livello potrebbe interferire con le strutture di fondazione ovvero di ancoraggio delle stringhe su cui saranno montate le tettoie dei pannelli.

A riprova di tali considerazioni, nel corso dei sondaggi penetrometrici effettuati non si è riscontrata presenza di acqua sotterranea.

6.3 Interferenze e compatibilità idraulica tra cavidotti interni e rete idrografica nell'area di progetto

Come si osserva dal layout allegato alla "Relazione delle opere elettriche", il tracciato del cavidotto interni interseca solamente deboli assi idrografici presenti all'interno del Layout principale, in asse ai quali è stata prevista una fascia di rispetto di 10 mt. (vedasi Relazione Idraulica).

Tali deboli impluvi interni alle aree di progetto rappresentano aste del primo ordine, dunque assai poco significativi in termini di portata e di carico idraulico superficiale. Pertanto gli spessori dei depositi alluvionali in corrispondenza del rispetto alveo sono molto ridotti. Soltanto un'indagine geognostica puntuale, da effettuare assolutamente nella fase esecutiva, potrà dare il valore esatto.

Dunque, l'attraversamento del cavidotto interno dovrà approfondirsi al di sotto di tale profondità di circa mt. 7 dal p.c., nell'ambito della formazione alluvionale e argillosa in posto, situata stratigraficamente al di sotto delle incisioni.

E' altresì opportuno affrontare il problema della compatibilità idraulica nella sezione di attraversamento. Per tale ragione, sulla base delle considerazioni idrauliche è opportuno che gli innesti dei cavidotti sul terreno, in corrispondenza di inizio e fine del tratto eseguito, debbano essere ubicati secondo lo studio idraulico effettuato e allegato al progetto.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Dunque, operativamente l'attraversamento tra le due sponde avverrà tramite lo spingitubo (o pressotrivella) con la cui infissione si potrà procedere all'escavazione del materiale e contestuale infissione delle tubazioni, partendo da fuori la fascia su indicata,



PROGETTAZIONE PER AUTORIZZAZIONE UNICA SECONDO L'ART. 12 DEL D.LGS. 387/2003 DI UN IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA REALIZZARE NEI COMUNI DI LENTINI (SR) E PALAGONIA (CT)

Procedura di V.I.A. ai sensi dell'art.23 del D.L. 152/2006

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

secondo un'inclinazione tale da attraversare l'impluvio, ammorsandosi al di sotto dell'alveo, seguendo le modalità tecniche meglio descritte nella relazione delle opere elettriche.

7. INVESTIGAZIONE GEOGNOSTICA/GEOFISICA DEL SITO: PIANO DELLE INDAGINI IN SITU ESPLETATE

7.1. Investigazione Geognostica/Geofisica in Situ

A supporto del presente studio geologico, nel sito di progetto dei territori di Lentini (SR) e Palagonia (CT) è stata prevista una campagna di indagini geomeccaniche e geofisiche in situ esperita in data 27.marzo.2024, consistente nell'esecuzione delle seguenti prospezioni (preliminari rispetto alle indagini da eseguire nella successiva fase esecutiva):

- ✓ n. 4 Sondaggi penetrometrici;
- ✓ n. 2 MASW;
- ✓ n. 2 pozzetti esplorativi (per terre e rocce da scavo).

Sui due pozzetti esplorativi sono stati eseguiti

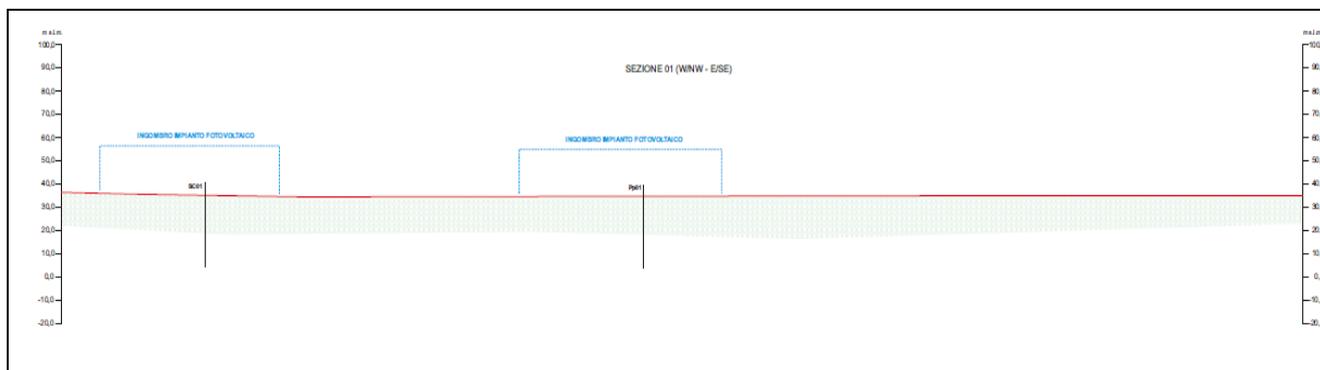
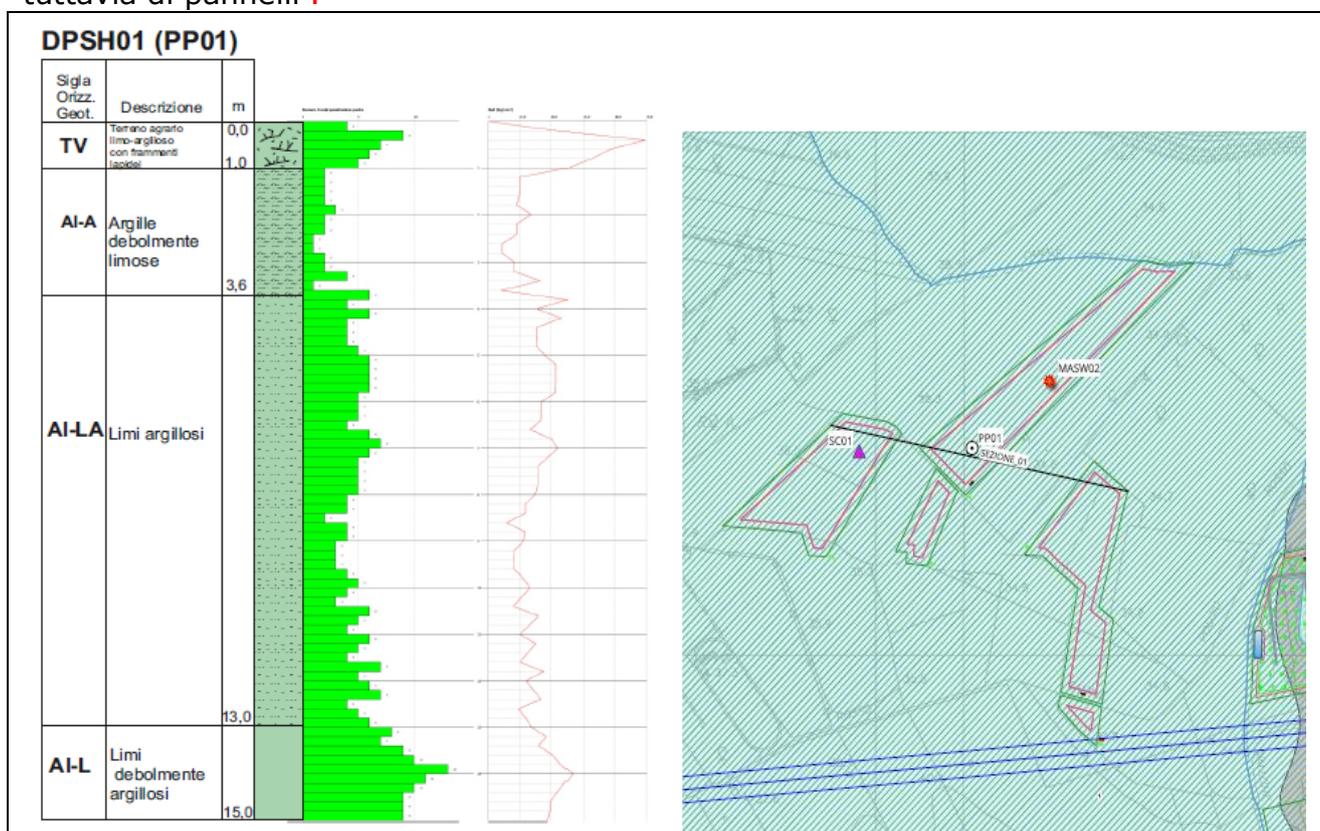
- n. 2 campionamenti su cui effettuare analisi chimiche e ambientali e per caratterizzazione chimico-ambientale delle terre e rocce da scavo.



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

7.1.1 Caratterizzazione geotecnica sondaggio P1 (DPSH01)

Il sondaggio penetrometrico dinamico P1 (DPSH01), i cui esiti stratigrafici vengono sotto riportati, è stato ubicato nel settore più a nord a una quota di m.35 s.l.m, privo tuttavia di pannelli .



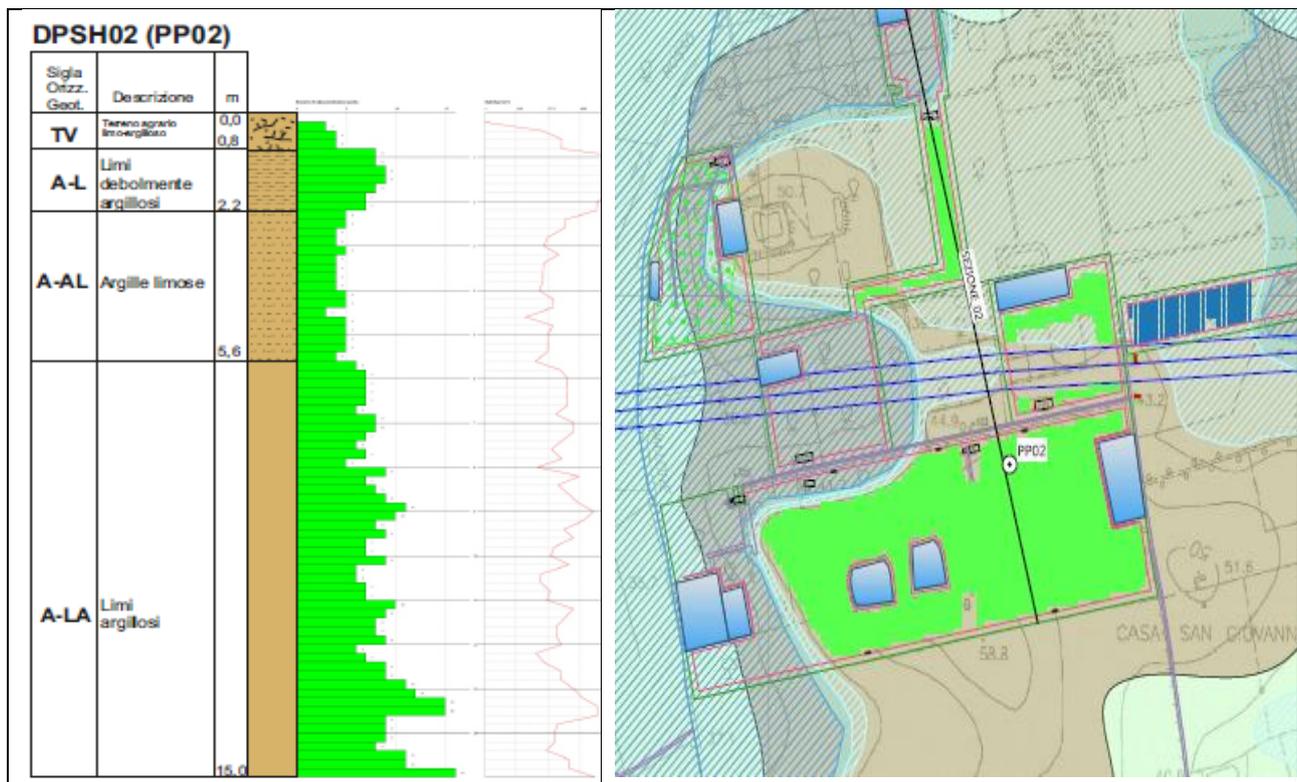
STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La stratigrafia del **sondaggio P1** determinata è quella sotto descritta:

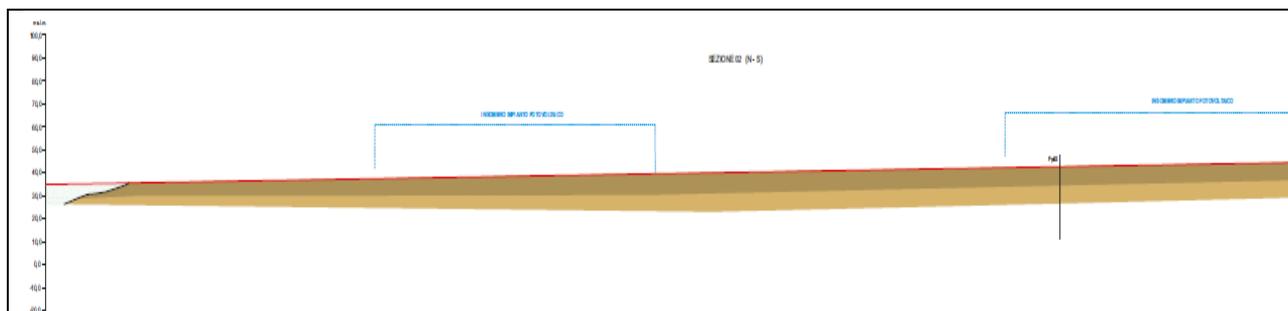
- ✓ Dal p.c. sino a 1,00 mt: Terreno agrario limo-argilloso con frammenti lapidei
- ✓ Da 1,00 mt a 3,60 mt: Argille debolmente limose
- ✓ Da 3,60 mt a 13,00 mt: Limi argillosi
- ✓ Da 13,00 mt a 16,00 mt: Limi debolmente argillosi

7.1.2 Caratterizzazione geotecnica sondaggio P2 (DPSH02)

Il sondaggio penetrometrico dinamico P2 (DPSH012, parzialmente ricadente in area P1R1, i cui esiti stratigrafici vengono sotto riportati, è stato ubicato nel settore centrale alla quota di m.45 s.l.m.



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



La stratigrafia determinata del **sondaggio P2** è quella sotto descritta:

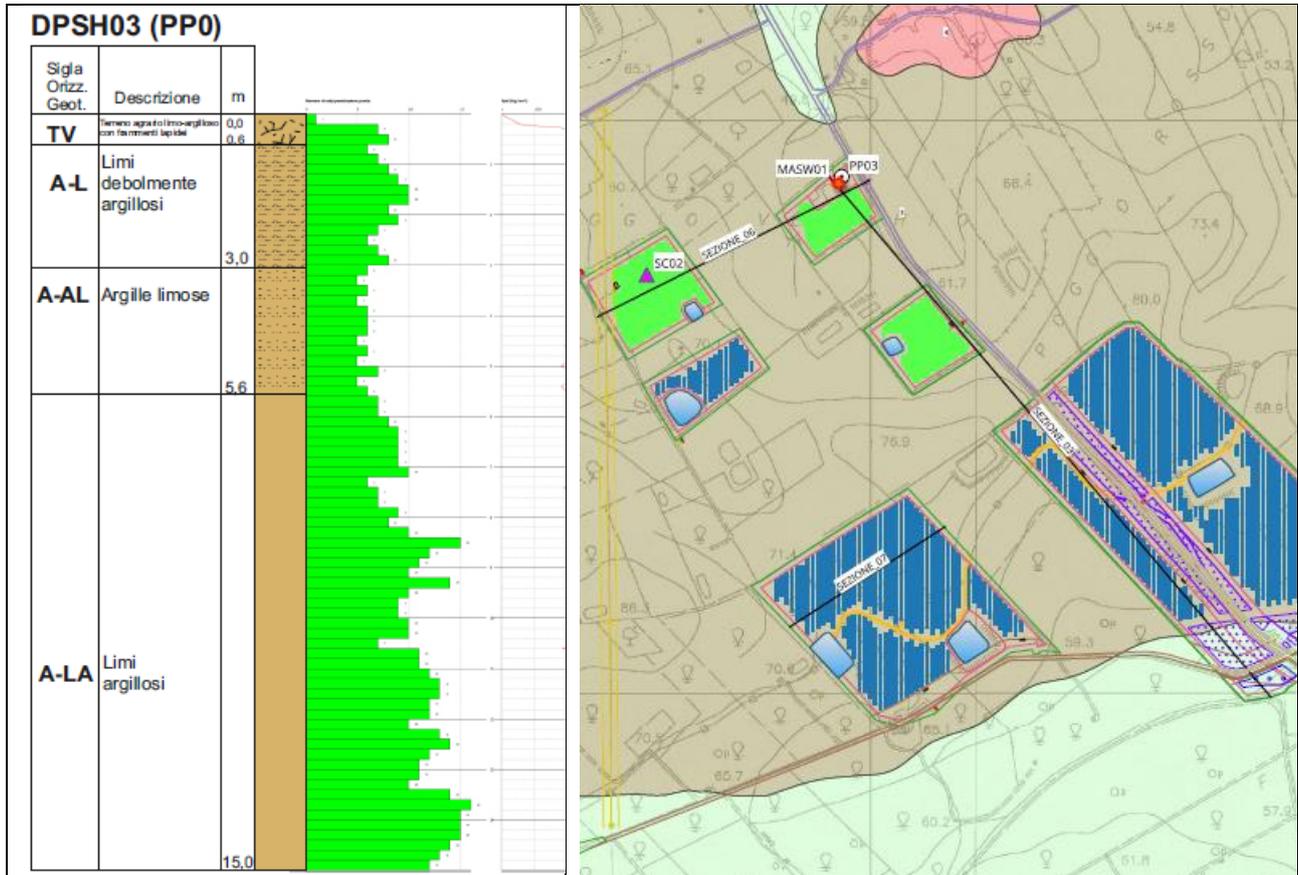
- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| ✓ Dal p.c. sino a 0,80 mt: | Terreno agrario limo-argilloso |
| ✓ Da 0,80 mt a 2,20 mt: | Limi debolmente argillosi |
| ✓ Da 2,20 mt a 5,60 mt: | Argille limose |
| ✓ Da 5,60 mt a 15,00 mt: | Limi argillosi. |

Per i dati stratigrafici utili per relativa parametrizzazione geotecnica e per gli esiti di natura sismica della campagna di sondaggi geomeccanici/geofisici, si rimanda agli specifici paragrafi successivi.

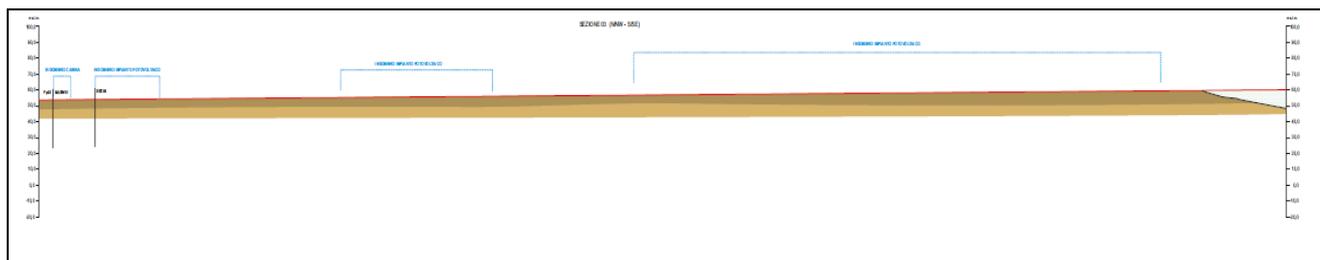
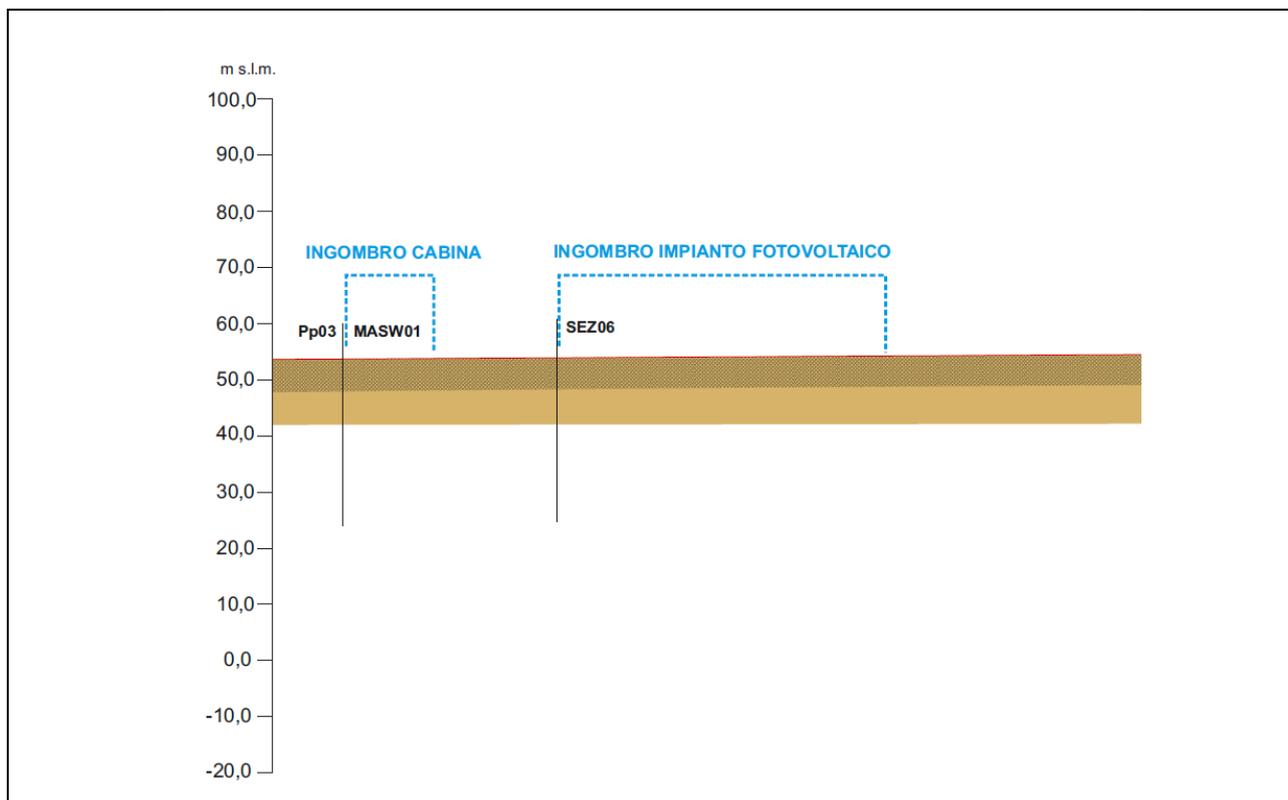
7.1.3 *Caratterizzazione geotecnica sondaggio P3 (DPSH03)*

Il sondaggio penetrometrico dinamico P3 (DPSH03), i cui esiti stratigrafici vengono sotto riportati, è stato ubicato nel settore centro-sud a una quota di m.62 s.l.m. in corrispondenza della cabina elettrica e della prova sismica MASW 1.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



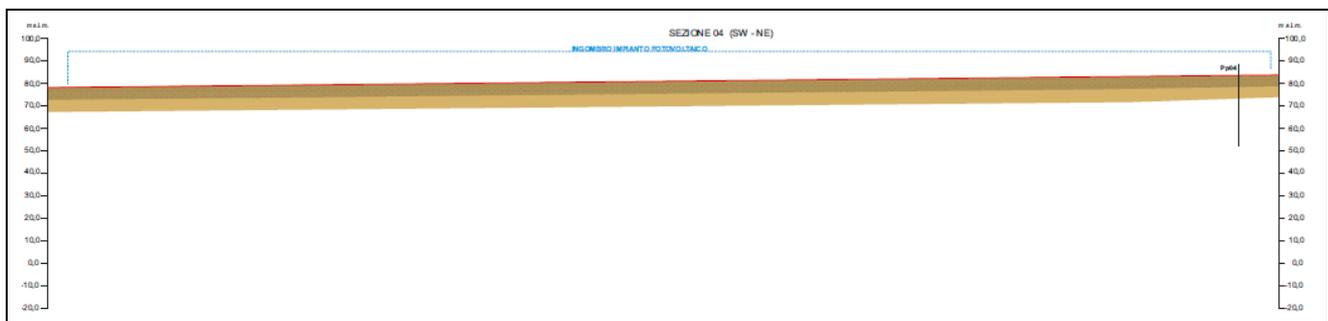
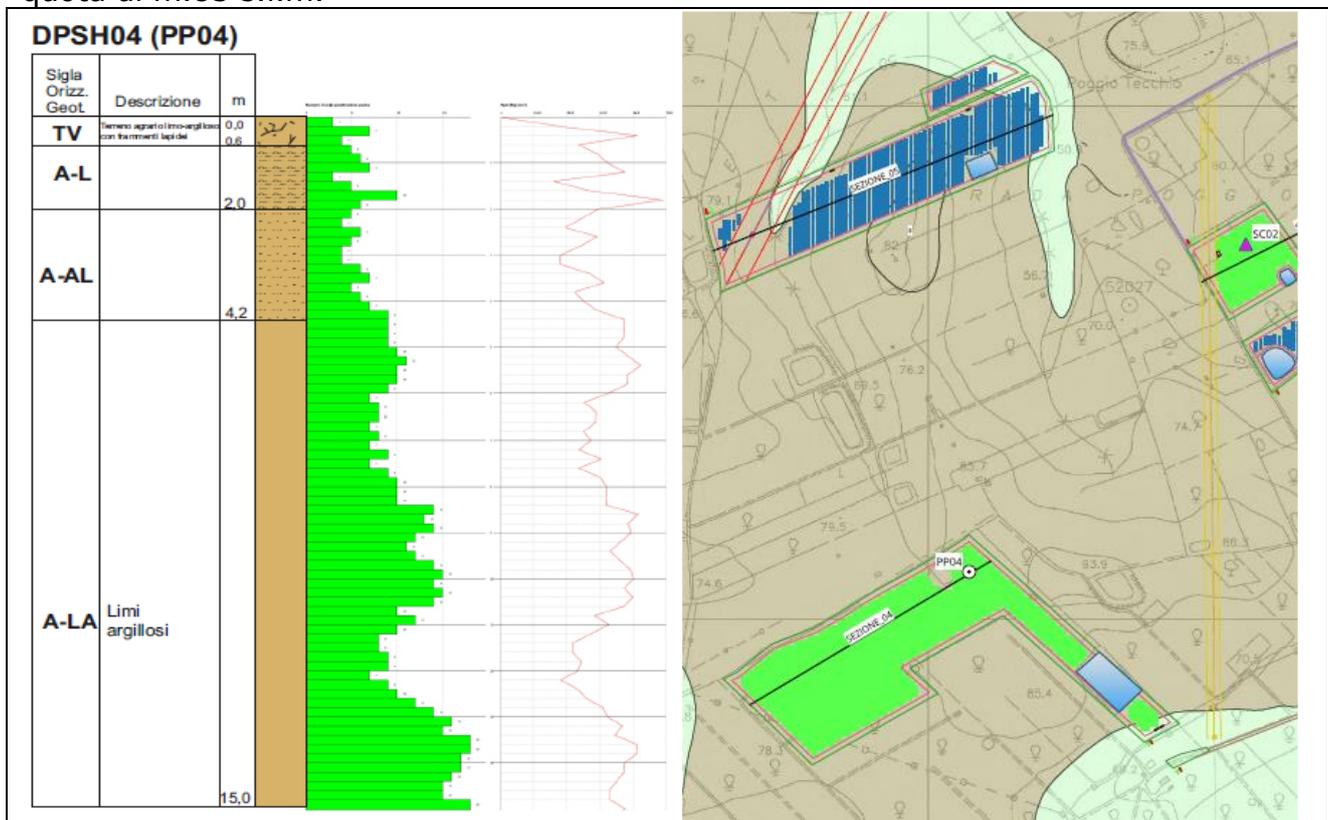
La stratigrafia del **sondaggio P3** determinata è quella sotto descritta:

- ✓ Dal p.c. sino a 0,60 mt: Terreno agrario limo-argilloso con frammenti lapidei
- ✓ Da 0,60 mt a 3,00 mt: Limi debolmente argillosi
- ✓ Da 3,00 mt a 5,60 mt: Argille limose
- ✓ Da 5,60 mt a 15,00 mt: Limi argillosi

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

7.1.4 Caratterizzazione geotecnica sondaggio P4 (DPSH04)

Il sondaggio penetrometrico dinamico P4 (DPSH04), i cui esiti stratigrafici vengono sotto riportati, è stato ubicato nel settore più a sud, altimetricamente più elevato, a una quota di m.85 s.l.m.



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La stratigrafia del **sondaggio P4** determinata è quella sotto descritta:

- | | |
|----------------------------|--|
| ✓ Dal p.c. sino a 0,60 mt: | Terreno agrario limo-argilloso con frammenti lapidei |
| ✓ Da 0,60 mt a 2,00 mt: | Limi debolmente argillosi |
| ✓ Da 2,00 mt a 4,20 mt: | Argille limose |
| ✓ Da 4,20 mt a 15,00 mt: | Limi argillosi |

7.2 Piano delle indagini in situ espletate: Criteri di scelta, ubicazione e dimensionamento dell'investigazione

Le indagini geognostiche e geofisiche in situ programmate sono state necessarie per poter pervenire al "modello geologico definitivo" e alla "modellazione geotecnica" che, tuttavia, potrà essere ulteriormente approfondita nella successiva fase progettuale esecutiva con l'esecuzione di ulteriori indagini geognostiche e geofisiche.

La scelta della tipologia d'indagine è stata condizionata dai seguenti fattori:

- ✓ Presenza di criticità geologiche, geomorfologiche e idrauliche;
- ✓ Natura litologica dei terreni presenti nell'ambito dell'area;
- ✓ Estensione dell'area.

In generale il piano delle indagini si concentra soprattutto laddove si evidenzia la necessità di approfondimento su alcune porzioni su cui insiste un vincolo di rischio/pericolosità idraulica, o in cui si sospettano dissesti corticali, allo scopo di conoscere gli spessori alterati o rimaneggiati e le caratteristiche geotecniche.

Nella fattispecie, considerata la discontinuità dell'area di progetto l'ubicazione dei sondaggi e delle prove sismiche è stata dislocata nei vari lotti discontinui e concentrata all'interno del perimetro delle particelle di progetto, senza un criterio di ubicazione vero e proprio se non quello di indagare l'area nelle sue porzioni significative laddove ricadranno i pannelli.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

7.2.1. Indagini geognostiche e geofisiche in situ eseguite

In data 27.marzo.2024 sono state esperite ad opera della ditta GEO GAV s.r.l., regolarmente certificata e accreditata, le seguenti indagini in situ geomeccaniche (sondaggi penetrometrici) e geofisiche (prove sismiche MASW), secondo il seguente programma di indagini:

- ✓ N. 4 Prove penetrometriche dinamiche;
- ✓ N. 2 prove geofisiche del tipo MASW.

Le prove penetrometriche DPSH, programmate dallo scrivente ed effettuate sotto la direzione tecnica/assistenza di un geologo della ditta GEOGAV, hanno raggiunto una profondità massima di 15,00 mt. dal p.c. e i relativi esiti sono riportati analiticamente nell'allegato report.

Le finalità delle due diverse tipologie d'indagine (diretta e indiretta) sono state quelle di:

- Valutare lo spessore e le determinare le caratteristiche macroscopiche dei terreni superficiali per il Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo;
- Calcolare i parametri geotecnici del sottosuolo interessato;
- Calcolare la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio S per la caratterizzazione elasto-dinamica dei terreni indagati sino alla profondità di 30 mt. dal p.c. e determinare la categoria di suolo (NTC 2018).

Per poter inoltre effettuare i campionamenti di terreno agrario superficiale, utili per redigere la Relazione sulle Terre e Rocce da scavo, sono stati inoltre effettuati:

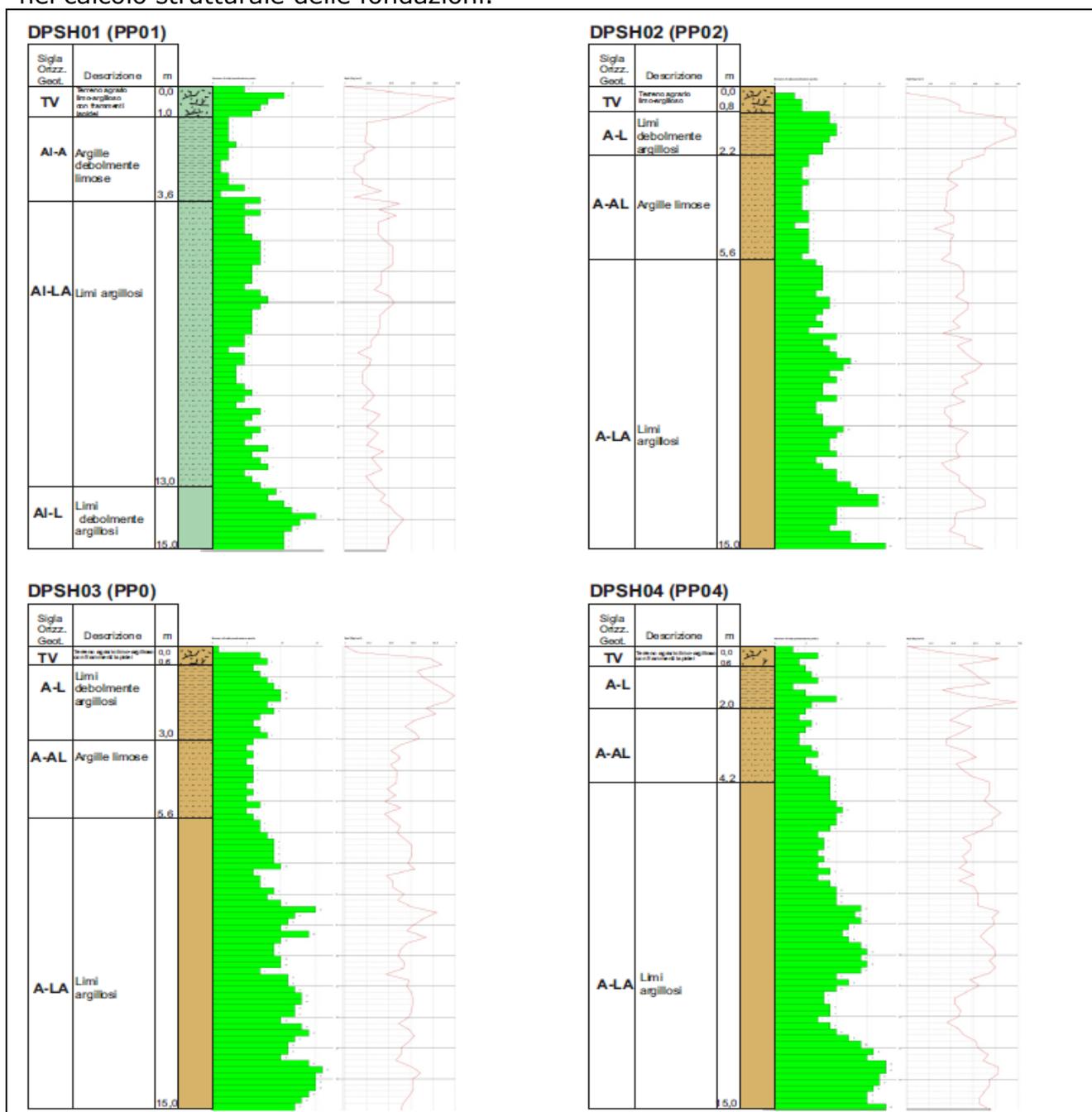
- ✓ N. 2 Pozzetti geognostici per prelievo di n. 2 campioni suolo (campioni Ambientali su cui effettuare le prove chimiche).

7.3 Stratigrafia, parametrizzazione geomeccanica e modellazione geotecnica

L'elaborazione delle prove DPSH 1 e DPSH 2 ha fornito una stratigrafia omogenea in cui si osserva un modesto livello di terreno alterato di spessore non superiore a 1,0 m.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Si riporta appresso l'esatta parametrizzazione geotecnica dei terreni intercettati dalle due prospezioni geomeccaniche P1, P2, P3 e P4 di cui lo strutturista dovrà tener conto nel calcolo strutturale delle fondazioni.



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA (DA PROVE DIRETTE IN SITU)

Limi e sabbie limose con ciottoli eterometrici
Depositi alluvionali (AI)

Argille marnose con sabbia.
Argille grigio-azzurre (A)

Orizzonti di copertura	AI	A
	 <p>TV - coperture riscontrate sino a 1 m dal p.c. COPERTURA VEGETALE POCO CONSISTENTE</p> <p>Peso Unita' di Volume = 1,9 tonn/mc Coesione non drenata = 0,6 kg/cmq Angolo di attrito interno: 17°</p>	 <p>TV - coperture riscontrate sino a 0,6 m dal p.c. COPERTURA VEGETALE POCO CONSISTENTE</p> <p>Peso Unita' di Volume = 1,7 tonn/mc Coesione non drenata = 0,2 - 0,5 kg/cmq Angolo di attrito interno: 16°</p>
	 <p>AI - A ARGILLE DEBOLMENTE LIMOSE POCO CONSISTENTI</p> <p>Peso Unita' di Volume = 1,6 tonn/mc Coesione non drenata = 0,19 kg/cmq Angolo di attrito interno: 16°</p>	 <p>A-L LIMI DEBOLMENTE ARGILLOSI CONSISTENTI</p> <p>Peso Unita' di Volume = 2,0 tonn/mc Coesione non drenata = 0,7 - 0,8 - 0,9 kg/cmq Angolo di attrito interno: 17 - 18°</p>
	 <p>AI-LA LIMI ARGILLOSI MODERATAMENTE CONSISTENTI</p> <p>Peso Unita' di Volume = 1,8 tonn/mc Coesione non drenata = 0,45 kg/cmq Angolo di attrito interno: 38°</p>	 <p>A-AL ARGILLE LIMOSE MODERATAMENTE CONSISTENTI/CONSISTENTII</p> <p>Peso Unita' di Volume = 1,8 - 1,9 tonn/mc Coesione non drenata = 0,4 - 0,6 - 1,3 kg/cmq Angolo di attrito interno: 17 - 18°</p>
	 <p>AI-L LIMI DEBOLMENTE SABBIOSI CONSISTENTI</p> <p>Peso Unita' di Volume = 2,0 tonn/mc</p>	 <p>A-LA LIMI CON ARGILLE CONSISTENTI O MOLTO CONSISTENTI</p> <p>Peso Unita' di Volume = 2,0 tonn/mc Coesione non drenata = 0,9 - 1,0 - 1,2 kg/cmq Angolo di attrito interno: 24 - 25°</p>

Coesione non drenata = 0,96 kg/cmq
Angolo di attrito interno: 42°
Valore medio velocità equivalente onde di taglio- MASW01 (AFFIORAMENTO AI)
V= 359,9m/sec:

Categoria di tipo C

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

(Norme Tecniche per le Costruzioni - Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018).

Valore medio velocità equivalente onde di taglio- MASW02 (AFFIORAMENTO A)

V= 254 m/sec:

Categoria di tipo E

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

(Norme Tecniche per le Costruzioni - Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018).

8. INQUADRAMENTO RISPETTO ALLA ZONAZIONE SISMICA REGIONALE E NAZIONALE

Rendendosi necessaria una riclassificazione del rischio sismico dei comuni della Sicilia, con recente decreto del dirigente generale del Dipartimento Regionale della Protezione Civile n. 64 dell'11 marzo 2022 è stata resa esecutiva la nuova classificazione sismica dei comuni della Regione siciliana redatta con i criteri dell'OPCM 28 aprile 2006 n. 3519, (GAZZETTA UFFICIALE DELLA REGIONE SICILIANA - PARTE I n. 1325-3-2022), procedendo all'aggiornamento della Classificazione Sismica dei Comuni della Regione Siciliana disposta con deliberazione della Giunta regionale n.408/2003; inoltre con il provvedimento è stata approvata la mappa di pericolosità sismica di riferimento, a scala nazionale.

La **classificazione sismica** del territorio nazionale ha introdotto **normative tecniche** specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.



La classificazione sismica a livello regionale ovvero la **zona sismica** attribuita al territorio di Lentini indicata nella vecchia Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, è stata aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003 e successivamente modificata con la D.G.R. n. 81 del 24 febbraio 2022.

A seguito di tale modifica il **Comune di Lentini** è passato dalla zona sismica **2** alla **zona sismica 1** con deliberazione della Giunta Regionale n.81 del 24 febbraio 2022.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Zona sismica 1	Zona con pericolosità sismica alta. Indica la zona più pericolosa dove possono verificarsi fortissimi terremoti.
-----------------------	---

Il **Comune di Palagonia** appartiene invece alla **zona sismica 2**

Zona sismica 2	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti
-----------------------	--

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nella prima Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che aveva suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'**accelerazione orizzontale massima (ag)** su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni, successivamente aggiornata.

8.1 Rischio sismico

L'area in esame ricade in un territorio caratterizzato da coefficiente sismico variabile $S = 9-12$, cioè in zone di prima e seconda categoria.

In base alla vecchia Ordinanza 3274 del 20 Marzo/03/ 2003 sono stati emanati i primi criteri generali per la riclassificazione sismica del territorio nazionale e le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Nella classificazione definita dai Decreti emessi fino al 1984 la sismicità è definita attraverso il "grado di sismicità" S , nella proposta di riclassificazione del GdL del 1998 si utilizzano 3 categorie sismiche più una categoria di Comuni Non Classificati (NC), nella classificazione 2003 la sismicità era definita invece mediante quattro zone, numerate da 1 a 4.

La corrispondenza fra queste diverse definizioni è oggi riportata nella tabella seguente:

Decreti fino al 1984	GdL 1998	Classificazione 2003
S = 12	Prima categoria	Zona 1
S = 9	Seconda categoria	Zona 2
S = 6	Terza categoria	Zona 3

Tabella: **Classificazioni sismiche.**

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

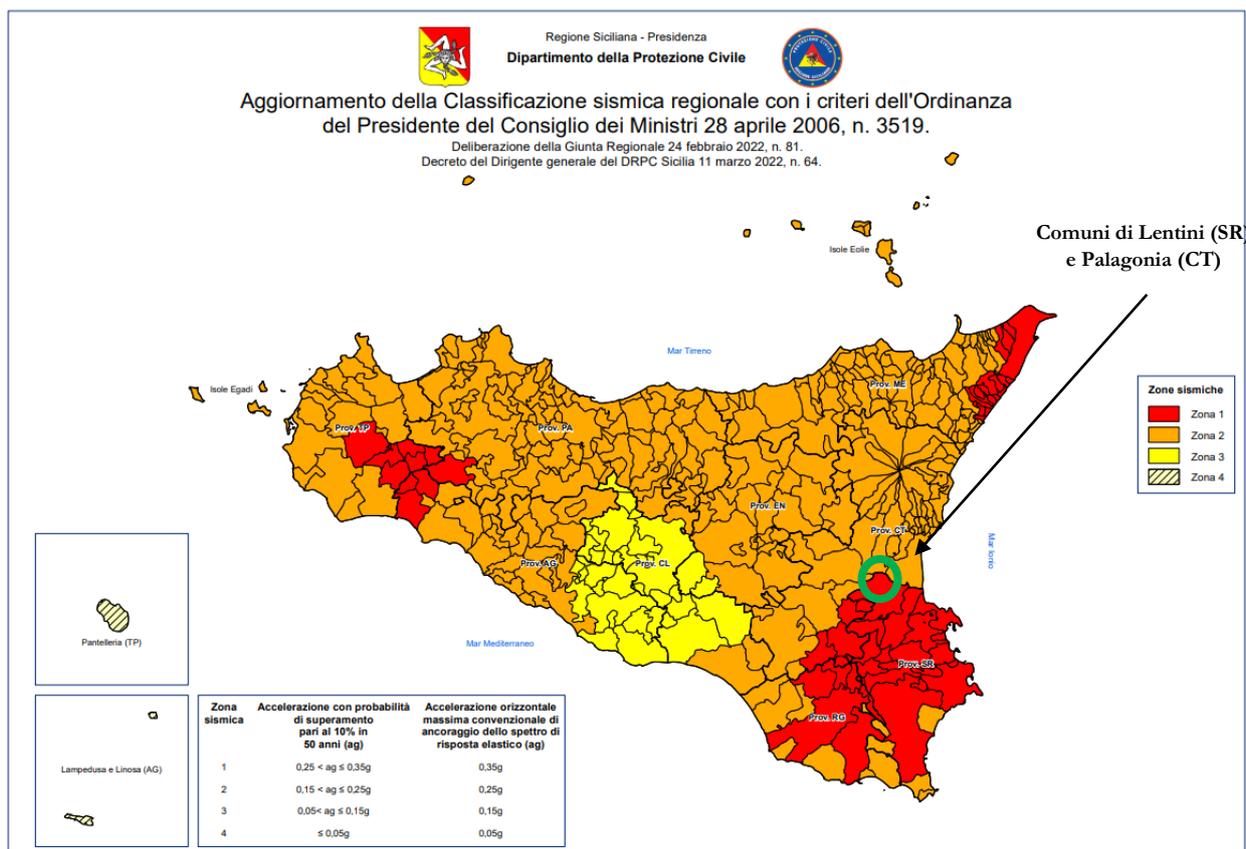


Figura: Mappa delle zone sismiche della Regione Sicilia (zonazione

Le originarie norme tecniche indicano quattro valori di accelerazioni orizzontali (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare; pertanto il numero delle zone è fissato in quattro.

Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale al suolo (ag) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni secondo lo schema:

Classificazione sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g)
1	>0,25
2	0,15 – 0,25
3	0,05 – 0,15
4	< 0,05

Tabella: Corrispondenza tra zone sismiche e accelerazione orizzontale.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

In prima applicazione, sino alle deliberazioni delle regioni, le zone sismiche sono individuate sulla base del documento "*Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale*" elaborato dal gruppo di lavoro costituito sulla base della risoluzione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 Aprile 1997.

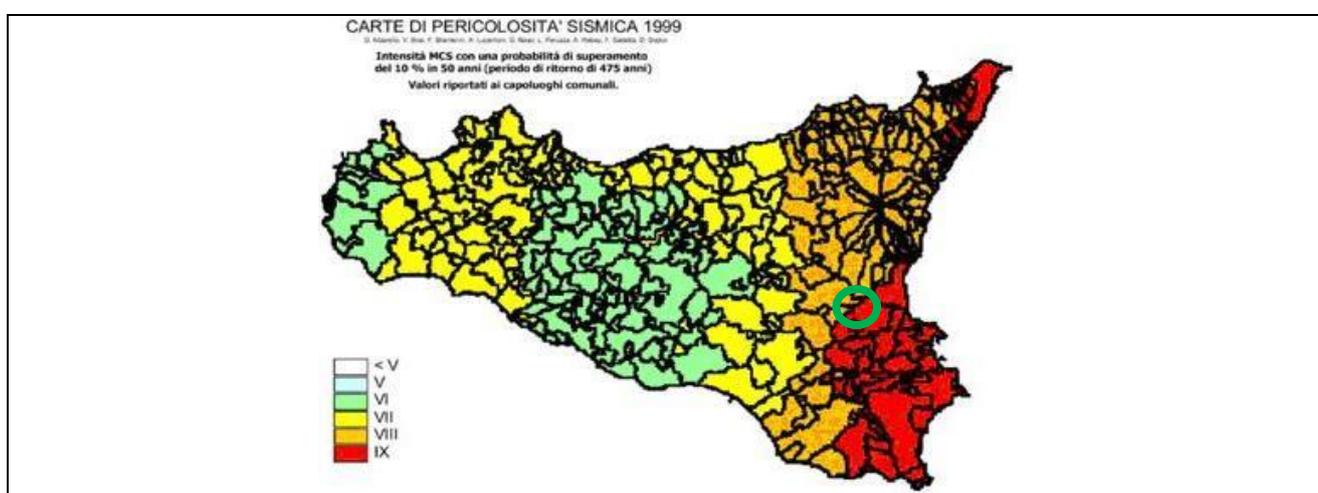


Figura: Carta di pericolosità sismica
(Fonte Servizio Sismico Nazionale – 1999).

Dall'elaborazione statistica della distribuzione e intensità degli eventi sismici registrati, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha prodotto la carta della pericolosità sismica nazionale, dalla quale è estratta la parte rappresentativa della Sicilia.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

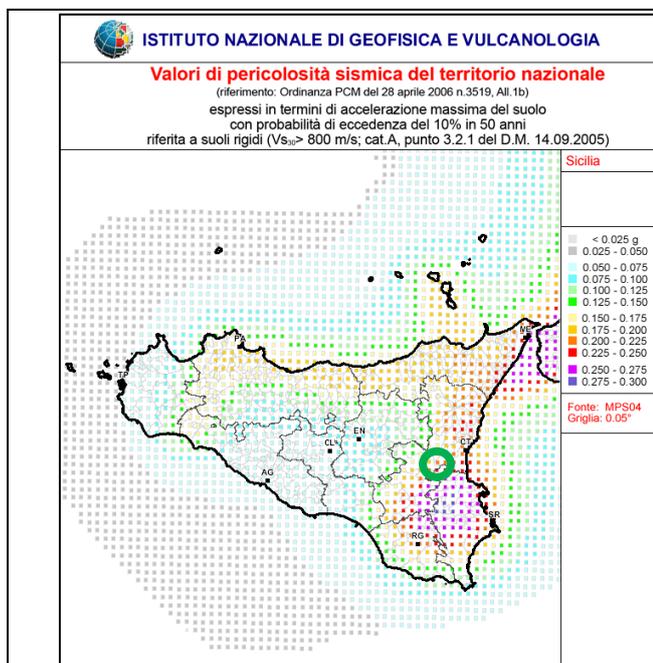


Figura 1 – Carta delle massime intensità sismiche per la regione Sicilia(Fonte INGV) - Cerchiata in verde la zona in cui ricadono i territori comunali di Lentini e Palagonia.

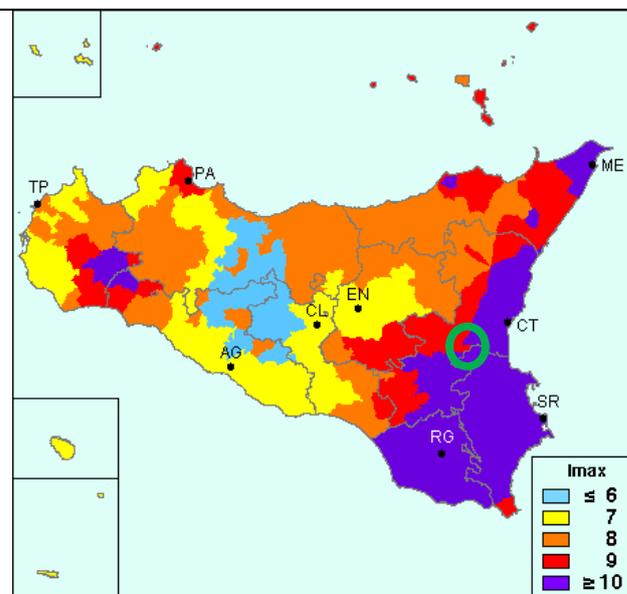
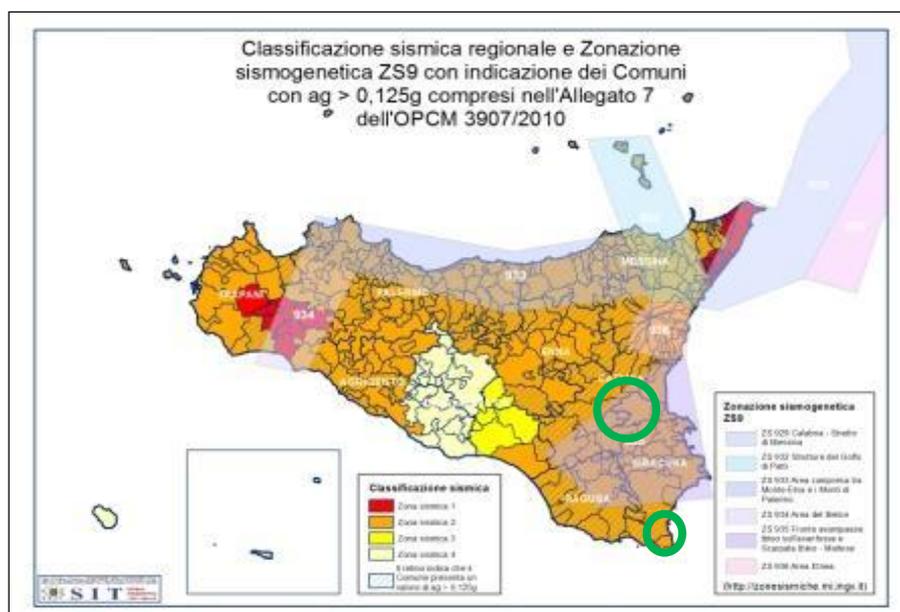


Figura 2 – Carta delle massime intensità sismiche per la regione Sicilia(Fonte INGV) - Cerchiata in verde la zona in cui ricade i territori comunali di Lentini e Palagonia.



Carta delle Sorgenti Sismogenetiche (Progetto DISS – Fonte INGV) – Cerchiata in verde la zona in cui ricade il territorio comunale di Lentini-Palagonia.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La normativa vigente, in termini di pericolosità sismica, è stata aggiornata prima con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, e successivamente col D.M. 14 gennaio 2018 (NTC 2018), secondo le cui disposizioni la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

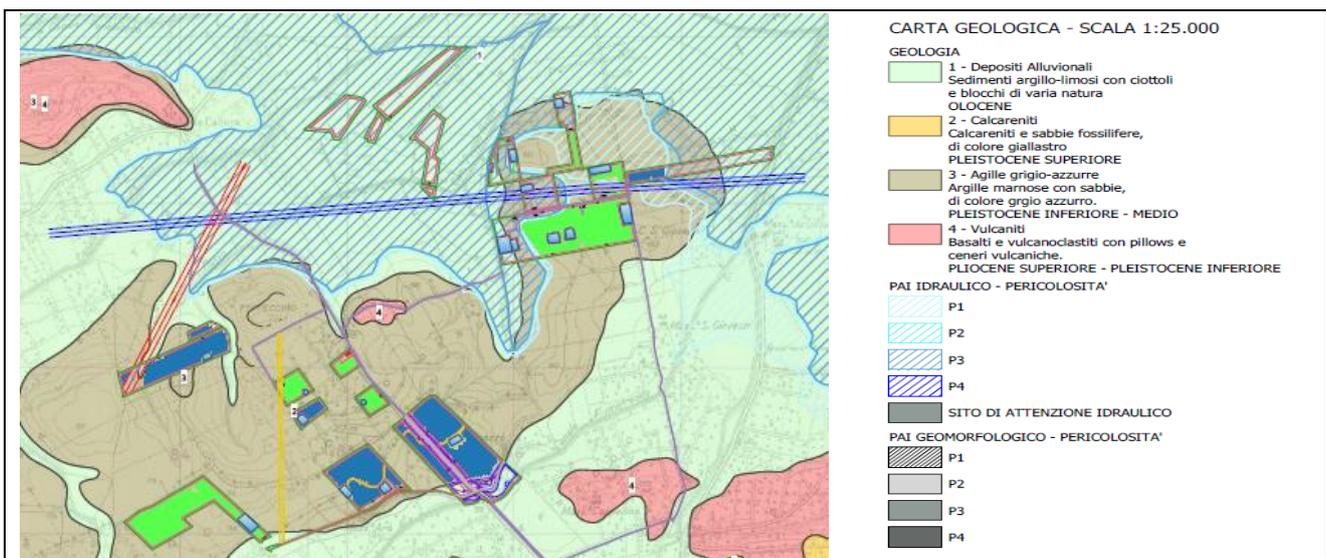
L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche e la sua determinazione è stata eseguita secondo l'approccio semplificato previsto dal § 3.2.2 delle NTC.

8.2 Prove sismiche MASW: Classificazione del suolo ai sensi delle Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (N.T.C. 2018)

Al fine di poter categorizzare i terreni in maniera omogenea e univoca si è proceduto all'esecuzione della prova sismica MASW attraverso il calcolo del valore della velocità equivalente delle onde sismiche secondo le nuove NTC 2018, si è ritenuto opportuno ubicare le prove MASW in due punti:

- ✓ MASW 1: a Sud, nel settore argillo-marnoso-sabbioso;
- ✓ MASW 2 a Nord, nel settore alluvionale limo-argilloso.



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Prova MASW

Rapporto di Prova sulle Indagini Geotecniche n° 1524



Stesa

Masw 1



Postazione

Masw 1

MASW 1: Categorizzazione sismica area sud



Rapporto di Prova n° 1524
Rapporto di Prova sulle Indagini Geofisiche

MASW 1

(Multichannel Analysis of Surface Waves)

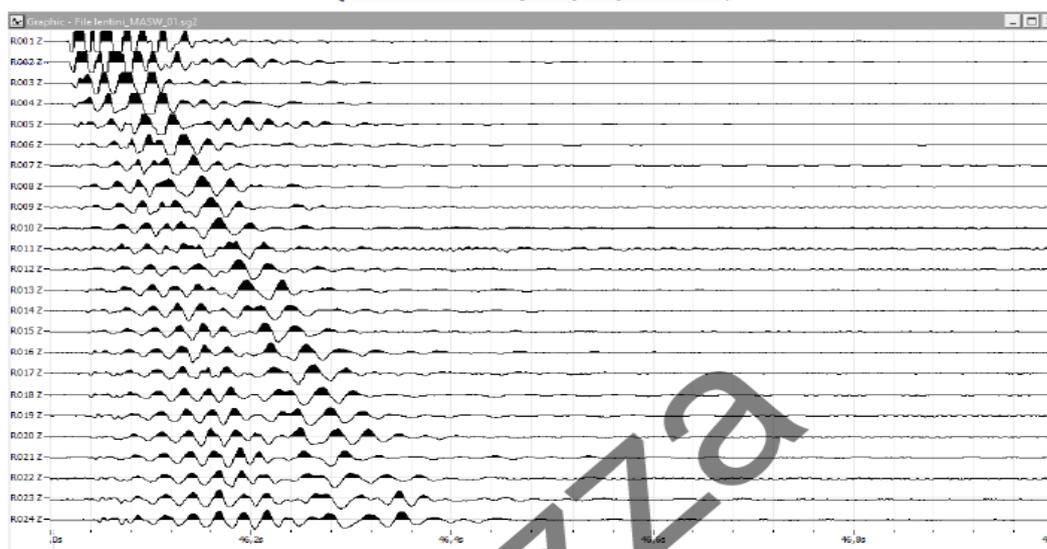


Figura 1.1 traccia onde di acquisizione

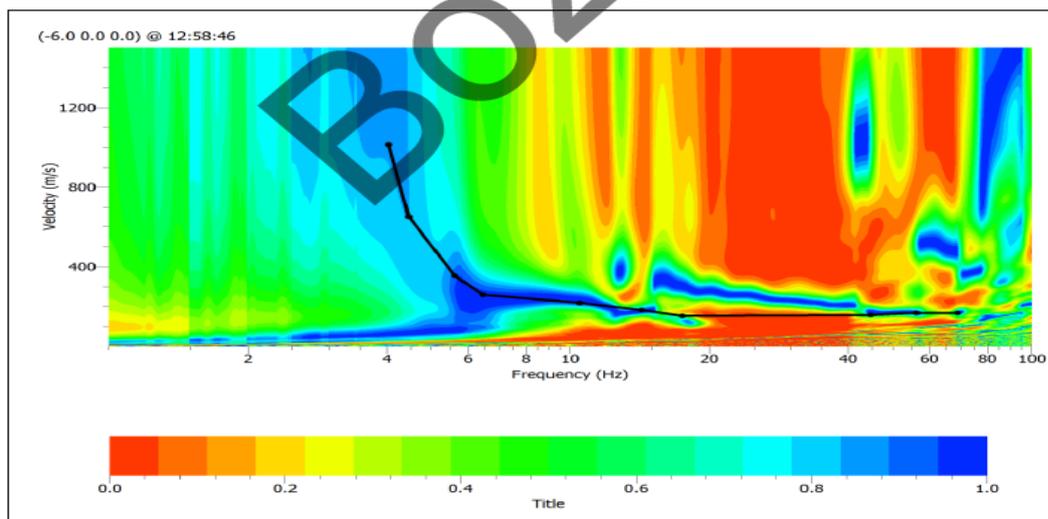


Figura 1.2. Spettri di velocità

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Rapporto di Prova n° 1524
Rapporto di Prova sulle Indagini Geofisiche

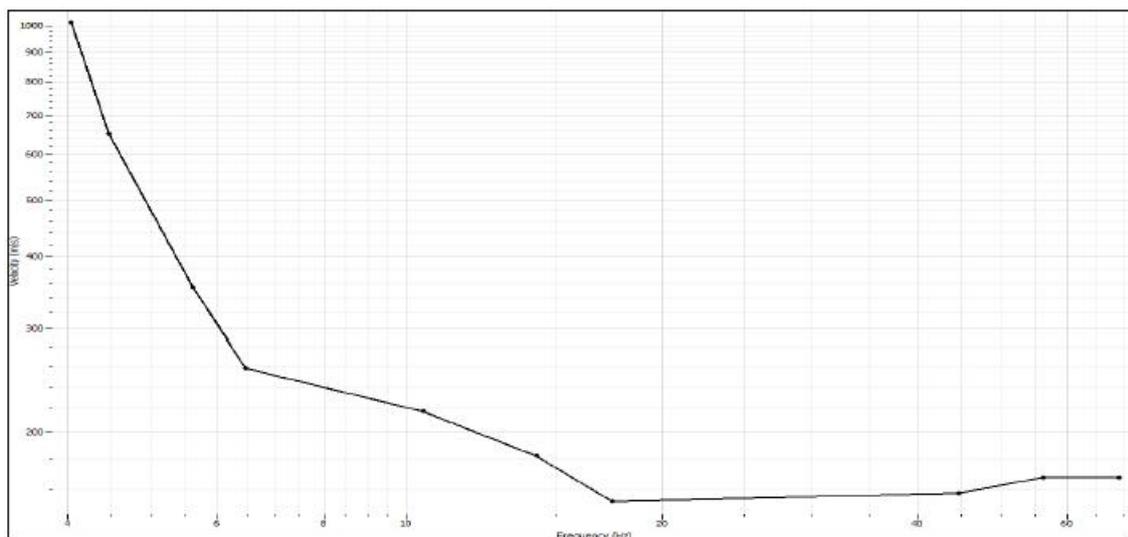


Figura 1.3. curva di dispersione

Frequency (Hz)	Period (s)	Slowness (s/m)	Velocity (m/s)	Wave length (m)
69,03051221	0,01448634767	0,005988144278	166,9966443	2,41917145
56,23413252	0,0177827941	0,005988144278	166,9966443	2,969666941
44,73886185	0,02235193205	0,006372014455	156,9362416	3,507828208
17,50453929	0,05712803881	0,006583016701	151,9060403	8,678094163
14,25967374	0,07012783169	0,005491872765	182,0872483	12,7693839
10,48450534	0,09537884408	0,004601961239	217,2986577	20,72569479
6,481027073	0,1542965318	0,00388288793	257,5402685	39,73757023
5,623413252	0,177827941	0,00283194587	353,114094	62,79355227
4,473886185	0,2235193205	0,001538707795	649,8959732	145,2643063
4,037982045	0,2476484513	0,0009880734888	1012,07047	250,6376845

Figura 1.4. dati dispersione

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Rapporto di Prova n° 1524
Rapporto di Prova sulle Indagini Geofisiche

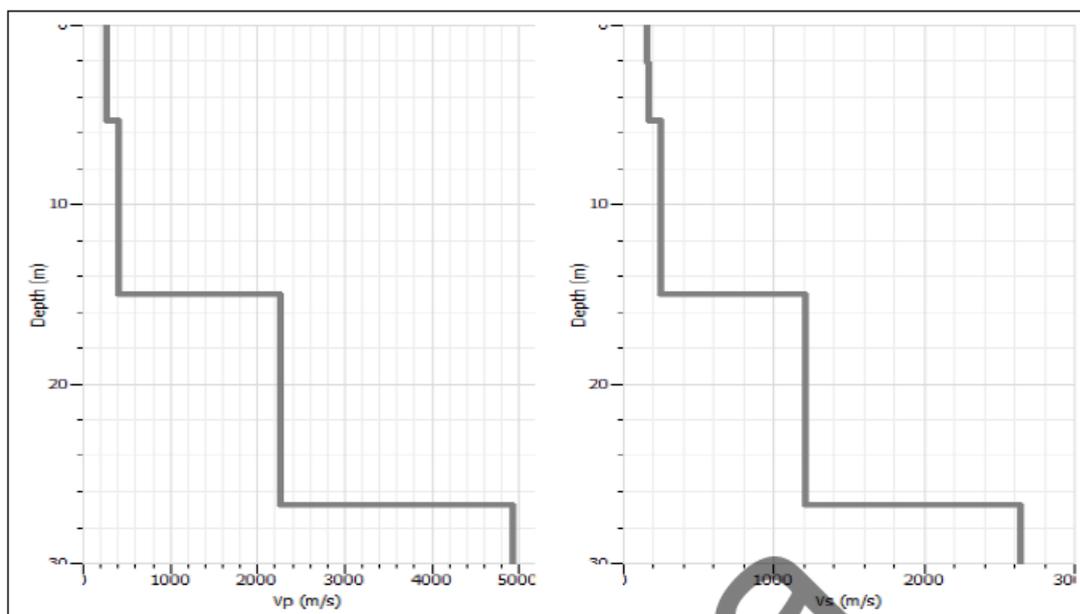


Figura 1.5 grafico valori vp – vs

Per l'esecuzione dei profili sismici di tipo MASW, sono state eseguite 6 energizzazioni verticali agli estremi degli stendimenti, per ottimizzare e vincolare il processo di inversione dei dati.

Strato	Profondità	Spessore	Vs
1	0,0-1,95m	7,80 m	145 m/s
2	1,95-5,30 m	2,30 m	169 m/s
3	5,30-15,05	--	249 m/s
4	15,05-26,80		1210 m/s
5	>26,80		2630 m/s

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Utilizzando la seguente formula ($V_{s,eq}$) è possibile ottenere la velocità di propagazione delle onde di taglio (onde S) le quali ci consentono di determinare la categoria di sottosuolo in base alla classificazione dei terreni prevista dalle Norme Tecniche per le Costruzioni tramite il Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018.

Il terreno in cui è stata effettuata l'indagine MASW T1 appartiene alla categoria di sottosuolo C in quanto la velocità equivalente delle onde di taglio è uguale a 359,9 m/s.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Dalla misurazione sul terreno attraverso la MASW 1 avente velocità equivalente delle onde di taglio (onde S) pari a 399,90 m/s, si attribuisce il terreno alla Categoria C:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

MASW 2: Categorizzazione sismica area nord



Rapporto di Prova n° 1524
Rapporto di Prova sulle Indagini Geofisiche

MASW 2

(Multichannel Analysis of Surface Waves)

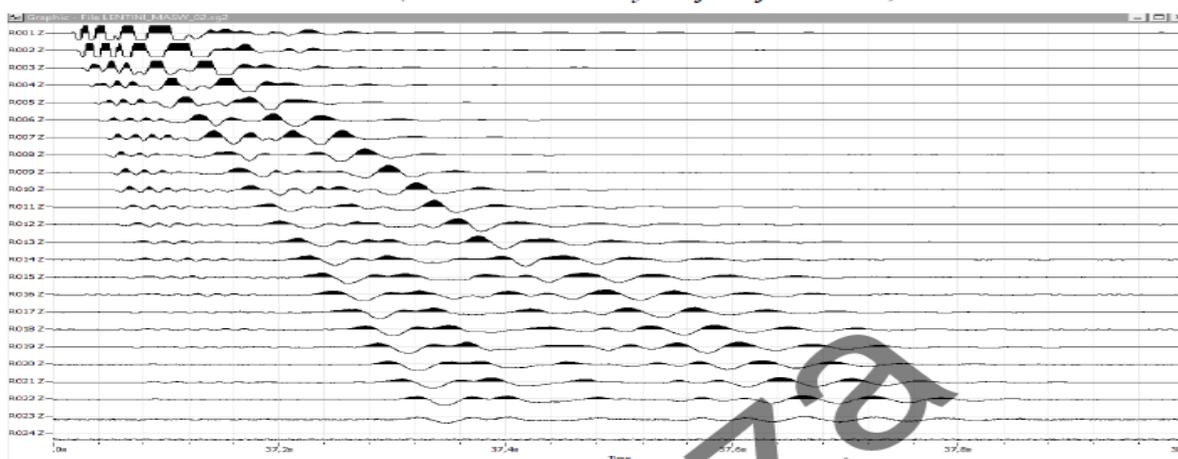
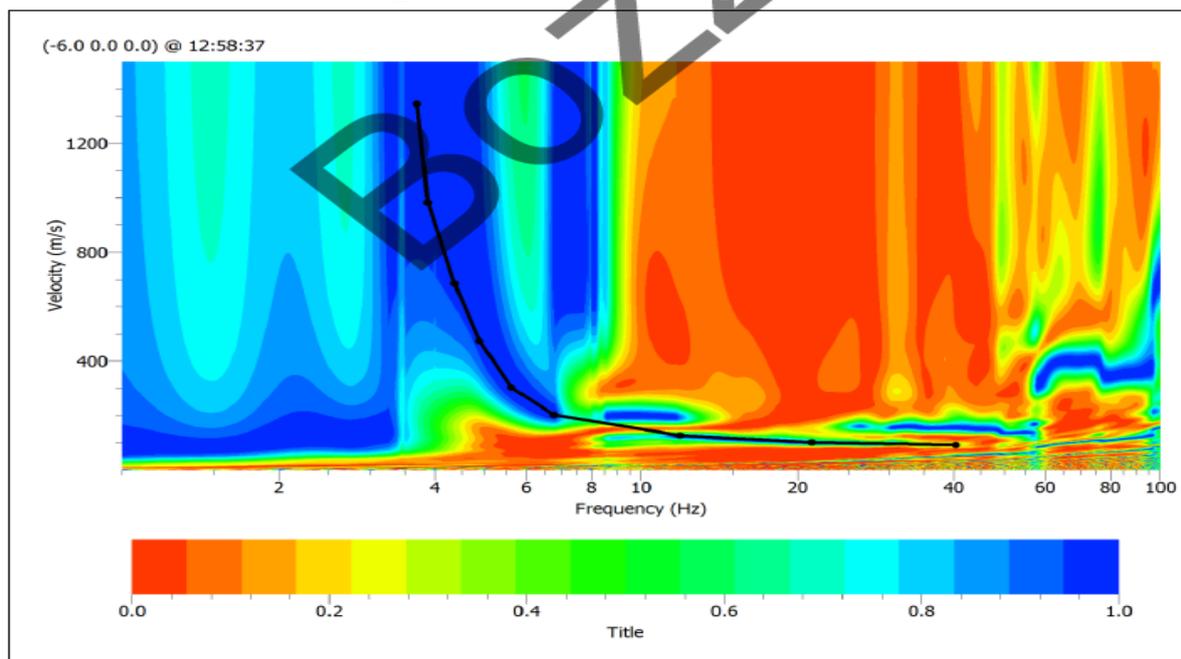


Figura 2.1 Traccia onde di acquisizione



STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Rapporto di Prova n° 1524
Rapporto di Prova sulle Indagini Geofisiche

Figura 2.1 spettri di velocità.

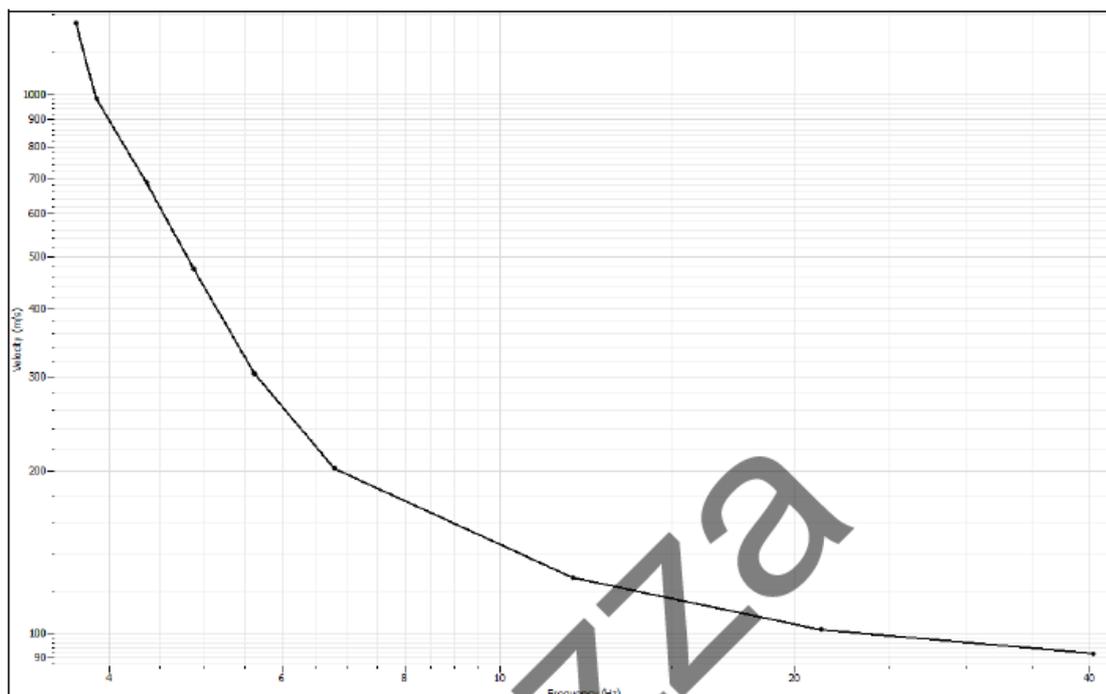


Figura 2.3 curva di dispersione

Frequency (Hz)	Period (s)	Slowness (s/m)	Velocity (m/s)	Wave length (m)
40,37982045	0,02476484513	0,01092375367	91,54362416	2,267063675
21,31901442	0,04690648359	0,009842129599	101,6040268	4,765887618
11,89439798	0,08407319155	0,00788923305	126,7550336	10,65670022
6,795036295	0,1471662485	0,00494540144	202,2080537	29,75820068
5,623413252	0,177827941	0,003302378156	302,8120805	53,84844879
4,879284756	0,2049480713	0,002110421801	473,8389262	97,11237402
4,369290886	0,2288700904	0,0014596252	685,1073826	156,8005886
3,881870971	0,257607738	0,001018444787	981,8892617	252,9422716
3,702483661	0,2700889704	0,0007440123236	1344,063758	363,0167967

Figura 2.4. Dati dispersione

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



Rapporto di Prova n° 1524
Rapporto di Prova sulle Indagini Geofisiche

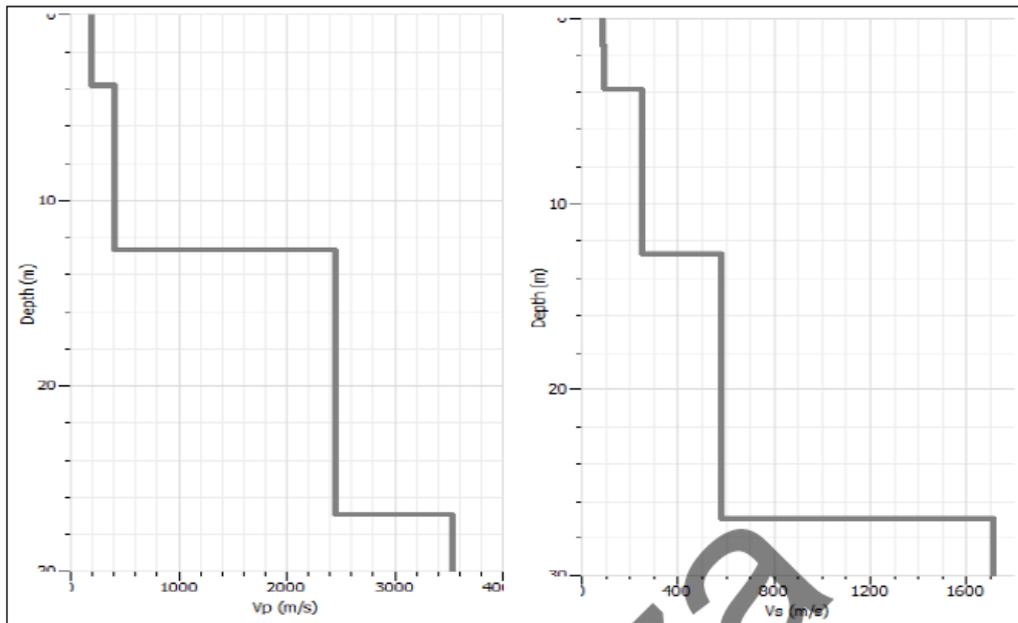


Figura 2.5. Grafico valori vp – vs

Per l'esecuzione dei profili sismici di tipo MASW, sono state eseguite 6 energizzazioni verticali agli estremi degli stendimenti, per ottimizzare e vincolare il processo di inversione dei dati.

Strato	Profondità	Spessore	Vs
1	0,0-1,5 m	1,5 m	76 m/s
2	1,5-3,8 m	2,3 m	95 m/s
3	3,8-12,6 m	8,8 m	240 m/s
4	12,6-26,8 m	14,2 m	573 m/s
5	>26,8 m		1700m/s

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Utilizzando la seguente formula ($V_{s,eq}$) è possibile ottenere la velocità di propagazione delle onde di taglio (onde S) le quali ci consentono di determinare la categoria di sottosuolo in base alla classificazione dei terreni prevista dalle Norme Tecniche per le Costruzioni tramite il Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018.

- ❖ Il terreno in cui è stata effettuata l'indagine MASW T2 appartiene alla categoria di sottosuolo E, in quanto la velocità equivalente delle onde di taglio è uguale a 254 m/s.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Dalla misurazione sul terreno attraverso la MASW 1 avente velocità equivalente delle onde S pari a 254 m/s, si attribuisce il terreno alla Categoria E.



Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>



8.3 Risposta Sismica

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2018 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido (V_{S30} comprese tra 800-360 m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Secondo quanto riportato nell'allegato "A" del primo D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008). Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei 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.

Come indicato nell'Allegato "A" del D.M. 14 gennaio 2008, è possibile ottenere il valore dei suddetti parametri spettrali (a_g , F_0 e T_c^*) propri del sito in esame tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni che comprendono l'area:

Come indicato nell'Allegato "A" del D.M. 14 gennaio 2008, sarà possibile ottenere il valore dei suddetti parametri spettrali (a_g , F_0 e T_c^*) propri del sito in esame tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni che comprendono l'area, di cui ai calcoli effettuati dallo Strutturista.

9. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato redatto a seguito di incarico conferitomi dalla società Fabroen s.r.l., a supporto della realizzazione dell'impianto agrivoltaico con tracker a tettoia denominato "Lentini 1", ubicato nei territori comunali di Lentini (SR) e Palagonia (CT).

Dalle valutazioni di carattere geologico-strutturale, idrogeologico, sismico, geomorfologico e geotecnico, supportate dalle indagini geognostiche e geofisiche effettuate in situ, si conclude quanto segue:

- ✓ Il layout di progetto prevede la realizzazione di strutture con tracker a tettoia tra loro vicine ma dislocate in vari lotti tra loro discontinui, ricadenti su due tipologie di terreni di natura fluviale alluvionale appartenenti alla Piana del Simeto, litologicamente sotto definiti:

1 - Depositi Alluvionali: Sedimenti argillo-limosi con ciottoli e blocchi di varia natura: si estendono in corrispondenza del limitato settore nord del layout di progetto (solamente una modestissima porzione di lotti dell'area nord-est);

2 - Argille grigio-azzurre: Argille marnose con sabbie di colore grigio azzurro: si estendono in corrispondenza del settore centrale e meridionale del layout di progetto; (Lotti area centro-sud).

- ✓ Sotto il profilo morfologico e orografico, nel complesso la morfologia della piana alluvionale ospitante le aree di progetto risulta pressoché omogenea e uniforme, caratterizzata da modestissime pendenze variabili, dunque quasi sub-pianeggiante, con esposizione geografica dei versanti, pertanto, decisamente idonea alla captazione dell'irraggiamento solare;
- ✓ Sotto il profilo idraulico, nell'ambito del Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino idrografico dell'area territoriale compresa tra il F. Simeto e il F. San Leonardo, i lotti di progetto non ricadono in aree a vincolo idraulico, se si esclude una modesta porzione del settore nord-est, più prossima all'asta fluviale principale, ricadente in zona parzialmente gravata da vincolo di pericolosità idraulica moderata e rischio idraulico basso, P1R1, di cui al D.P.R. n. 538 del 20/09/2006 pubblicato sulla GURS n. 51 del 03/11/2006 e ss.mm.ii., e del recente D.S.G. n. 10/2024 del 09-01.2024 del

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Dipartimento Regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Sicilia. Mentre la maggior parte dei rimanenti lotti (del settore centrale e meridionale) sono esterni al vincolo PAI, quindi privi di vincoli (vedasi carta del rischio idraulico per fenomeni di esondazione PAI sotto riportata).

- ✓ Gli esiti dei sopralluoghi effettuati, del rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio e delle indagini in situ, fanno ritenere che il sito in oggetto risulti idoneo alla realizzazione delle opere di progetto, a condizione tuttavia che vengano posti in essere, o comunque valutate nella fase esecutiva, le ipotesi d'intervento di mitigazione idraulica suggerite nello studio idraulico allegato. Tali interventi saranno in dettaglio tecnicamente definiti a seguito della verifica idraulica effettuata nello Studio Idraulico a supporto del presente progetto. Ciò al fine di preservare le aree di progetto dal rischio idraulico derivante da eventuali fenomeni di esondazione originati da ondate di piena, che potrebbero interessare le stesse aree;
- ✓ L'elaborazione delle indagini penetrometriche e sismiche in situ, effettuate nelle aree di progetto (vedasi Report indagini allegato delle prove effettuate) ed elaborate a supporto del presente studio, evidenzia la seguente stratigrafia verticale:
 - Terreno agrario limo-argilloso
 - Limi debolmente argillosi
 - Argille limose
 - Limi argillosi.

Il livello corticale superficiale, costituito da terreno vegetale alterato e caratterizzato da scadenti caratteristiche meccanico-fisiche, presenta uno spessore massimo di mt.1,00.

Dunque sarà necessario ammorsare le strutture di ancoraggio ovvero di fondazione delle stringhe di pannelli sul substrato integro, ben al di sotto di tale profondità, bypassando il suddescritto strato di alterazione.

A tal proposito sarà competenza dello strutturista effettuare l'esatto dimensionamento e calcolo dei pali di ancoraggio, sulla base della parametrizzazione geotecnica riportata nella presente relazione.

- ✓ Al fine del dimensionamento delle strutture di ancoraggio degli impianti di progetto, si rimanda alla modellizzazione geologico-tecnica con relativa parametrizzazione riportata nello specifico paragrafo.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

- ✓ Sotto il profilo geomorfologico, la presenza di depositi clastici alluvionali prevalentemente limosi ad elevata erodibilità, ha dato origine nelle aree di progetto a un sistema di deboli incisioni idrografiche superficiali (non cartografate nel PAI Sicilia), determinate dall'azione di ruscellamento superficiale diffuso ad opera delle acque dilavanti su tali terreni.
Per tale ragione, oltre agli interventi di difesa dal rischio idraulico a salvaguardia delle aree individuati e programmati nello Studio Idraulico, risulta opportuno che nella successiva fase post-operam venga garantito che gli attuali canali (già esistenti nella presente fase ante-operam) continuino a mantenere inalterata la rispettiva naturale originaria direzione di deflusso superficiale.
Ciò, altresì, in ragione dell'elevata erodibilità dei sedimenti e della pericolosità idraulica seppur moderata P1-R1 entro cui ricadono soltanto una porzione di lotti nord-est (vedasi tavola PAI idraulico).
Dunque, nella fase post-operam, lungo il settore di pianura alluvionale su cui saranno realizzate le opere, le acque superficiali dovranno essere adeguatamente canalizzate secondo l'attuale orografia sub-pianeggiante del versante, evitando che la disposizione dei pannelli progettata (layout di progetto) vada a modificare l'attuale assetto idrografico superficiale (per un maggiore approfondimento si consulti la relazione idraulica), preservando allo stesso tempo le aree di progetto dall'azione delle acque superficiali.
- ✓ Sulla base delle condizioni di permeabilità diversificate tra le due aree nord-est e centro-sud è ragionevole supporre che, specie nell'area centro-sud, la componente prevalente delle acque meteoriche sia quella di ruscellamento superficiale e che, dunque, solamente nell'area NE di natura alluvionale, più prossima all'asta del Gornalunga, possano sussistere le condizioni idrogeologico-strutturali di accumulo sotterraneo, ma solamente ad elevate profondità dal p.c.
In tale contesto litologico e idrogeologico, in corrispondenza di suddetta area nord è ragionevole ipotizzare condizioni di un modestissimo coefficiente di deflusso superficiale a fronte di un'elevata infiltrazione efficace delle acque di precipitazione, che presentano deflusso sotterraneo in direzione da Est a NE (Vedasi linee di flusso sotterraneo carta idrogeologica), per confluire a quote più basse del corso d'acqua del fiume Gornalunga defluente a N-NE del sito.
- ✓ In corrispondenza di tali depositi permeabili eventuali accumuli idrici sotterranei drenerebbero, comunque, verso quote inferiori, in direzione dell'alveo incassato a quote più basse rispetto alle aree di progetto.
L'alveo del fiume Gornalunga fungerebbe dunque da sfioratore rispetto ad eventuali accumuli idrici sotterranei.

STUDIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

A conferma di tale considerazione, nel corso delle indagini penetrometriche non si è affatto ravvisata la presenza di acqua entro i primi 10 o 12 mt. dal p.c.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte, dal punto di vista geomorfologico, sulla scorta delle indagini svolte in situ e dello studio effettuato, le aree di progetto risultano idonee alla realizzazione delle opere di realizzazione dell'impianto fotovoltaico con tracker a tettoia, a condizione che vengano valutate le ipotesi di intervento di mitigazione idraulica descritte nello studio idraulico.

E' comunque opportuno che, durante la fase esecutiva, siano verificate le ipotesi elaborate nella presente relazione geologica.

Considerata inoltre la notevole estensione e la discontinuità geografica delle aree, nella successiva fase progettuale esecutiva sarà opportuno potenziare la rete dei punti d'investigazione geognostica diretta attraverso ulteriori indagini geognostiche e geofisiche.

In tale ottica, potrebbero altresì essere evidenziate e segnalate eventuali anomalie litologiche ed idrogeologiche, in modo tale da poter intervenire, nella fase esecutiva, sia modificando le operazioni di scavo sia, eventualmente, intervenendo sulle strutture di fondazione con ulteriori calcoli e verifiche.

Lo scrivente si dichiara disponibile ad essere presente durante la posa in opera delle opere fondazionali per esprimere eventuali pareri tecnici in c.o. a supporto delle scelte decisionali del progettista.

In conclusione, considerando:

- le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito in oggetto ottenute dalle indagini geognostiche e geofisiche eseguite;
- la valutazione degli esiti geognostici e l'interpretazione critica delle osservazioni afferenti il complesso degli elementi oggettivi raccolti nel corso dei sopralluoghi;
- i carichi modesti delle opere in progetto trasmessi al suolo;

Tutto ciò considerato, si può esprimere parere positivo circa la fattibilità geologica per la realizzazione degli interventi in progetto, alle condizioni esposte nel presente studio.

Data, Maggio 2024

Il Geologo incaricato

fabroen

Committente: FABROEN S.R.L.

Lavori di: Progetto per autorizzazione di un campo agro-fotovoltaico

Località: Lentini (SR)

Rapporto di Prova 1524 - <https://gofile.me/7IADL/dLEmktBc>



Rapporto di Prova Indagini Geognostiche e Geofisiche.



ALLEGATI

- Rapporto di prova
- Ubicazione Indagini
- Prove penetrometriche DPSH
- Indagini geofisiche
- Documentazione fotografica
- Rapporto di prova delle indagini ambientali

00	04/04/2024	Emissione	<i>Salvatore Ognibene</i> Geol. Salvatore Ognibene	<i>Giuseppe Alba</i> Dott. Geol. Giuseppe Alba
REV.	data	Descrizione	Il Responsabile di Sito	Il Direttore del Laboratorio





Committente: FABROEN S.R.L.

Lavori di: Progetto per autorizzazione di un campo agro-fotovoltaico

Località: Lentini (SR)

Rapporto di Prova 1524 - <https://gofile.me/7IADL/dLEmktBc>



Rapporto di Prova sulle Indagini Geognostiche e Geofisiche in Situ

Determinazione della successione litostratigrafica, prelievo di campioni e prove in situ

1. PREMESSA

Su incarico della ditta Fabroen S.r.l., sono state effettuati 4 prove penetrometriche DPSH, 2 prospezioni geofisiche MASW e il prelievo di 2 campioni ambientali, concernente la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico nel territorio del Comune di Lentini (SR).

Di seguito vengono riportati i dati relativi alle suddette indagini:

1.1 Prove penetrometriche DPSH

Prova	Prof.	Sistema Coordinate UTM (m) Zona 33 S	
		N	E
PP01	15,00	4136398	485201
PP02	15,00	4135766	486414
PP03	15,00	4134903	484949
PP04	15,00	4134094	484077

1.2 Prospezioni Geofisiche - MASW

Prova n.	Lunghezza Totale	Distanza intergeofonica	N. elettrodi	Distanza sorgente dal 1° geofono
	m	m		
MW01	46,00	2,00	24	6 m
MW02	46,00	2,00	24	6 m

1.3 Punti prelievo campioni ambientali

Campione N	Sistema Coordinate UTM (m) Zona 33 S	
	N	E
SC01	4136392	484964
SC02	4134732	484612



2. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Attrezzature

Penetrometro utilizzato	<p>Penetrometro a funzionamento idraulico montato su cingoli di gomma, Tipo: Pagani TG 63/200 Statico Dinamico; Matricola P000629; Costruttore: Pagani Geotechnical Equipment srl; Anno di Costruzione: 2004;</p> <p>Caratteristiche tecniche:</p> <ul style="list-style-type: none"> - spinta massima 20 ton - ancoraggio mediante eliche ad avanzamento automatico - punta meccanica tipo Begeman di caratteristiche e dimensioni secondo la normativa standard - corsa sistema di spinta 130 cm - acquisizione dati mediante cella di carico visualizzati su display <p>Attrezzatura per prove penetrometriche CPTe, CPTU sistema TGAS06</p> <ul style="list-style-type: none"> - punta piezocono di dimensioni e campi di misura secondo la normativa standard <p>Prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH</p> <ul style="list-style-type: none"> - maglio 63,5 kg. - altezza di caduta 75 cm - aste Ø 32 mm. - Intervallo misura colpi 20 cm.
-------------------------	--

Modalità esecuzione prova dinamica DPSH (AGI 1977)

Prova Penetrometrica Dinamica DPSH	<p>La prova penetrometrica dinamica DPSH (Dynamic Probing Super Heavy) consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione.</p> <p>Viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione ogni 20 cm di affondamento. L'attrezzatura è composta da una batteria di aste lunghe 1 metro con diametro di 32 mm, alla cui estremità inferiore è collegata una punta conica avente angolo di apertura di 60°, e da un maglio battente di 63.5 kg che viene fatto cadere da un'altezza di 75 cm.</p> <p>La prova viene generalmente eseguita a partire dal piano campagna, ma in alcuni casi può essere anche condotta come proseguimento di una prova statica interrotta a causa di un livello ad elevata resistenza.</p> <p>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.</p> <p>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</p> <p>Nella specifica relazione sulle prove effettuate saranno descritte più dettagliatamente le modalità di prova ed i risultati acquisiti.</p>
Correlazione con N _{spt}	<p>Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:</p> $N_{spt} = \beta_f N$ <p>Dove: $\beta_f = \frac{Q}{Q_{SPT}}$</p> <p>in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT. L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:</p> $Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + P)}$ <p>M = peso massa battente; M' = peso aste; H = altezza di caduta; A = area base punta conica; δ = passo di avanzamento.</p> <p>Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd} Formula Olandese</p> $R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$ <p>R_{pd} = resistenza dinamica punta (area A); e = infissione media per colpo (l/N); M = peso massa battente (altezza caduta H); P = peso totale aste e sistema battuta.</p>



3. INDAGINE MASW

Modalità di esecuzione:	<p>Per l'acquisizione MASW è stata impiegata una distanza intergeofonica variabile per una lunghezza totale del profilo che variabile come meglio specifica nella tabella riepilogativa al cap. 1.3</p> <p>Le energizzazioni sono state effettuate esternamente sia prima del geofono 1 che dopo il geofono 24, ad una distanza di 5,0 m. L'acquisizione è stata effettuata utilizzando un tempo di campionamento pari a 1 ms e di registrazione pari a 1.5 s.</p> <p>Per l'elaborazione dei dati sperimentali relativi alle indagini sismiche MASW è stato utilizzato il software dedicato Geopsy: un software open source per l'elaborazione della prova geofisica Masw.</p> <p>I dati acquisiti sono stati tagliati discriminando le sezioni temporali nelle quali si evidenziava la presenza di segnale utile.</p> <p>L'analisi della dispersione delle onde di superficie (componente verticale delle onde di Rayleigh) è stata effettuata trasponendo i dati acquisiti nel dominio dello spazio e del tempo nel dominio della frequenza e velocità di fase, in quest'ultimo, che permette una chiara rappresentazione dello spettro di velocità, è stata effettuata una modellazione diretta.</p> <p>Quest'ultima prevede che al variare della geometria del modello interpretativo e dei valori di velocità delle onde di taglio si modifichi automaticamente la curva di dispersione calcolata così da ottenere un modello teorico che segue il dato sperimentale e che prende in considerazione le informazioni geologiche del sito.</p> <p>Al fine di ridurre i casi di equivalenza, quando possibile, si opera introducendo nell'interpretazione, come inamovibili, elementi quali le densità dei litotipi dell'area indagata e il numero degli strati con il relativo spessore. In questo caso sono stati inseriti: il numero degli strati, i valori di velocità e lo spessore degli strati.</p> <p>Lo studio dello spettro ha permesso in definitiva la ricostruzione di un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, basato sulla ricostruzione del profilo delle onde di taglio con la profondità.</p>
Apparecchiatura utilizzata e metodo di acquisizione:	<p>Le indagini sismiche sono state condotte impiegando un sismografo modulare a 24 canali della Ambrogeo - modello ECHO 12-24, collegato ad un notebook per la visualizzazione dei sismogrammi. Il sismografo in questione costituisce il componente fondamentale dell'apparato di acquisizione dei dati.</p> <p>Si tratta di uno strumento digitale dotato di un processore ad alta risoluzione, una frequenza massima di campionamento di 512 Hz, un convertitore Analogico/Digitale a 24 bit e una risoluzione di acquisizione a 24 bit.</p> <p>Una massa del peso di 8 kg, battente su una piastra metallica, è stata utilizzata come dispositivo in grado di generare onde sismiche; la piastra, oltre a consentire l'accoppiamento al suolo, ha permesso l'attivazione delle registrazioni tramite un geofono trigger posto a pochi centimetri da essa.</p>
Principi metodo di prova:	<p>Come sopra detto questa metodologia consente di determinare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali VS basandosi sulla misura delle onde superficiali. In particolare, quelle con bassi valori di lunghezze d'onda (alte frequenze) interessano gli strati superficiali, mentre quelle a maggior lunghezza d'onda (minore frequenza) interessano anche gli strati più profondi. Le onde di Rayleigh in un semispazio omogeneo sono non dispersive, mentre in presenza di un mezzo stratificato, l'avanzamento di un fronte d'onda si deforma in rapporto alla velocità di propagazione (nel singolo strato) in funzione della frequenza, quindi differenti frequenze hanno velocità di propagazione diverse (comportamento dispersivo).</p> <p>La velocità di propagazione delle onde di Rayleigh (V_r) e delle onde di taglio (V_s) sono dipendenti e sono legate dalla relazione (Richart et al. 1970):</p> $V_r^6 - 8V_s^2 V_r^4 + (24 - 16V_s^2/V_p^2) V_s^4 V_r^2 + (16V_s^6/V_p^6 - 1) V_s^6 = 0$ <p>Pertanto, la velocità di propagazione delle onde di Rayleigh (V_r) è leggermente inferiore alla velocità delle onde di taglio (V_s), ovvero secondo Achenbach (1999):</p> $V_r = (0.862 + 1.14 \sqrt{1 + \nu}) V_s$ <p style="text-align: center;">$\nu =$ modulo di poisson</p> <p>che significa che al variare di ν, la V_r è inferiore rispetto alla V_s di un valore compreso tra 0.862 e 0.955 traducendosi nel fatto che misurando la V_r si ottiene la V_s con un errore di calcolo del tutto trascurabile potendosi così scrivere la relazione $V_r = 0.91V_s \pm 0.046$.</p>
Analisi dei dati:	<p>L'analisi dei dati è suddivisa in due stadi: la determinazione della "curva di dispersione" (calcolo della velocità di fase) e l'inversione della curva per ottenere un modello 1D velocità/profondità.</p>
Curva dispersione:	<p>La "Curva di dispersione" si ottiene da una analisi spettrale del sismogramma che trasforma il moto misurato, dal dominio "spazio-tempo" al dominio frequenza-numero d'onda" e parallelamente al dominio "velocità di fase-frequenza". Sul diagramma si è ricostruito la curva di dispersione sperimentale interpretando l'andamento delle massime ampiezze del modo fondamentale delle onde di Rayleigh (Ivanov et al., 2001), discriminando le riflessioni indotte da orizzonti più rigidi, riflessioni multiple, onde d'aria e onde guidate (Baker, 1999) che possono provocare gravi errori interpretativi.</p>
Inversione della curva di dispersione:	<p>Successivamente al riconoscimento e, quindi, al tracciamento della curva di dispersione, si è passati alla ricostruzione della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s. Il modello di inversione verrà vincolato attraverso l'inserimento di un range di possibili spessori, di velocità delle onde V_s e di coefficienti di Poisson (ν). L'ultima fase consiste nella modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo. Il prodotto ottenuto è un diagramma che esprime valori delle velocità delle onde di taglio (S) associati a spessori e profondità di un mezzo stratificato reale. La profondità d'indagine è direttamente dipendente dalla minima frequenza riconoscibile nella curva di dispersione.</p>
Elaborazione dati:	<p>Per l'elaborazione della prova è stato utilizzato il software "WinMASW4.1 Std" della Eliosoft. I dati MASW sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_s).</p>



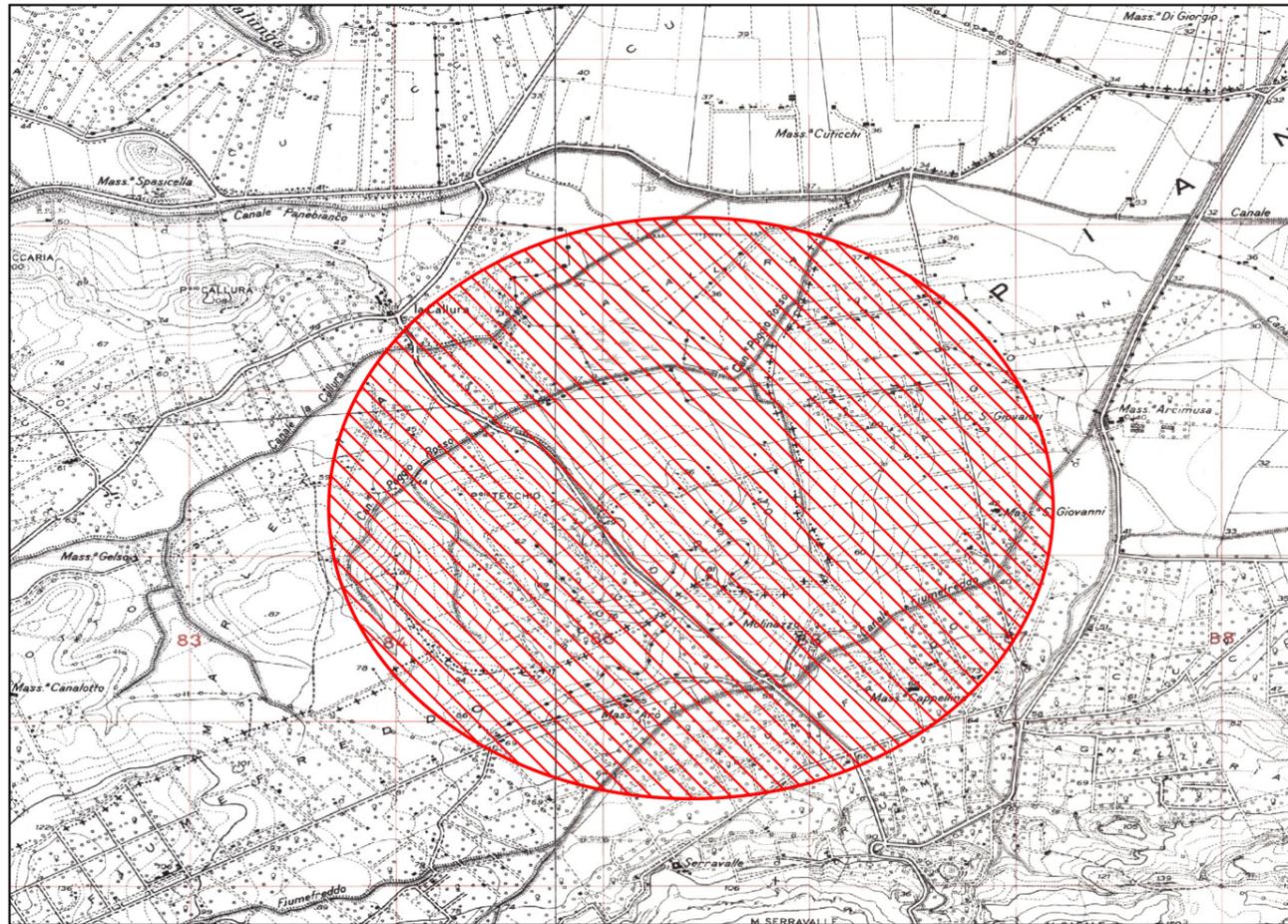
4. RISULTATI DELLE PROVE

Nelle allegate stratigrafie vengono sintetizzati i risultati richiesti dalla Direzione Lavori, eseguite secondo le norme dettate da:

- A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana;
- CNR. - Consiglio Nazionale delle Ricerche
- I.S.R.M. - International Society of Rock Mechanics;
- R.I.G. - Rivista Italiana di Geotecnica
- B.S. - British Standard;
- A.S.T.M. - American Society of Testing Materials

Il Responsabile Tecnico
Dott. Geol. Salvatore Ognibene





LEGENDA

	DPSH
	MASW
	SCAVO

Prove Penetrometriche Dinamiche (AGI 1977)

1. Dati Generali

Commitente: Fabroen s.r.l.
Lavori di: Progetto di realizzazione di un campo agro-fotovoltaico
Località: Lentini (SR)
Prova n°: PPO1 Profondità: 15,00 m Data Inizio: 27/03/2024 Data Fine: 27/03/2024

2. Dati Penetrometro

Marca: Pagani	Modello: TG63-200	Matricola: P0069
Tipo di Punta: Conica	diametro: 50,5 mm	Angolo di Apertura: 90°
Aste peso per metro: 6,0 Kg/m	Lunghezza: 1 m	Diametro: 32 mm
Peso del Maglio: 63,5 Kg	Altezza di caduta: 75 cm	
Preforo (m): 0,1		

3. Dati della Prova

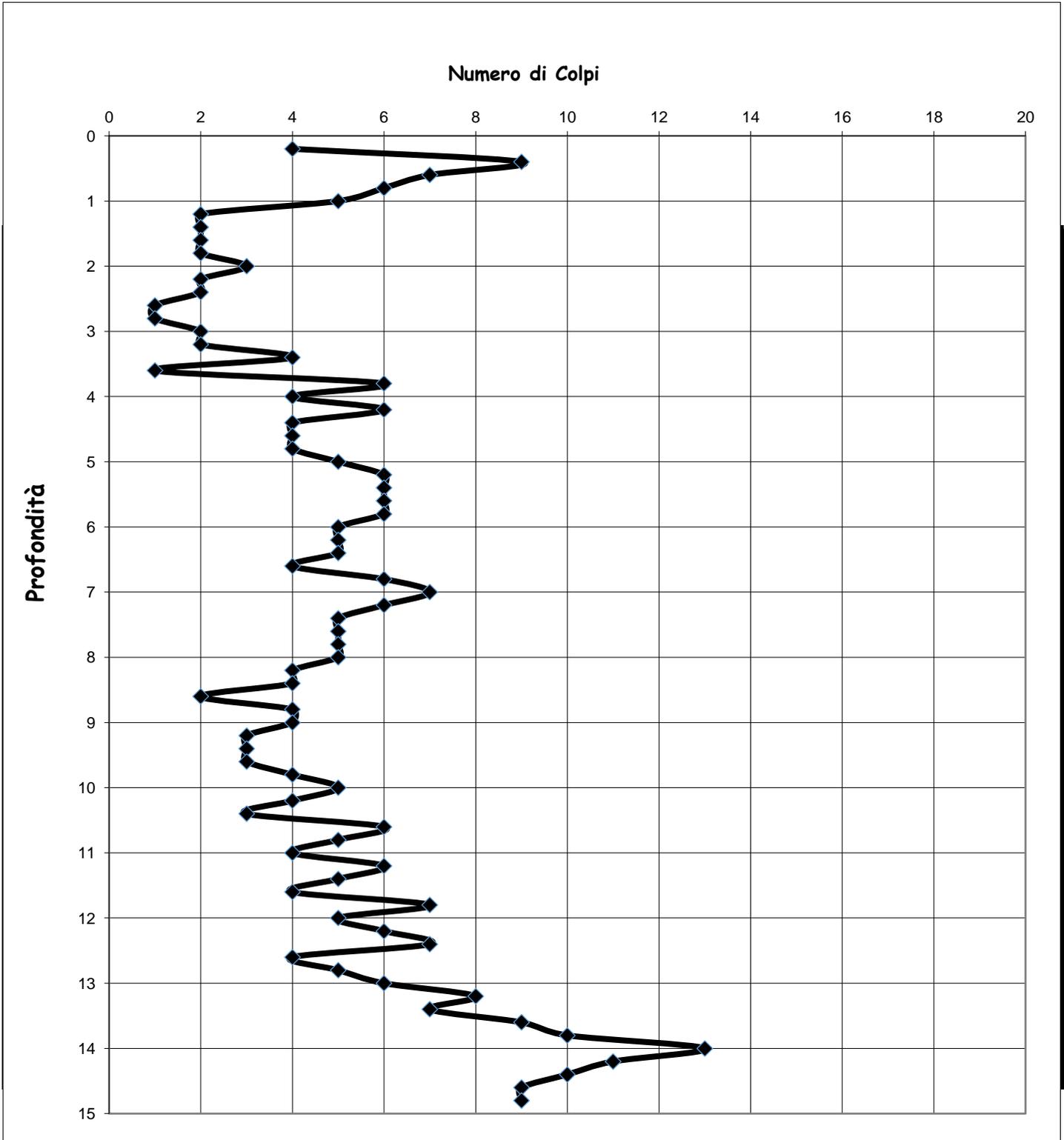
Profondità m	Np n°	Nr n°	Profondità m	Np n°	Nr n°	Profondità m	Np n°	Nr n°
0,00			6,00	5		12,00	5	
0,20	4		6,20	5		12,20	6	
0,40	9		6,40	5		12,40	7	
0,60	7		6,60	4		12,60	4	
0,80	6		6,80	6		12,80	5	
1,00	5		7,00	7		13,00	6	
1,20	2		7,20	6		13,20	8	
1,40	2		7,40	5		13,40	7	
1,60	2		7,60	5		13,60	9	
1,80	2		7,80	5		13,80	10	
2,00	3		8,00	5		14,00	13	
2,20	2		8,20	4		14,20	11	
2,40	2		8,40	4		14,40	10	
2,60	1		8,60	2		14,60	9	
2,80	1		8,80	4		14,80	9	
3,00	2		9,00	4		15,00	9	
3,20	2		9,20	3		15,20		
3,40	4		9,40	3		15,40		
3,60	1		9,60	3		15,60		
3,80	6		9,80	4		15,80		
4,00	4		10,00	5		16,00		
4,20	6		10,20	4		16,20		
4,40	4		10,40	3		16,40		
4,60	4		10,60	6		16,60		
4,80	4		10,80	5		16,80		
5,00	5		11,00	4		17,00		
5,20	6		11,20	6		17,20		
5,40	6		11,40	5		17,40		
5,60	6		11,60	4		17,60		
5,80	6		11,80	7		17,80		

Prove Penetrometriche Dinamiche (AGI 1977)

1. Dati Generali

Commitente:	Fabroen s.r.l.				
Lavori di:	Progetto di realizzazione di un campo agro-fotovoltaico				
Località	Lentini (SR)		Direttore dei Lavori		
Prova n°	PPO1	Profondità	15,00 m	Data Inizio	27/03/2024 Data Fine 27/03/2024

4. Grafico Profondità - n. di colpi N20



Prove Penetrometriche Dinamiche (AGI 1977)

1. Dati Generali

Commitente: Fabroen s.r.l.
Lavori di: Progetto di realizzazione di un campo agro-fotovoltaico
Località: Lentini (SR)
Prova n°: PPO2 Profondità 15,00 m Data Inizio 28/03/2024 Data Fine 28/03/2024

2. Dati Penetrometro

Marca Pagani	Modello: TG63-200	Matricola: P0069
Tipo di Punta Conica	diametro: 50,5 mm	Angolo di Apertura 90°
Aste peso per metro 6,0 Kg/m	Lunghezza 1 m	Diametro 32 mm
Peso del Maglio 63,5 Kg	Altezza di caduta 75 cm	
Preforo (m) 0,1		

3. Dati della Prova

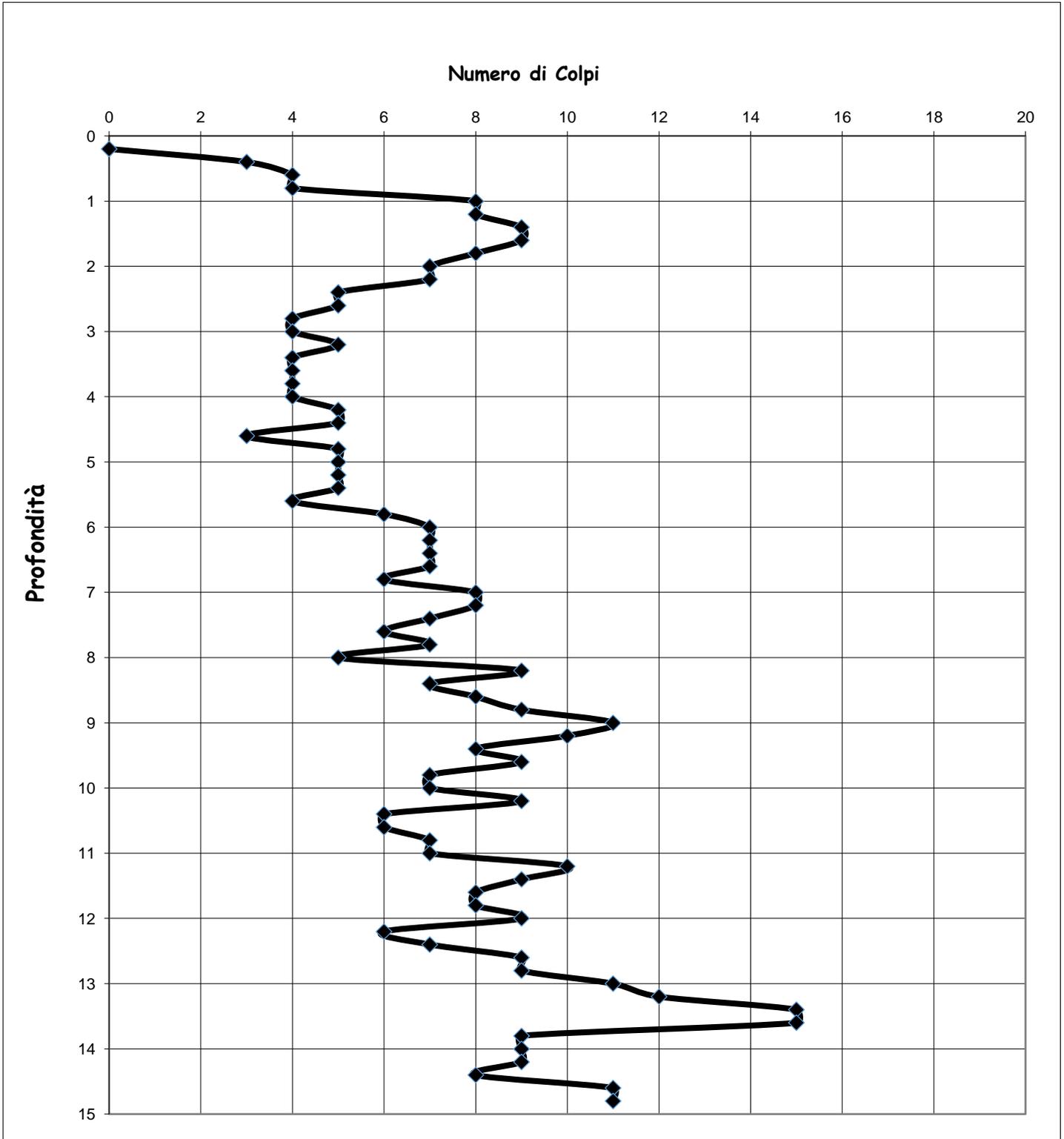
Profondità m	Np n°	Nr n°	Profondità m	Np n°	Nr n°	Profondità m	Np n°	Nr n°
0,00			6,00	7		12,00	9	
0,20	0		6,20	7		12,20	6	
0,40	3		6,40	7		12,40	7	
0,60	4		6,60	7		12,60	9	
0,80	4		6,80	6		12,80	9	
1,00	8		7,00	8		13,00	11	
1,20	8		7,20	8		13,20	12	
1,40	9		7,40	7		13,40	15	
1,60	9		7,60	6		13,60	15	
1,80	8		7,80	7		13,80	9	
2,00	7		8,00	5		14,00	9	
2,20	7		8,20	9		14,20	9	
2,40	5		8,40	7		14,40	8	
2,60	5		8,60	8		14,60	11	
2,80	4		8,80	9		14,80	11	
3,00	4		9,00	11		15,00	16	
3,20	5		9,20	10		15,20		
3,40	4		9,40	8		15,40		
3,60	4		9,60	9		15,60		
3,80	4		9,80	7		15,80		
4,00	4		10,00	7		16,00		
4,20	5		10,20	9		16,20		
4,40	5		10,40	6		16,40		
4,60	3		10,60	6		16,60		
4,80	5		10,80	7		16,80		
5,00	5		11,00	7		17,00		
5,20	5		11,20	10		17,20		
5,40	5		11,40	9		17,40		
5,60	4		11,60	8		17,60		
5,80	6		11,80	8		17,80		

Prove Penetrometriche Dinamiche (AGI 1977)

1. Dati Generali

Commitente:	Fabroen s.r.l.						
Lavori di:	Progetto di realizzazione di un campo agro-fotovoltaico						
Località	Lentini (SR)			Direttore dei Lavori			
Prova n°	PPO2	Profondità	15,00 m	Data Inizio	28/03/2024	Data Fine	28/03/2024

4. Grafico Profondità - n. di colpi N20



Prove Penetrometriche Dinamiche (AGI 1977)

1. Dati Generali

Commitente: Fabroen s.r.l.
Lavori di: Progetto di realizzazione di un campo agro-fotovoltaico
Località: Lentini (SR)
Prova n°: PPO3 Profondità: 15,00 m Data Inizio: 28/03/2024 Data Fine: 28/03/2024

2. Dati Penetrometro

Marca: Pagani	Modello: TG63-200	Matricola: P0069
Tipo di Punta: Conica	diametro: 50,5 mm	Angolo di Apertura: 90°
Aste peso per metro: 6,0 Kg/m	Lunghezza: 1 m	Diametro: 32 mm
Peso del Maglio: 63,5 Kg	Altezza di caduta: 75 cm	
Preforo (m): 0,1		

3. Dati della Prova

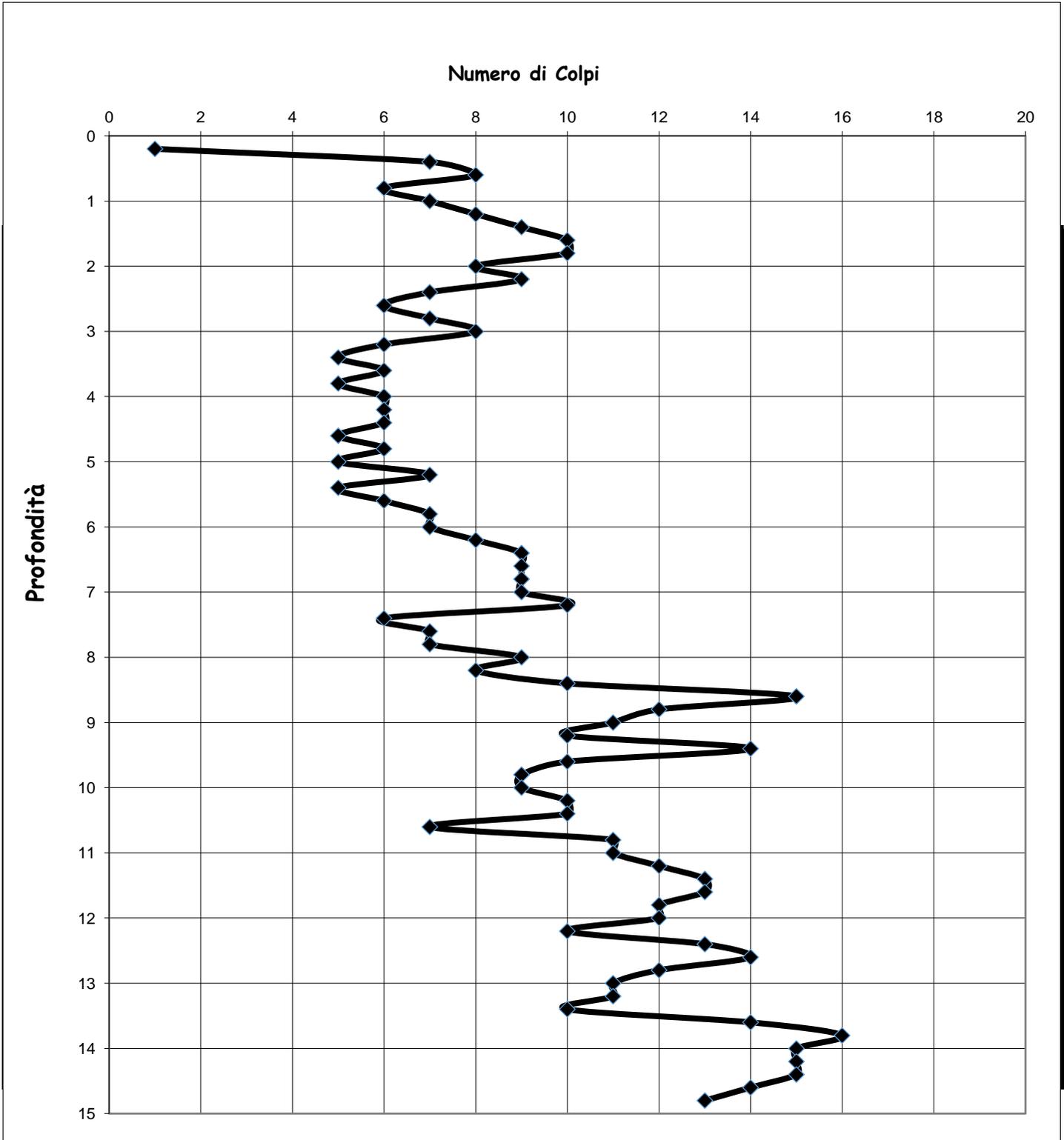
Profondità m	Np n°	Nr n°	Profondità m	Np n°	Nr n°	Profondità m	Np n°	Nr n°
0,00			6,00	7		12,00	12	
0,20	1		6,20	8		12,20	10	
0,40	7		6,40	9		12,40	13	
0,60	8		6,60	9		12,60	14	
0,80	6		6,80	9		12,80	12	
1,00	7		7,00	9		13,00	11	
1,20	8		7,20	10		13,20	11	
1,40	9		7,40	6		13,40	10	
1,60	10		7,60	7		13,60	14	
1,80	10		7,80	7		13,80	16	
2,00	8		8,00	9		14,00	15	
2,20	9		8,20	8		14,20	15	
2,40	7		8,40	10		14,40	15	
2,60	6		8,60	15		14,60	14	
2,80	7		8,80	12		14,80	13	
3,00	8		9,00	11		15,00	12	
3,20	6		9,20	10		15,20		
3,40	5		9,40	14		15,40		
3,60	6		9,60	10		15,60		
3,80	5		9,80	9		15,80		
4,00	6		10,00	9		16,00		
4,20	6		10,20	10		16,20		
4,40	6		10,40	10		16,40		
4,60	5		10,60	7		16,60		
4,80	6		10,80	11		16,80		
5,00	5		11,00	11		17,00		
5,20	7		11,20	12		17,20		
5,40	5		11,40	13		17,40		
5,60	6		11,60	13		17,60		
5,80	7		11,80	12		17,80		

Prove Penetrometriche Dinamiche (AGI 1977)

1. Dati Generali

Committente:	Fabroen s.r.l.				
Lavori di:	Progetto di realizzazione di un campo agro-fotovoltaico				
Località	Lentini (SR)	Direttore dei Lavori			
Prova n°	PPO3	Profondità	15,00 m	Data Inizio	28/03/2024
				Data Fine	28/03/2024

4. Grafico Profondità - n. di colpi N20



Prove Penetrometriche Dinamiche (AGI 1977)

1. Dati Generali

Commitente: Fabroen s.r.l.
Lavori di: Progetto di realizzazione di un campo agro-fotovoltaico
Località: Lentini (SR)
Prova n°: PPO4 Profondità 15,00 m Data Inizio 28/03/2024 Data Fine 28/03/2024

2. Dati Penetrometro

Marca Pagani	Modello: TG63-200	Matricola: P0069
Tipo di Punta Conica	diametro: 50,5 mm	Angolo di Apertura 90°
Aste peso per metro 6,0 Kg/m	Lunghezza 1 m	Diametro 32 mm
Peso del Maglio 63,5 Kg	Altezza di caduta 75 cm	
Preforo (m) 0,1		

3. Dati della Prova

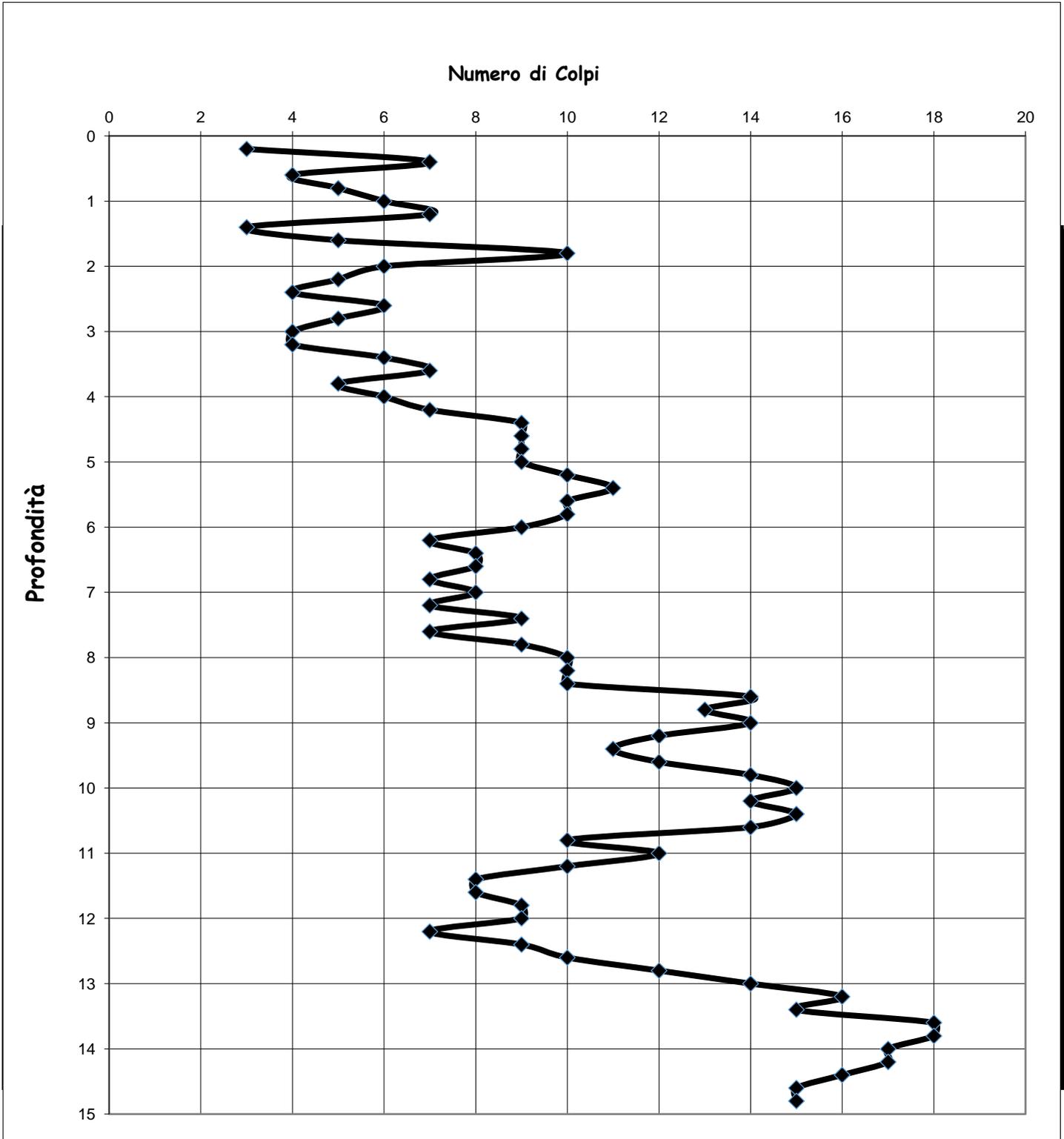
Profondità m	Np n°	Nr n°	Profondità m	Np n°	Nr n°	Profondità m	Np n°	Nr n°
0,00			6,00	9		12,00	9	
0,20	3		6,20	7		12,20	7	
0,40	7		6,40	8		12,40	9	
0,60	4		6,60	8		12,60	10	
0,80	5		6,80	7		12,80	12	
1,00	6		7,00	8		13,00	14	
1,20	7		7,20	7		13,20	16	
1,40	3		7,40	9		13,40	15	
1,60	5		7,60	7		13,60	18	
1,80	10		7,80	9		13,80	18	
2,00	6		8,00	10		14,00	17	
2,20	5		8,20	10		14,20	17	
2,40	4		8,40	10		14,40	16	
2,60	6		8,60	14		14,60	15	
2,80	5		8,80	13		14,80	15	
3,00	4		9,00	14		15,00	18	
3,20	4		9,20	12		15,20		
3,40	6		9,40	11		15,40		
3,60	7		9,60	12		15,60		
3,80	5		9,80	14		15,80		
4,00	6		10,00	15		16,00		
4,20	7		10,20	14		16,20		
4,40	9		10,40	15		16,40		
4,60	9		10,60	14		16,60		
4,80	9		10,80	10		16,80		
5,00	9		11,00	12		17,00		
5,20	10		11,20	10		17,20		
5,40	11		11,40	8		17,40		
5,60	10		11,60	8		17,60		
5,80	10		11,80	9		17,80		

Prove Penetrometriche Dinamiche (AGI 1977)

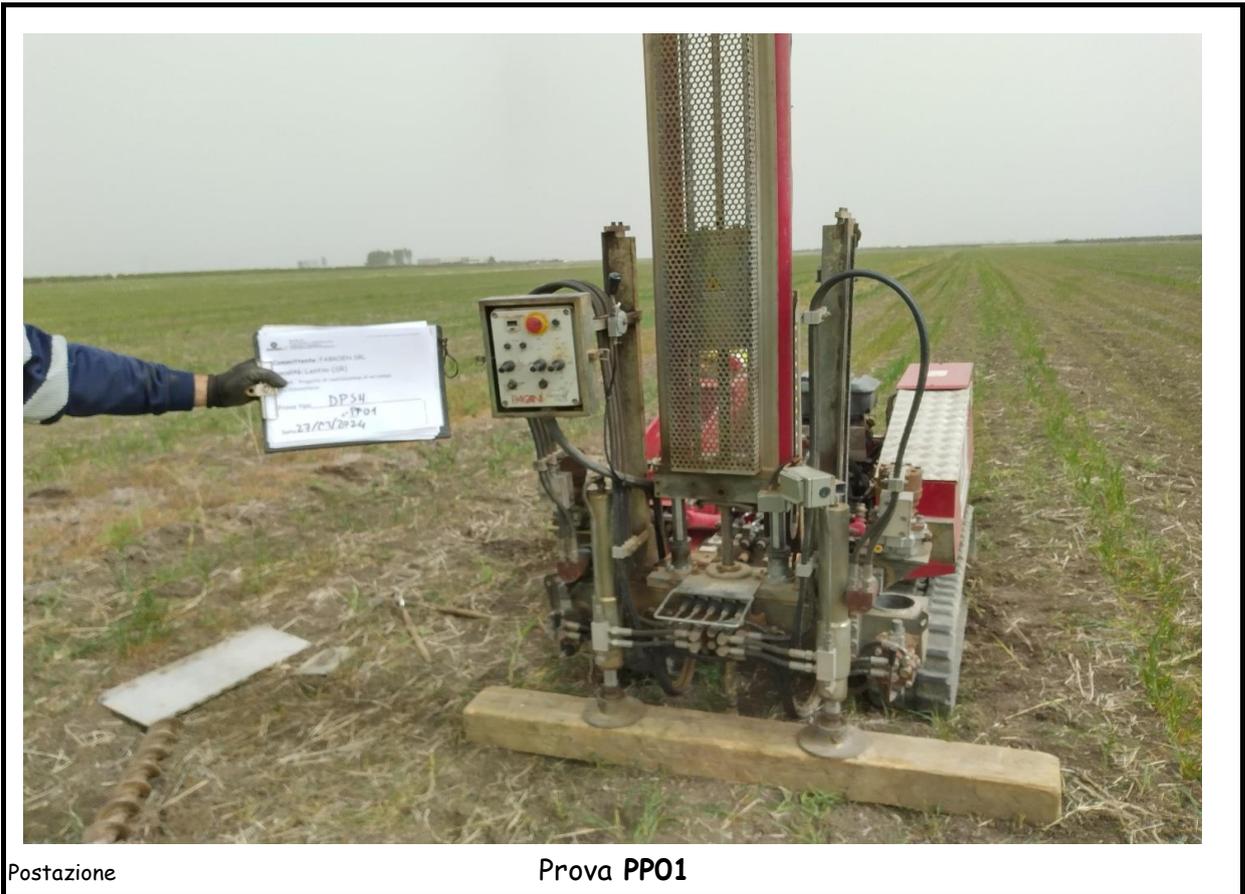
1. Dati Generali

Commitente:	Fabroen s.r.l.						
Lavori di:	Progetto di realizzazione di un campo agro-fotovoltaico						
Località	Lentini (SR)			Direttore dei Lavori			
Prova n°	PPO4	Profondità	15,00 m	Data Inizio	28/03/2024	Data Fine	28/03/2024

4. Grafico Profondità - n. di colpi N20



Prova DPSH



Prova DPSH



MASW 1

(Multichannel Analysis of Surface Waves)

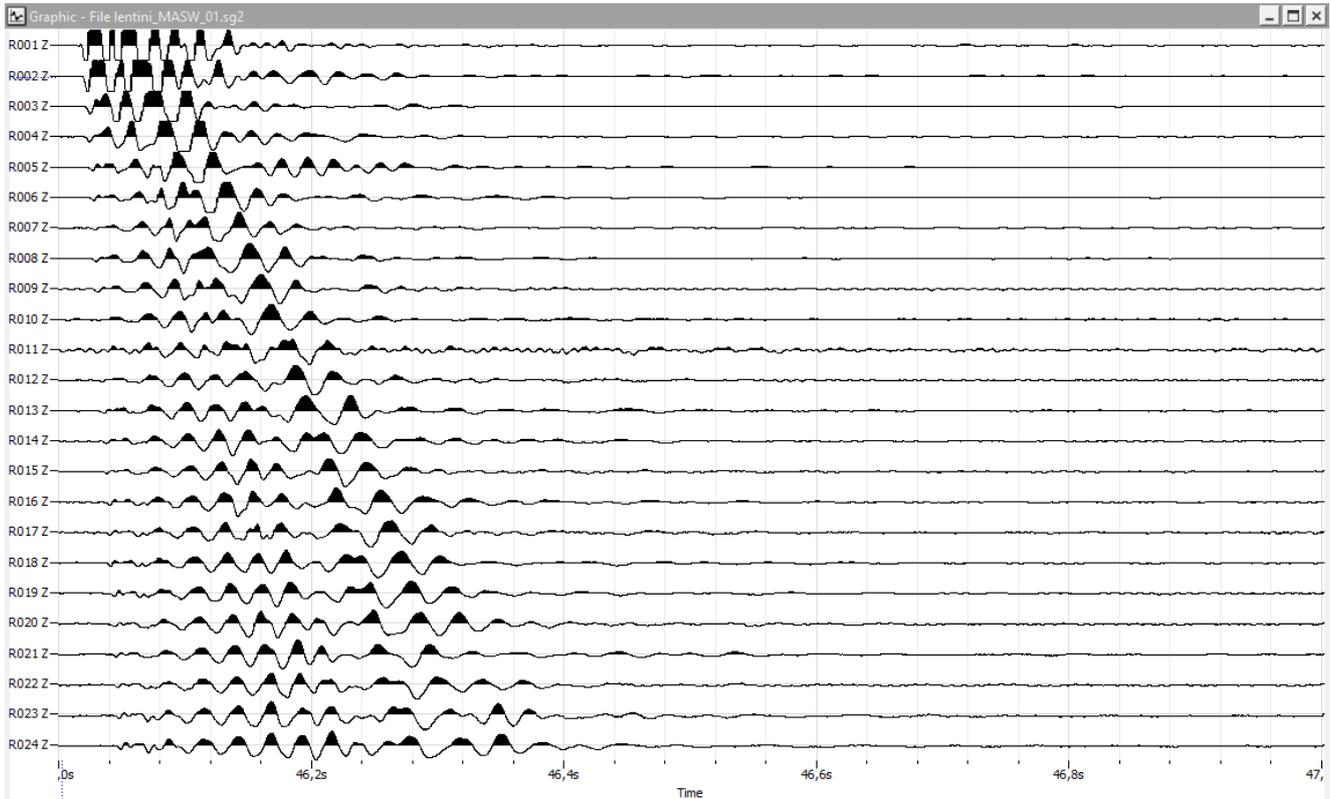


Figura 1.1 traccia onde di acquisizione

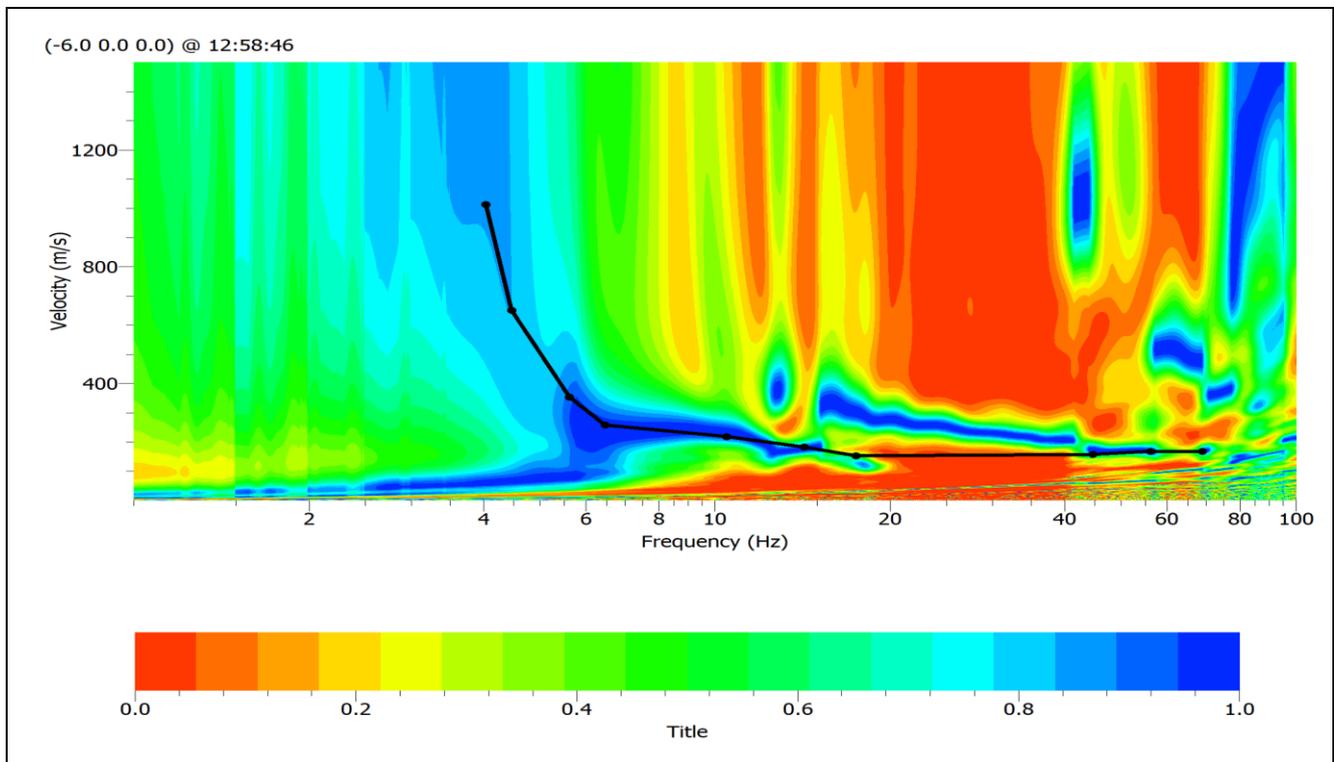


Figura 1.2. Spettri di velocità



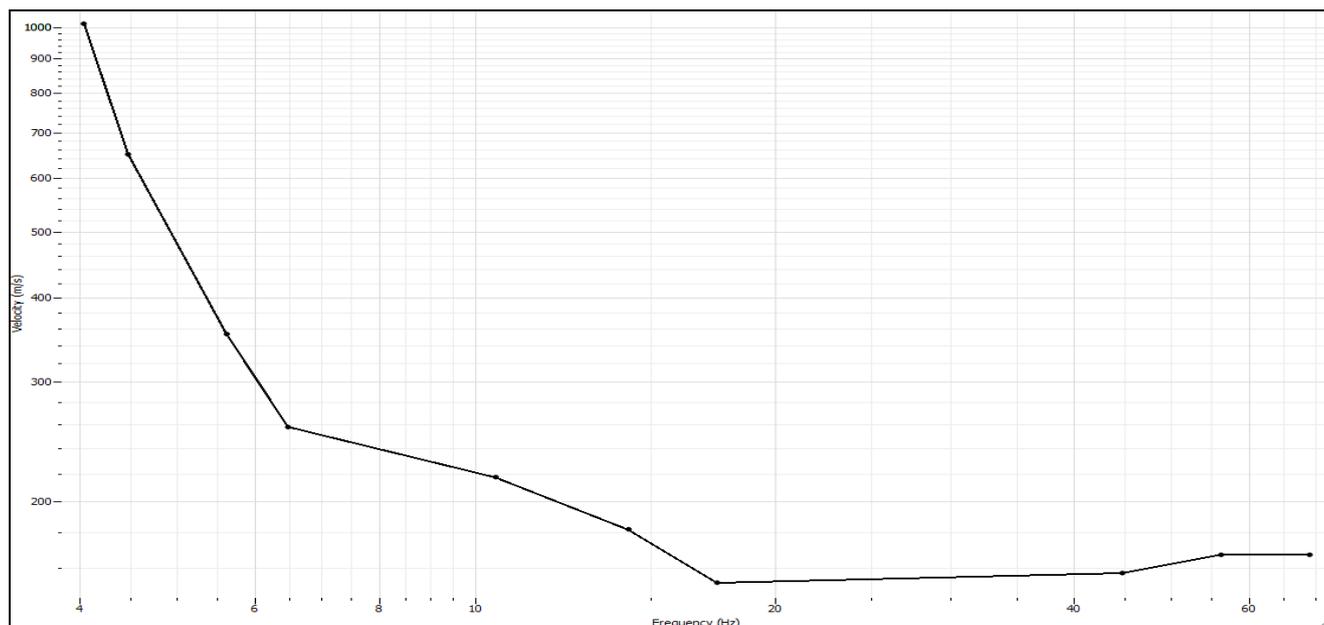


Figura 1.3. curva di dispersione

Frequency (Hz)	Period (s)	Slowness (s/m)	Velocity (m/s)	Wave length (m)
69,03051221	0,01448634767	0,005988144278	166,9966443	2,41917145
56,23413252	0,0177827941	0,005988144278	166,9966443	2,969666941
44,73886185	0,02235193205	0,006372014455	156,9362416	3,507828208
17,50453929	0,05712803881	0,006583016701	151,9060403	8,678094163
14,25967374	0,07012783169	0,005491872765	182,0872483	12,7693839
10,48450534	0,09537884408	0,004601961239	217,2986577	20,72569479
6,481027073	0,1542965318	0,00388288793	257,5402685	39,73757023
5,623413252	0,177827941	0,00283194587	353,114094	62,79355227
4,473886185	0,2235193205	0,001538707795	649,8959732	145,2643063
4,037982045	0,2476484513	0,0009880734888	1012,07047	250,6376845

Figura 1.4. dati dispersione



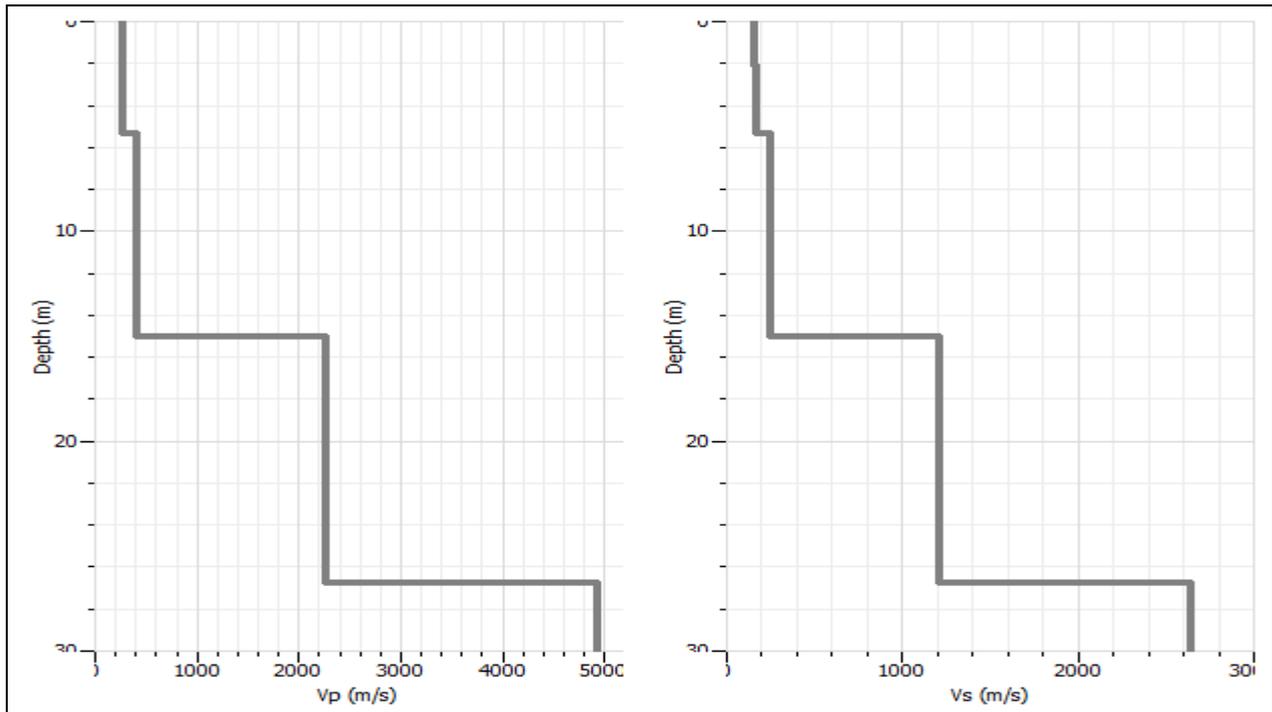


Figura 1.5 grafico valori vp – vs

Per l'esecuzione dei profili sismici di tipo MASW, sono state eseguite 6 energizzazioni verticali agli estremi degli stendimenti, per ottimizzare e vincolare il processo di inversione dei dati.

Strato	Profondità	Spessore	Vs
1	0,0-1,95m	7,80 m	145 m/s
2	1,95-5,30 m	2,30 m	169 m/s
3	5,30-15,05	--	249 m/s
4	15,05-26,80		1210 m/s
5	>26,80		2630 m/s

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Utilizzando la seguente formula ($V_{s,eq}$) è possibile ottenere la velocità di propagazione delle onde di taglio (onde S) le quali ci consentono di determinare la categoria di sottosuolo in base alla classificazione dei terreni prevista dalle Norme Tecniche per le Costruzioni tramite il Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018.

Il terreno in cui è stata effettuata l'indagine **MASW T1** appartiene alla categoria di sottosuolo C in quanto la velocità equivalente delle onde di taglio è uguale a **359,9 m/s**.



MASW 2

(Multichannel Analysis of Surface Waves)

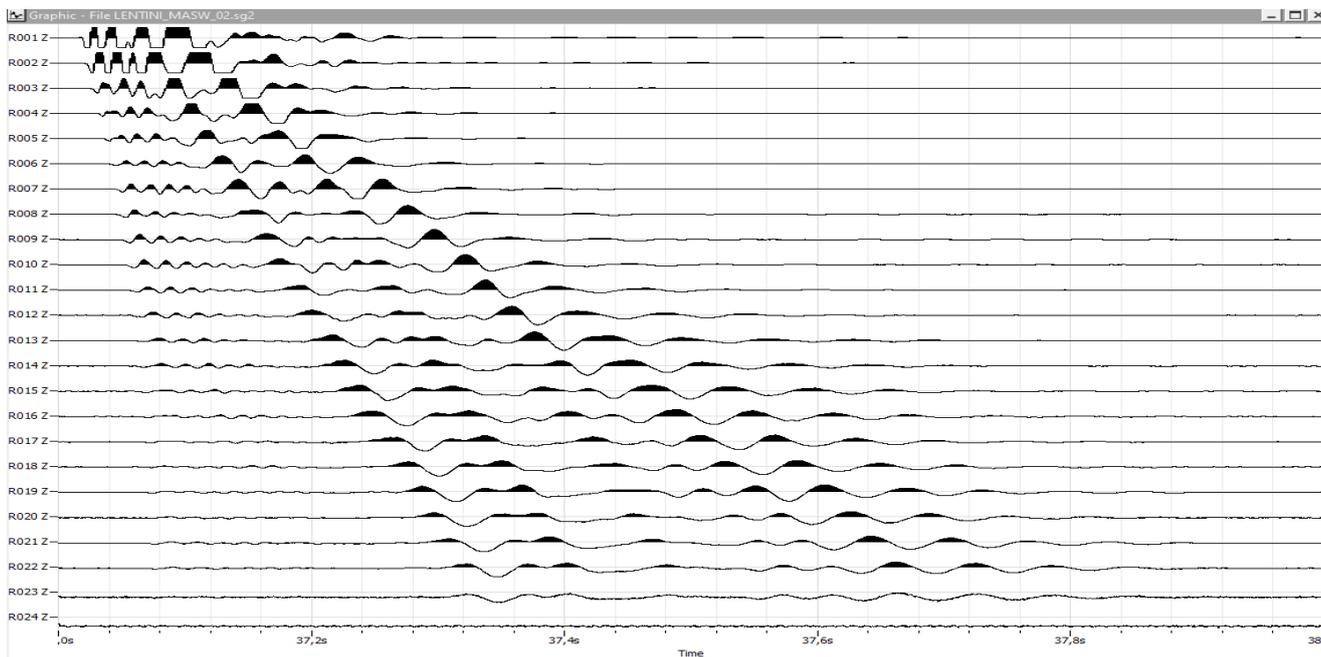


Figura 2.1 Traccia onde di acquisizione

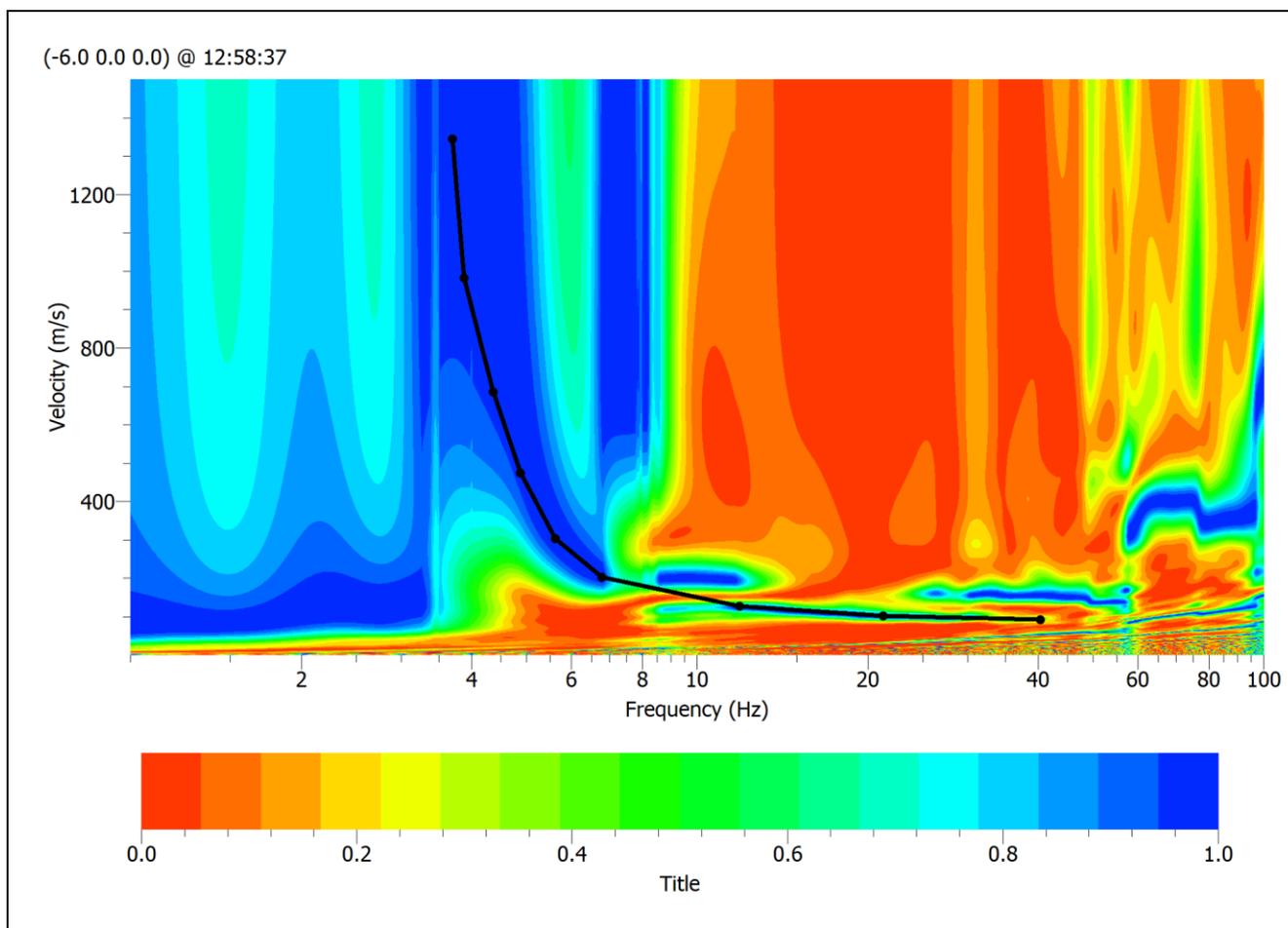


Figura 2.1 spettri di velocità.



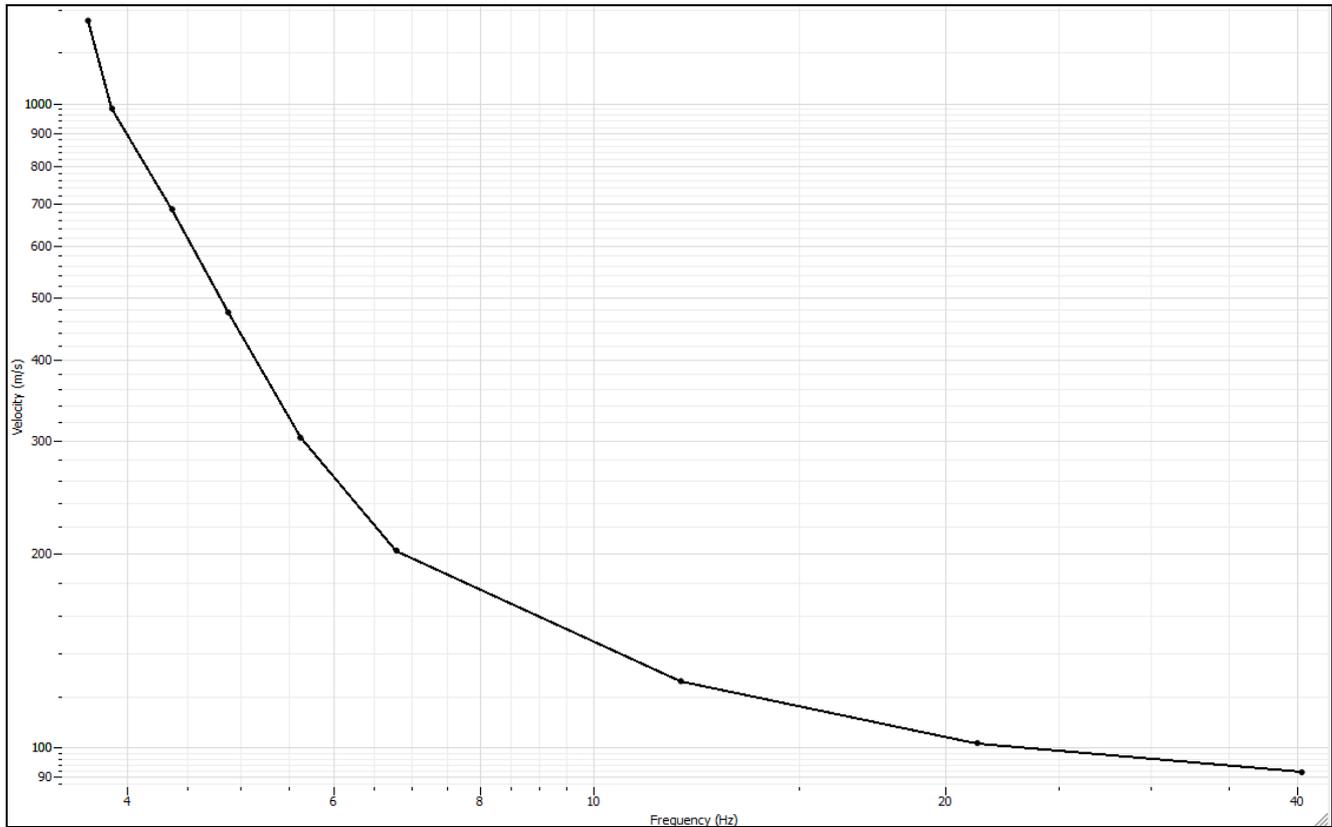


Figura 2.3 curva di dispersione

Frequency (Hz)	Period (s)	Slowness (s/m)	Velocity (m/s)	Wave length (m)
40,37982045	0,02476484513	0,01092375367	91,54362416	2,267063675
21,31901442	0,04690648359	0,009842129599	101,6040268	4,765887618
11,89439798	0,08407319155	0,00788923305	126,7550336	10,65670022
6,795036295	0,1471662485	0,00494540144	202,2080537	29,75820068
5,623413252	0,177827941	0,003302378156	302,8120805	53,84844879
4,879284756	0,2049480713	0,002110421801	473,8389262	97,11237402
4,369290886	0,2288700904	0,0014596252	685,1073826	156,8005886
3,881870971	0,257607738	0,001018444787	981,8892617	252,9422716
3,702483661	0,2700889704	0,0007440123236	1344,063758	363,0167967

Figura 2.4. Dati dispersione



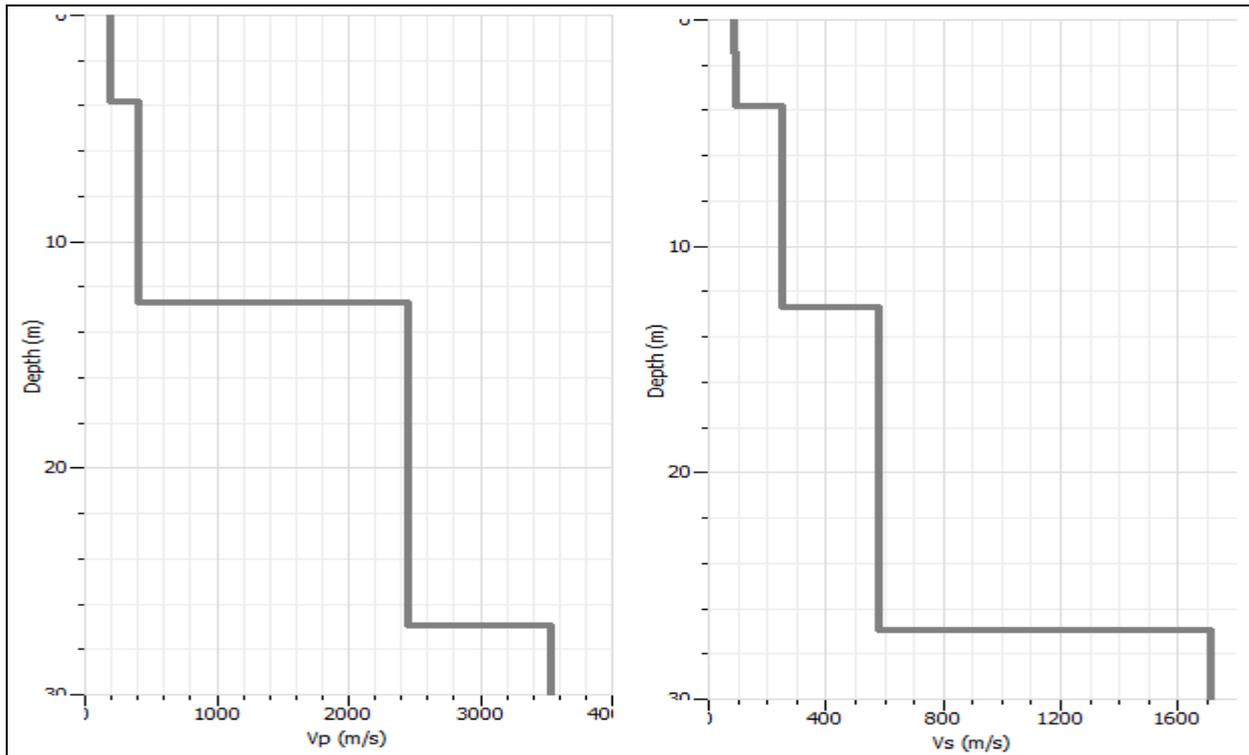


Figura 2.5. Grafico valori vp – vs

Per l'esecuzione dei profili sismici di tipo MASW, sono state eseguite 6 energizzazioni verticali agli estremi degli stendimenti, per ottimizzare e vincolare il processo di inversione dei dati.

Strato	Profondità	Spessore	Vs
1	0,0-1,5 m	1,5 m	76 m/s
2	1,5-3,8 m	2,3 m	95 m/s
3	3,8-12,6 m	8,8 m	240 m/s
4	12,6-26,8 m	14,2 m	573 m/s
5	>26,8 m		1700m/s

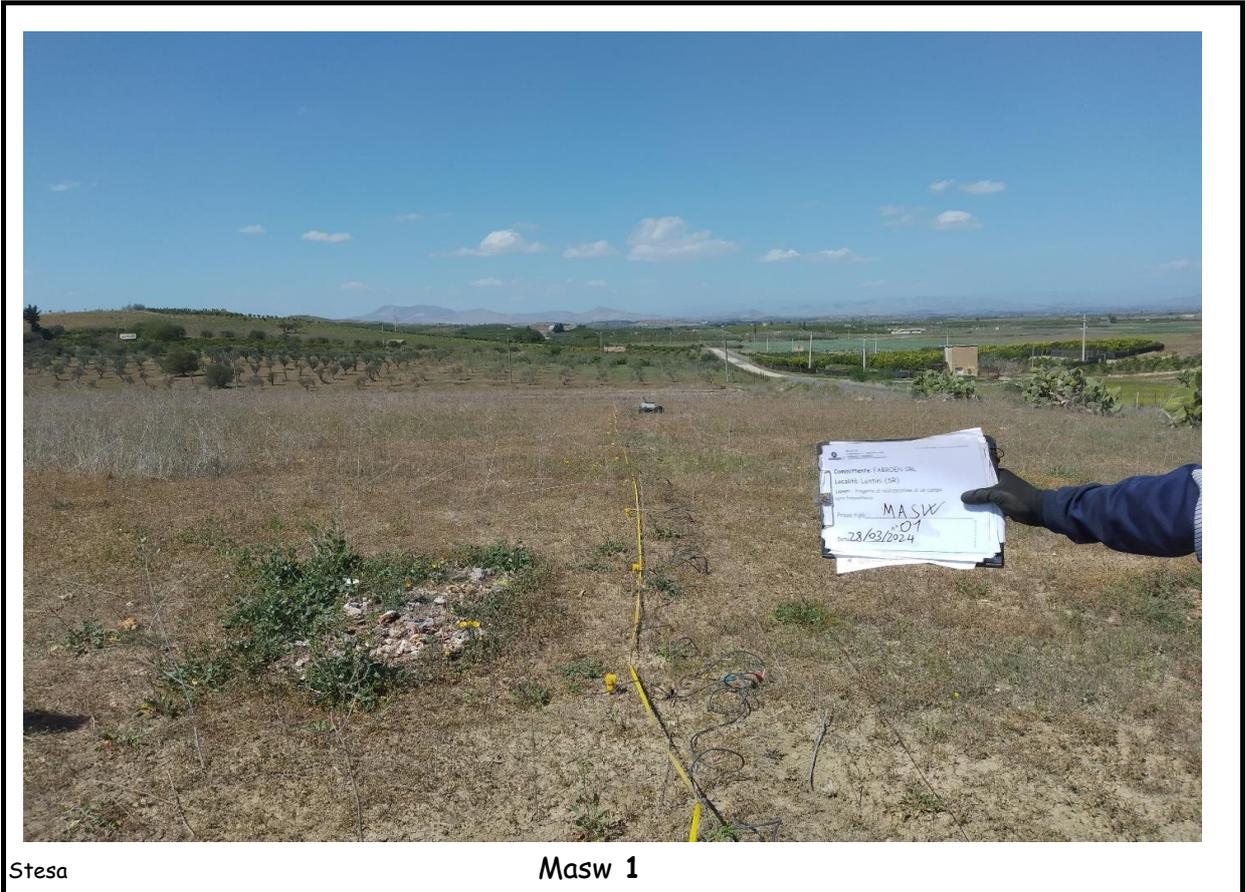
$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Utilizzando la seguente formula ($V_{s,eq}$) è possibile ottenere la velocità di propagazione delle onde di taglio (onde S) le quali ci consentono di determinare la categoria di sottosuolo in base alla classificazione dei terreni prevista dalle Norme Tecniche per le Costruzioni tramite il Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018.

- ❖ Il terreno in cui è stata effettuata l'indagine **MASW T2** appartiene alla categoria di sottosuolo E, in quanto la velocità equivalente delle onde di taglio è uguale a **254 m/s**.

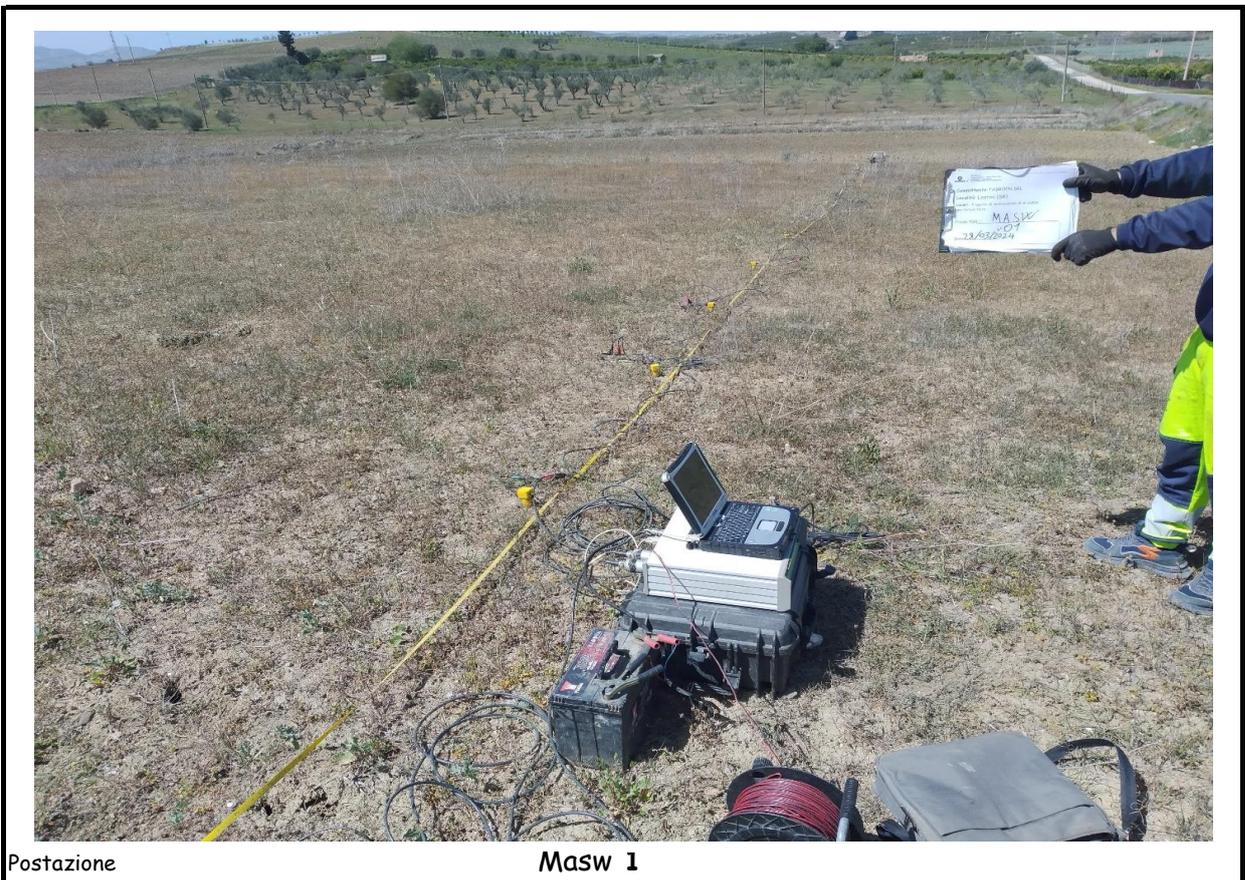


Prova MASW



Stesa

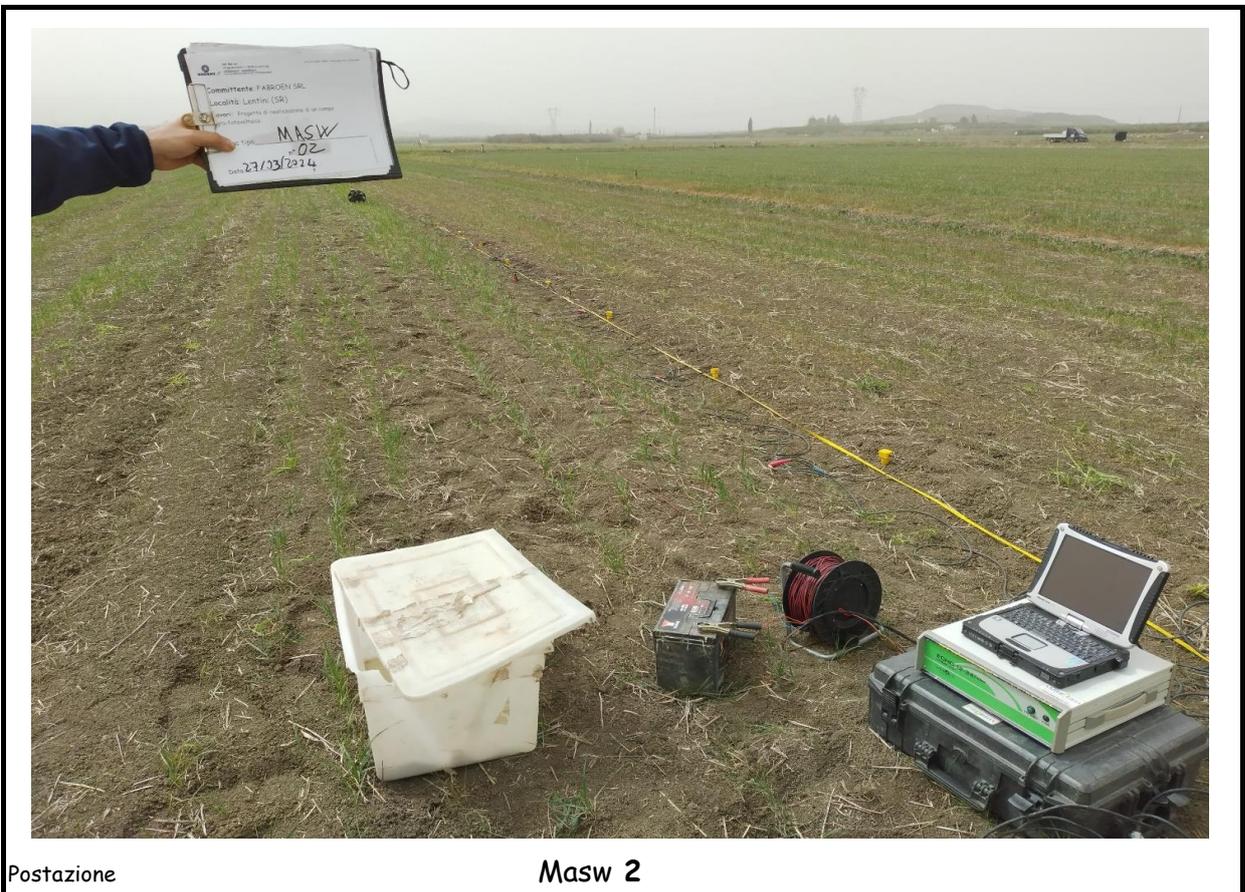
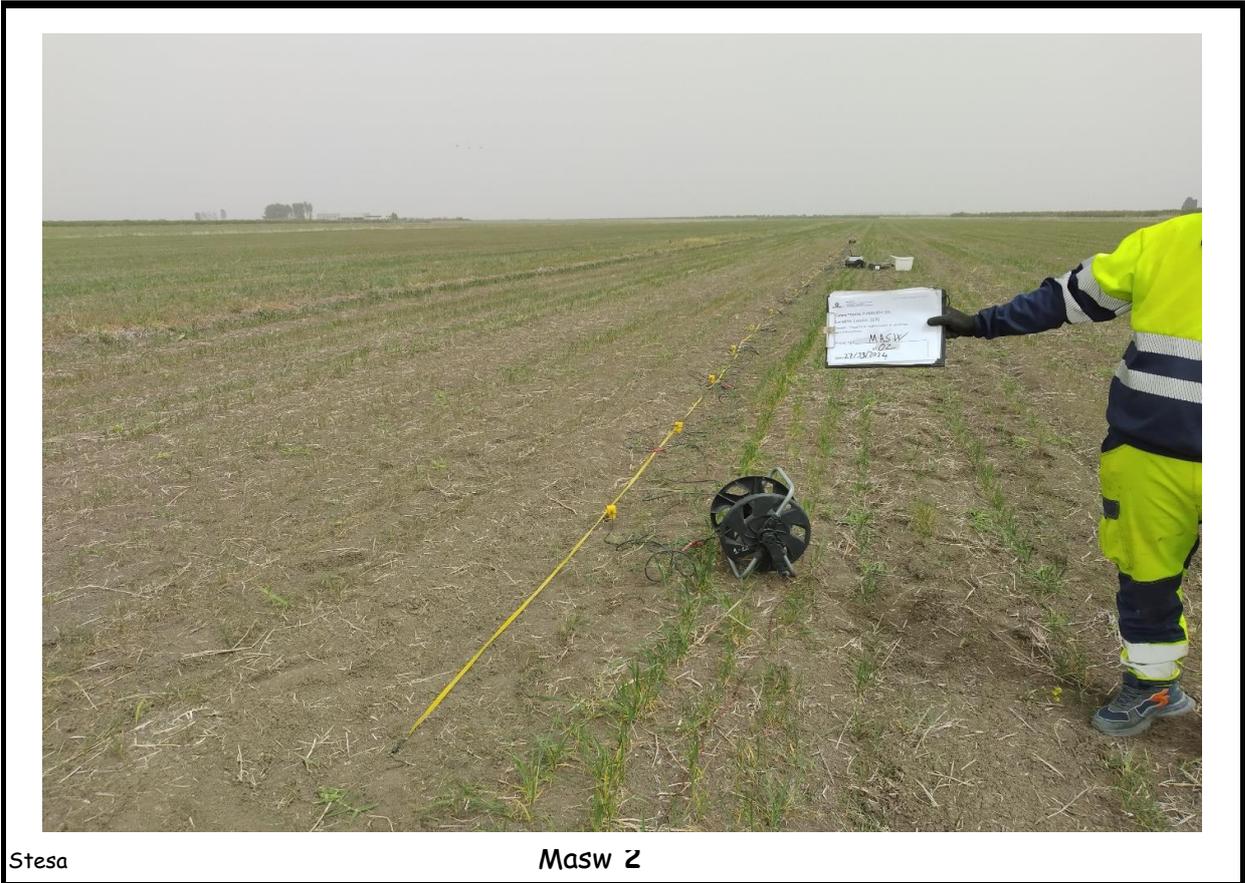
Masw 1



Postazione

Masw 1

Prova MASW





Rapporto di prova n°: **2159804-001** del: **03/05/2024**

Descrizione: **Suolo "SC01" Profondità 0,0-1,0 m - Progetto di realizzazione di un Campo AGRO-FOTOVOLTAICO nel territorio del Comune di Lentini (SR) - prelievo effettuato a cura dei tecnici della GEO GAV S.R.L. il 27/03/2024, azienda richiedente**

**Spettabile:
FABROEN S.R.L.
VIA BRUNETTO LATINI 11 - 90141
90131 PALERMO (PA)**

Accettazione: **2159804**

Punto di Campionamento: \\\

Luogo di Campionamento: \\\

Data di Campionamento: **27-mar-24**

Data Arrivo Camp.: **05-apr-24**

Data Inizio Prova: **05-apr-24** Data Fine Prova: **20-apr-24**

Mod.Campionam.: **A cura del richiedente**

Tecnico Campionatore.: \\\

Presenza Allegati: **NO**

Riferim. dei limiti: **DPR 13/06/2017 n° 120 con riferimento al D.lgs n°152 del 03/04/2006 GU n°88 del 14/04/06 All.5 titolo V Parte IV Tab.1/A e Tab.1/B e ss.mm.ii.**

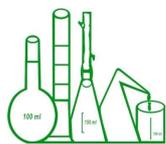
Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	(I)	(II)
PARAMETRI CHIMICI							
METALLI							
Arsenico	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	8,2	mg/kg	1,6		20	50
Cadmio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	0,290	mg/kg	0,080		2	15
Cobalto	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	19,0	mg/kg	3,0		20	250
Nichel	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	56,0	mg/kg	9,0		120	500
Piombo	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	< 1	mg/kg			100	1000
Rame	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	33,0	mg/kg	5,0		120	600
Zinco	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	90	mg/kg	24		150	1500
Mercurio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	< 0,1	mg/kg			1	5
Cromo Totale	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	81	mg/kg	15		150	800
Cromo esavalente (VI)	EPA 3060 A 1996 + EPA 7199:1996	0,81	mg/kg	0,10		2	15
IDROCARBURI							

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.

(I): Limiti Tab. 1/A

(II): Limiti Tab. 1/B



Segue Rapporto di
prova n°:

2159804-001

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	(I)	(II)
Idrocarburi pesanti C >12 (C12-C40)	UNI EN ISO 16703:2011	< 1	mg/kg			50	750
AMIANTO							
Amianto SEM (Analisi Qualitativa)	MPI-261-2022 Rev.0	Assente	Pres. - Ass./1kg				
Amianto SEM (Analisi Quantitativa)	MPI-261-2022 Rev.0	< 100	mg/kg			1000	1000

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.

(I): Limiti Tab. 1/A

(II): Limiti Tab. 1/B



Segue Rapporto di
prova n°:

2159804-001

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	(I)	(II)
-------	--------	-----------	-----	------------	--------------	-----	------

Sedi:

Sede Principale (A): Via Pio La Torre n° 13 Area P.I.P. - 92013 Menfi (AG)

Sede Secondaria (B): C.da Piana del Signore - Strada provinciale n° 82 - 93012 Gela (CL)

La lettera (B) riportata accanto al singolo parametro indica che la prova è stata eseguita presso la Sede Secondaria. In caso contrario le attività di prova sono eseguite presso la Sede Principale

Abbreviazioni:

- “L.B.” = Criterio Lower Bound per l’espressione delle sommatorie
- “U.B.” = Criterio Upper Bound per l’espressione delle sommatorie
- “M.B.” = Criterio Medium Bound per l’espressione delle sommatorie
- “MDL” = Limite di Rilevabilità del metodo di prova
- “RL” = Reporting Limit Limite di Quantificazione del metodo di prova
- “U.M.” = Unità di Misura
- “N.P.” = Non percettibile
- “R” = Valore del recupero percentuale, nel caso di analisi di residui/tracce
- “ss” = sostanza secca
- “TQ” = tal quale
- “N.A.” = “Non applicabile per effetto della matrice”
- “N.D.” = “Non determinabile per l’assenza delle condizioni necessarie per l’esecuzione della prova”
- “Mod. Campionamento” = “Modalità di Campionamento”
- “TC” = “Analita determinato sull’eluato da Test di Cessione”

Regole decisionali e dichiarazioni di conformità:

All’atto della stipula del contratto o della sottoscrizione dell’offerta, viene definita con il cliente la regola decisionale da applicare per la presentazione dei risultati e il relativo rispetto ai requisiti di Norma e/o Specifica.
Se non diversamente indicato la dichiarazione di conformità/non conformità si riferisce ai parametri richiesti, analizzati ed indicati sul Rapporto di Prova. Qualora sia presente un riferimento Norma e/o specifica del cliente i valori riportati in grassetto indicano un risultato superiore/inferiore ai valori di riferimento di tale norma e/o specifica.
La valutazione di conformità del risultato confrontato con il limite di legge e/o specifica è da intendersi come risultato dell’analisi a cui sia stato sottratto, sommato o non considerato il valore dell’incertezza estesa secondo le regole decisionali adottate. Tale risultato è arrotondato al numero di cifre decimali con cui è definito il limite di legge a prescindere dai valori arrotondati dei risultati riportati nel Rapporto di Prova.
Nel caso di matrice Rifiuti ai fini dell’ammissibilità in impianto di smaltimento/recupero, la valutazione di conformità non terrà conto dell’arrotondamento al numero di cifre decimali previste dal limite di legge.

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' / NON CONFORMITA' ai requisiti di Norma e/o Specifica:

Il campione oggetto di Prova rientra entro i limiti di Norma e/o specifica per i parametri richiesti, analizzati ed indicati sul presente Rapporto di Prova non considerando l’incertezza di misura.
["Risultato" < "Valore Limite"].

Campionamento Effettuato dal cliente/Richiedente:

Nel caso di campionamento non eseguito dal laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto.
Il Laboratorio declina ogni responsabilità nel caso di campionamento eseguito a cura del cliente/richiedente.
Il cliente rimane l’unico soggetto responsabile della rappresentatività del campione pervenuto/consegnato al laboratorio rispetto allo specifico lotto/partita da analizzare.
Le informazioni fornite dal cliente (Descrizione del campione, Data e Luogo di campionamento, Lotto, etc) vengono riportate nella sezione del Rapporto di Prova dedicata all’inserimento delle informazioni identificative del campione.
Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il cliente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento (aliquota campione, temperatura, etc.) rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio (accettazione con riserva).

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.

(I): Limiti Tab. 1/A

(II): Limiti Tab. 1/B



Segue Rapporto di
prova n°:

2159804-001

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	(I)	(II)
-------	--------	-----------	-----	------------	--------------	-----	------

Il Laboratorio declina la propria responsabilità riguardo i risultati ottenuti dal calcolo effettuato utilizzando i dati forniti dal cliente (Volumi, Aliquote, Flussi, Temperatura, Durata del prelievo, etc).

Le informazioni acquisite vengono esplicitate tramite una nota associati all'analita/gruppo di analiti, esplicitando che il risultato è stato ottenuto mediante calcolo effettuato sulla base della misura dichiarata dal committente/richiedente

Informazioni Tecniche

Nel caso in cui il risultato della prova risulti non valutabile, per valore inferiore a MDL, il Laboratorio indica nel campo del risultato del rapporto di prova "<MDL".

In caso di determinazione di residui/tracce, il recupero è compreso nel range di accettabilità dei metodi di prova e non è utilizzato nei calcoli, se non diversamente specificato.

Per le prove chimiche e microbiologiche, l'incertezza di misura è espressa come estesa e con la stessa unità di misura del risultato analitico, ed è calcolata utilizzando un fattore di copertura K=2 ed una probabilità di misura del 95%.

Per le prove microbiologiche su acque l'incertezza è espressa come livelli di confidenza.

Per le prove microbiologiche su acque destinate al consumo umano l'incertezza di misura è calcolata nel rispetto dell'Annex F della norma ISO 29201:2012.

Per le prove microbiologiche su matrici solide, il Laboratorio per il calcolo dell'incertezza di misura tiene conto solo dello scarto di riproducibilità SR del laboratorio in conformità alla norma ISO 19036:2019.

Per le analisi microbiologiche su campioni di acque in conformità alla norma ISO 8199:2018 valgono le seguenti regole:

- Se il risultato è pari a 0 ufc (unità formanti colonie) si intende numero di microorganismi inferiori ad 1 nel volume analizzato.
- Se il risultato è ≤ 2 ufc (unità formanti colonie) si intende numero di microorganismi presenti nel volume analizzato.
- Se il risultato è compreso tra 3 ufc e 9 ufc (unità formanti colonie) si intende numero di microorganismi stimati.

Per le prove olfattometriche, l'intervallo di incertezza di misura, calcolato al livello di fiducia $p=95\%$ e con fattore di copertura $k=2$, non è simmetrico intorno al valore centrale perché la concentrazione di odore ha una distribuzione log-normale.

Per la determinazione delle fibre aerodisperse si definiscono i limiti fiduciali, superiore (LFS) e inferiore (LFI) ad un livello di confidenza del 95%.

I risultati analitici sono espressi in conformità a quanto previsto dalla normativa di riferimento se non diversamente richiesto da cliente/richiedente.

Se non diversamente indicato, le sommatorie sono calcolate mediante il criterio del Lower Bound (L.B.)

Le informazioni relative all'incertezza di campionamento sono disponibili presso il laboratorio.

Il presente rapporto di prova riguarda il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte della C.A.D.A. s.n.c.

Le firme in calce al rapporto di prova indicano la fine del rapporto di prova stesso.

Note per prove D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. Tab. 1A/1B

Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene".

Per "Sommatoria di Solventi Organici Aromatici" si intende la "Somma di Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xilene".

Per "Sommatoria Ammine Aromatiche" si intende la "Somma di Anilina, o-Anisidina, m-p-Anisidina, Difetilammina, p-Toluidina".

Per "1,2-Dicloroetilene" si intende la "Somma di cis-1,2-Dicloroetilene e trans-1,2-Dicloroetilene".

Per "Cloronitrobenzeni" si intende la "Somma di 1-Cloro-2-Nitrobenzene, 1-Cloro-3-Nitrobenzene e 1-Cloro-4-Nitrobenzene".

Per Clordano si intende la "Somma di alfa-Clordano e gamma-Clordano".

Per "DDD, DDT, DDE" si intende la "Somma di 2, 4'-DDD, 2, 4'-DDE, 2, 4'-DDT, 4, 4'-DDD, 4, 4'-DDE e 4,4'-DDT".

Per "Composti Organostannici" si intende la "Somma di monobutil-stagno, dibutil-stagno, tributil-stagno, monoottil-stagno, tetrabutil-stagno, dioctil-stagno, trifenil-stagno, tricicloesil-stagno".

Per "Xilene" si intende la "Somma di m-p Xilene e o-Xilene".

I risultati analitici sono espressi su "ss".

Responsabile Tecnico Laboratorio

Dott. Giuseppe Rocca

Chimico
Ordine Interprovinciale dei Chimici della Sicilia
Sigillo N.294

Direttore del Laboratorio

Dott.ssa Margherita Augello

Ordine Nazionale dei Biologi
Albo professionale N.036132

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.

(I): Limiti Tab. 1/A

(II): Limiti Tab. 1/B



Rapporto di prova n°: **2159804-002** del: **03/05/2024**

Descrizione: **Suolo "SC02" Profondità 0,0-1,0 m - Progetto di realizzazione di un Campo AGRO-FOTOVOLTAICO nel territorio del Comune di Lentini (SR) - prelievo effettuato a cura dei tecnici della GEO GAV S.R.L. il 28/03/2024, azienda richiedente**

**Spettabile:
FABROEN S.R.L.
VIA BRUNETTO LATINI 11 - 90141
90131 PALERMO (PA)**

Accettazione: **2159804**
Punto di Campionamento: ****
Luogo di Campionamento: ****
Data di Campionamento: **28-mar-24**
Data Arrivo Camp.: **05-apr-24**
Data Inizio Prova: **05-apr-24** Data Fine Prova: **20-apr-24**
Mod.Campionam.: **A cura del richiedente**
Tecnico Campionatore.: ****
Presenza Allegati: **NO**
Riferim. dei limiti: **DPR 13/06/2017 n° 120 con riferimento al D.lgs n°152 del 03/04/2006 GU n°88 del 14/04/06 All.5 titolo V Parte IV Tab.1/A e Tab.1/B e ss.mm.ii.**

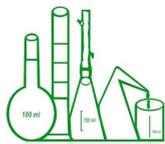
Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	(I)	(II)
PARAMETRI CHIMICI							
METALLI							
Arsenico	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	13,0	mg/kg	2,0		20	50
Cadmio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	0,250	mg/kg	0,070		2	15
Cobalto	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	11,0	mg/kg	2,0		20	250
Nichel	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	30,0	mg/kg	5,0		120	500
Piombo	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	< 1	mg/kg			100	1000
Rame	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	19,0	mg/kg	3,0		120	600
Zinco	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	62	mg/kg	16		150	1500
Mercurio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	< 0,1	mg/kg			1	5
Cromo Totale	UNI EN 13657:2004 + UNI EN 16170:2016	59	mg/kg	11		150	800
Cromo esavalente (VI)	EPA 3060 A 1996 + EPA 7199:1996	0,485	mg/kg	0,073		2	15
IDROCARBURI							

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.

(I): Limiti Tab. 1/A

(II): Limiti Tab. 1/B



Segue Rapporto di
prova n°:

2159804-002

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	(I)	(II)
Idrocarburi pesanti C >12 (C12-C40)	UNI EN ISO 16703:2011	< 1	mg/kg			50	750
AMIANTO							
Amianto SEM (Analisi Qualitativa)	MPI-261-2022 Rev.0	Assente	Pres. - Ass./1kg				
Amianto SEM (Analisi Quantitativa)	MPI-261-2022 Rev.0	< 100	mg/kg			1000	1000

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.

(I): Limiti Tab. 1/A

(II): Limiti Tab. 1/B



Segue Rapporto di prova n°:

2159804-002

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	(I)	(II)
-------	--------	-----------	-----	------------	--------------	-----	------

Sedi:

Sede Principale (A): Via Pio La Torre n° 13 Area P.I.P. - 92013 Menfi (AG)

Sede Secondaria (B): C.da Piana del Signore - Strada provinciale n° 82 - 93012 Gela (CL)

La lettera (B) riportata accanto al singolo parametro indica che la prova è stata eseguita presso la Sede Secondaria. In caso contrario le attività di prova sono eseguite presso la Sede Principale

Abbreviazioni:

- “L.B.” = Criterio Lower Bound per l’espressione delle sommatorie
- “U.B.” = Criterio Upper Bound per l’espressione delle sommatorie
- “M.B.” = Criterio Medium Bound per l’espressione delle sommatorie
- “MDL” = Limite di Rilevabilità del metodo di prova
- “RL” = Reporting Limit Limite di Quantificazione del metodo di prova
- “U.M.” = Unità di Misura
- “N.P.” = Non percettibile
- “R” = Valore del recupero percentuale, nel caso di analisi di residui/tracce
- “ss” = sostanza secca
- “TQ” = tal quale
- “N.A.” = “Non applicabile per effetto della matrice”
- “N.D.” = “Non determinabile per l’assenza delle condizioni necessarie per l’esecuzione della prova”
- “Mod. Campionamento” = “Modalità di Campionamento”
- “TC” = “Analita determinato sull’eluato da Test di Cessione”

Regole decisionali e dichiarazioni di conformità:

All’atto della stipula del contratto o della sottoscrizione dell’offerta, viene definita con il cliente la regola decisionale da applicare per la presentazione dei risultati e il relativo rispetto ai requisiti di Norma e/o Specifica.
 Se non diversamente indicato la dichiarazione di conformità/non conformità si riferisce ai parametri richiesti, analizzati ed indicati sul Rapporto di Prova. Qualora sia presente un riferimento Norma e/o specifica del cliente i valori riportati in grassetto indicano un risultato superiore/inferiore ai valori di riferimento di tale norma e/o specifica.
 La valutazione di conformità del risultato confrontato con il limite di legge e/o specifica è da intendersi come risultato dell’analisi a cui sia stato sottratto, sommato o non considerato il valore dell’incertezza estesa secondo le regole decisionali adottate. Tale risultato è arrotondato al numero di cifre decimali con cui è definito il limite di legge a prescindere dai valori arrotondati dei risultati riportati nel Rapporto di Prova.
 Nel caso di matrice Rifiuti ai fini dell’ammissibilità in impianto di smaltimento/recupero, la valutazione di conformità non terrà conto dell’arrotondamento al numero di cifre decimali previste dal limite di legge.

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' / NON CONFORMITA' ai requisiti di Norma e/o Specifica:

Il campione oggetto di Prova rientra entro i limiti di Norma e/o specifica per i parametri richiesti, analizzati ed indicati sul presente Rapporto di Prova non considerando l’incertezza di misura.
 ["Risultato" < "Valore Limite"].

Campionamento Effettuato dal cliente/Richiedente:

Nel caso di campionamento non eseguito dal laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto.
 Il Laboratorio declina ogni responsabilità nel caso di campionamento eseguito a cura del cliente/richiedente.
 Il cliente rimane l’unico soggetto responsabile della rappresentatività del campione pervenuto/consegnato al laboratorio rispetto allo specifico lotto/partita da analizzare.
 Le informazioni fornite dal cliente (Descrizione del campione, Data e Luogo di campionamento, Lotto, etc) vengono riportate nella sezione del Rapporto di Prova dedicata all’inserimento delle informazioni identificative del campione.
 Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il cliente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento (aliquota campione, temperatura, etc.) rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio (accettazione con riserva).

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.

(I): Limiti Tab. 1/A

(II): Limiti Tab. 1/B



Segue Rapporto di
prova n°:

2159804-002

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	(I)	(II)
-------	--------	-----------	-----	------------	--------------	-----	------

Il Laboratorio declina la propria responsabilità riguardo i risultati ottenuti dal calcolo effettuato utilizzando i dati forniti dal cliente (Volumi, Aliquote, Flussi, Temperatura, Durata del prelievo, etc).

Le informazioni acquisite vengono esplicitate tramite una nota associati all'analita/gruppo di analiti, esplicitando che il risultato è stato ottenuto mediante calcolo effettuato sulla base della misura dichiarata dal committente/richiedente

Informazioni Tecniche

Nel caso in cui il risultato della prova risulti non valutabile, per valore inferiore a MDL, il Laboratorio indica nel campo del risultato del rapporto di prova "<MDL".

In caso di determinazione di residui/tracce, il recupero è compreso nel range di accettabilità dei metodi di prova e non è utilizzato nei calcoli, se non diversamente specificato.

Per le prove chimiche e microbiologiche, l'incertezza di misura è espressa come estesa e con la stessa unità di misura del risultato analitico, ed è calcolata utilizzando un fattore di copertura K=2 ed una probabilità di misura del 95%.

Per le prove microbiologiche su acque l'incertezza è espressa come livelli di confidenza.

Per le prove microbiologiche su acque destinate al consumo umano l'incertezza di misura è calcolata nel rispetto dell'Annex F della norma ISO 29201:2012.

Per le prove microbiologiche su matrici solide, il Laboratorio per il calcolo dell'incertezza di misura tiene conto solo dello scarto di riproducibilità SR del laboratorio in conformità alla norma ISO 19036:2019.

Per le analisi microbiologiche su campioni di acque in conformità alla norma ISO 8199:2018 valgono le seguenti regole:

- Se il risultato è pari a 0 ufc (unità formanti colonie) si intende numero di microorganismi inferiori ad 1 nel volume analizzato.
- Se il risultato è ≤ 2 ufc (unità formanti colonie) si intende numero di microorganismi presenti nel volume analizzato.
- Se il risultato è compreso tra 3 ufc e 9 ufc (unità formanti colonie) si intende numero di microorganismi stimati.

Per le prove olfattometriche, l'intervallo di incertezza di misura, calcolato al livello di fiducia $p=95\%$ e con fattore di copertura $k=2$, non è simmetrico intorno al valore centrale perché la concentrazione di odore ha una distribuzione log-normale.

Per la determinazione delle fibre aerodisperse si definiscono i limiti fiduciali, superiore (LFS) e inferiore (LFI) ad un livello di confidenza del 95%.

I risultati analitici sono espressi in conformità a quanto previsto dalla normativa di riferimento se non diversamente richiesto da cliente/richiedente.

Se non diversamente indicato, le sommatorie sono calcolate mediante il criterio del Lower Bound (L.B.)

Le informazioni relative all'incertezza di campionamento sono disponibili presso il laboratorio.

Il presente rapporto di prova riguarda il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte della C.A.D.A. s.n.c.

Le firme in calce al rapporto di prova indicano la fine del rapporto di prova stesso.

Note per prove D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. Tab. 1A/1B

Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene".

Per "Sommatoria di Solventi Organici Aromatici" si intende la "Somma di Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xilene".

Per "Sommatoria Ammine Aromatiche" si intende la "Somma di Anilina, o-Anisidina, m-p-Anisidina, Difetilammina, p-Toluidina".

Per "1,2-Dicloroetilene" si intende la "Somma di cis-1,2-Dicloroetilene e trans-1,2-Dicloroetilene".

Per "Cloronitrobenzeni" si intende la "Somma di 1-Cloro-2-Nitrobenzene, 1-Cloro-3-Nitrobenzene e 1-Cloro-4-Nitrobenzene".

Per Clordano si intende la "Somma di alfa-Clordano e gamma-Clordano".

Per "DDD, DDT, DDE" si intende la "Somma di 2, 4'-DDD, 2, 4'-DDE, 2, 4'-DDT, 4, 4'-DDD, 4, 4'-DDE e 4,4'-DDT".

Per "Composti Organostannici" si intende la "Somma di monobutil-stagno, dibutil-stagno, tributil-stagno, monoctil-stagno, tetrabutyl-stagno, dioctil-stagno, trifetil-stagno, tricicloesil-stagno".

Per "Xilene" si intende la "Somma di m-p Xilene e o-Xilene".

I risultati analitici sono espressi su "ss".

Responsabile Tecnico Laboratorio

Dott. Giuseppe Rocca

Chimico
Ordine Interprovinciale dei Chimici della Sicilia
Sigillo N.294

Direttore del Laboratorio

Dott.ssa Margherita Augello

Ordine Nazionale dei Biologi
Albo professionale N.036132

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.

(I): Limiti Tab. 1/A

(II): Limiti Tab. 1/B

Prelievo terreno

