



REGIONE PUGLIA
COMUNE DI CERIGNOLA (FG) E
COMUNE DI SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT)

PROGETTO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN PARCO EOLICO DENOMINATO "SAN CASSANIELLO"
NEI COMUNI DI CERIGNOLA (FG) E SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT)

TITOLO

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	VISTI
 <p>Via Degli Arredatori, 8 70026 Modugno (BA) - Italy www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net tel (+39) 0805046361</p> <p>Azienda con Sistema di Gestione Certificato UNI EN ISO 9001:2015 UNI EN ISO 14001:2015 UNI ISO 45001:2018</p> <p>Tecnico: Dott.ssa Geol. Alessandra Prisciandaro</p> <p>Responsabile Commessa ing. Danilo POMPONIO</p>	<p>INERGIA S.p.a.</p> <p>Sede Operativa: Via Cola D'Amatrice n.1 63100 ASCOLI PICENO Tel.: 0736/342490 Fax: 0736/341243</p> <p>Sede legale: Via Tirso n. 26 00198 ROMA Tel.: 06/97746380 Fax: 06/97746381</p> <p>www.inergia.it e-mail: info@inergia.it PEC: direzione.inergia@legalmail.it</p>  <p>CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM CQY CERTIQUALITY UNI EN ISO 9001:2015 UNI EN ISO 14001:2015 UNI ISO 45001:2018</p>	

DATI PROGETTAZIONE

Cod. Progetto 23087	Commessa 23087	

Scala -	Formato Stampa A4	Cod. Elaborato EO-SFE-PD-GEO-01	Rev. a	Nome File EO-SFE-PD-GEO-01 - RELAZIONE GEOLOGICA CON MASW.doc	Elaborato 1	Foglio 1 di 36
------------	----------------------	------------------------------------	-----------	---	----------------	-------------------

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
a	21/01/2024	Prima Emissione	A.Prisciandaro	A.Corradetti	R.Cairolì

PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Geologica	EO-SFE-PD-GEO-01
-----------------------------------	---------------------	------------------

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. DESCRIZIONE DELL' INTERVENTO	2
Aerogeneratori	3
3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOGRAFICO DELL'AREA.....	4
Geologia di dettaglio del sito.....	6
Geologia strutturale e tettonica dell'area	7
5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO AREA.....	8
6. ASSETTO IDRAULICO-IDROGEOLOGICO DELL'AREA.....	9
7. CAMPAGNA GEOGNOSTICA ATTUALE.....	10
Prospezione sismica MASW eseguita	11
8. CAMPAGNA GEOGNOSTICA PROPEDEUTICA ALLA SUCCESSIVA FASE ESECUTIVA	15
9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA.....	16
Normativa vigente	16
Accelerazione orizzontale massima attesa (a_g).....	16
Sismicità storica dei comuni di Cerignola e San Ferdinando	20
Categoria sismica suolo di fondazione	23
Coefficiente di amplificazione topografica	24
Definizione dell'azione sismica	24
10. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	28
11. MODELLO GEOTECNICO SUOLO DI PROGETTO.....	30
12. CAVIDOTTO DI PROGETTO.....	31
13. GIUDIZIO FINALE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA.....	32

ALLEGATO A - INDAGINE SISMICA ESEGUITA

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



INERGIA Spa
Sede Legale ROMA
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100
Tel.0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it
info@inergia.it
direzione.inergia@legalmail.it

1.PREMESSA

La presente relazione tecnica ha il fine di verificare la compatibilità del progetto per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **Inergia S.p.a.**

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 12 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 7,2 MW per una potenza complessiva di 86,40 MW, da realizzarsi nelle Provincie di Foggia e di Barletta-Andria-Trani, nei territori comunali di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT), in cui insistono gli aerogeneratori e le opere di connessione alla RTN.

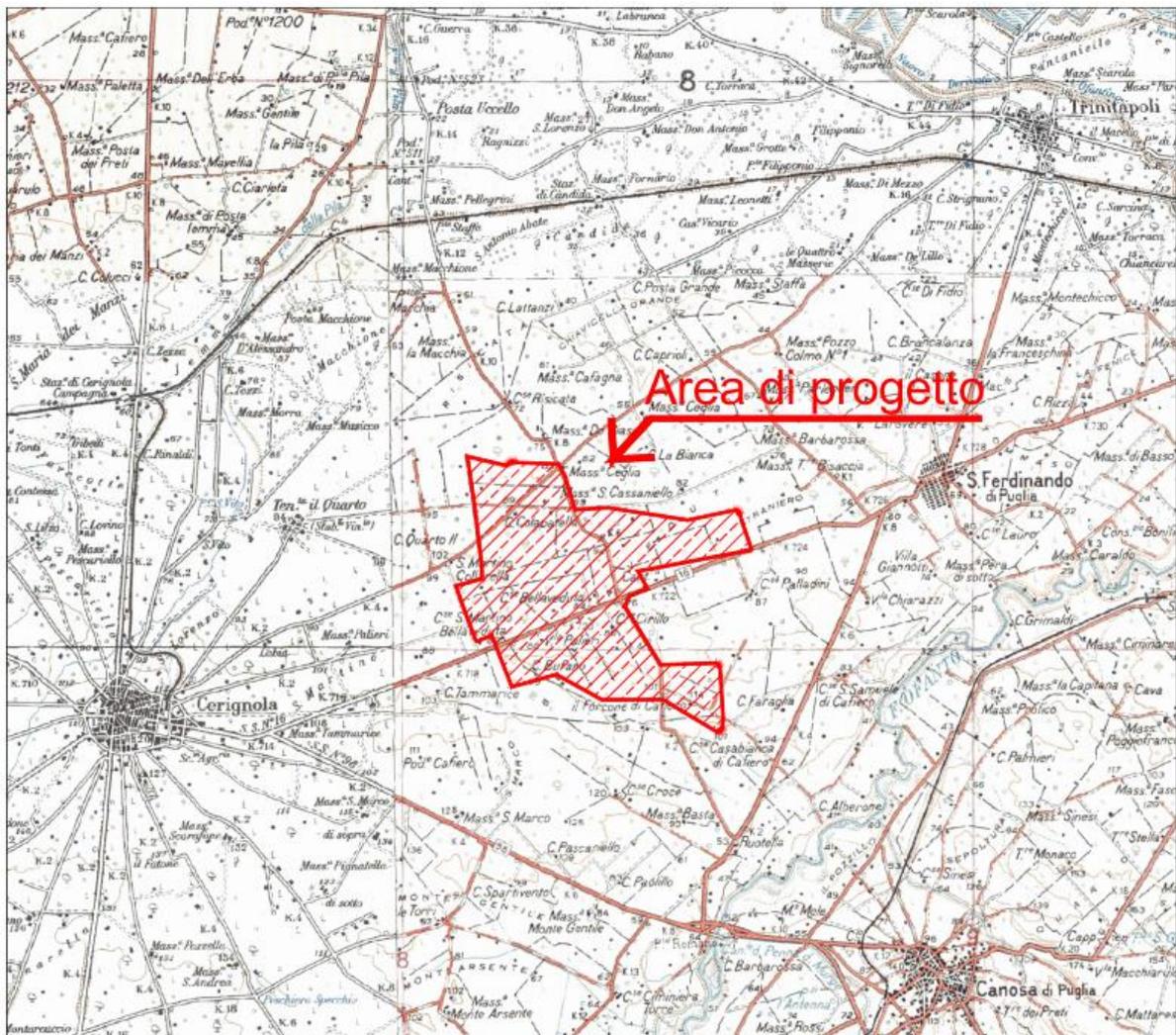


Figura 1- Inquadramento geografico

Il progetto si pone come obiettivo la realizzazione di un parco eolico per la produzione di energia elettrica da immettere nella rete di trasmissione nazionale (RTN) in alta tensione. In questo scenario il parco eolico consentirà di raggiungere obiettivi più complessi fra i quali si annoverano:

- la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, priva di alcuna emissione diretta o derivata nell'ambiente;
- la valorizzazione di un'area marginale rispetto alle altre fonti di sviluppo regionale con destinazione prevalente a

PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Geologica	EO-SFE-PD-GEO-01
-----------------------------------	---------------------	------------------

scopo agricolo e con bassa densità antropica;

- la diffusione di know-how in materia di produzione di energia elettrica da fonte eolica, a valenza fortemente sinergica per aree con problemi occupazionali e di sviluppo.

•

2.DESCRIZIONE DELL' INTERVENTO

L'impianto oggetto di studio si basa sul principio secondo il quale l'energia del vento viene captata dalle macchine eoliche che la trasformano in energia meccanica e quindi in energia elettrica per mezzo di un generatore: nel caso specifico il sistema di conversione viene denominato aerogeneratore.

La bassa densità energetica prodotta dal singolo aerogeneratore per unità di superficie comporta la necessità di progettare l'installazione di più aerogeneratori nella stessa area.

L'impianto sarà costituito dai seguenti sistemi:

- di produzione, trasformazione e trasmissione dell'energia elettrica;
- di misura, controllo e monitoraggio della centrale;
- di sicurezza e controllo.

L'impianto di produzione sarà costituito da 12 aerogeneratori, ognuno della potenza di 7,2 MW ciascuno per una potenza complessiva nominale di 86,40 MW.

Gli aerogeneratori saranno ubicati in località San Cassaniello, nell'area ad ovest e sud-ovest dell'abitato di San Ferdinando ed a nord-est dell'abitato di Cerignola, ad una distanza dai centri abitati rispettivamente di circa 2 km e 4 km, secondo una distribuzione che ha tenuto conto dei seguenti fattori:

- condizioni geomorfologiche del sito
- direzione principale del vento
- vincoli ambientali e paesaggistici
- distanze di sicurezza da infrastrutture e fabbricati
- pianificazione territoriale ed urbanistica in vigore

il tutto come meglio illustrato nello studio di impatto ambientale e relativi allegati.

I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessa una superficie di circa 1.000 ettari, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore, e non supera i 50 ettari, essendo limitata alle aree delle piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, alle opere di rete (cavidotti e sottostazione) e alla viabilità di servizio all'impianto, come constatabile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto.

L'area di progetto, intesa sia come quella occupata dai 7 dei 12 aerogeneratori di progetto, (WTG C01 - C02 - C03 - C04 - C05 - C06 - C07), con annesse piazzole e relativi cavidotti di interconnessione interna, interessa il territorio comunale di Cerignola, ed è censita al NCT del Comune di Cerignola ai fogli di mappa nn. 148, 150, 151, 152, 208, 209, 210, 213, 211, 230, 231, 232, 233, 247, 248 e 259, mentre l'area di progetto dei restanti 5 aerogeneratori di progetto (WTG S01 - S02 - S03 - S04 - S05) con annesse piazzole e cavidotti di interconnessione interna, interessa il territorio comunale di San Ferdinando di Puglia, ed è censita al NCT del Comune di San Ferdinando di Puglia ai fogli di mappa nn. 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 33, 34 e 35, infine parte del cavidotto esterno e le sottostazioni ricadono nel territorio del comune di Cerignola e sono censiti al NCT ai fogli di mappa nn. 58, 59, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 91, 93, 122, 123, 124, 126, 128, 129, 130, 131, 149, 150 e 151.



PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Geologica	EO-SFE-PD-GEO-01
-----------------------------------	---------------------	------------------

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa, in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate (UTM fuso 33) e le particelle catastali, con riferimento al catasto dei terreni dei Comuni di Cerignola e San Ferdinando di Puglia.

Tabella dati geografici e catastali degli Aerogeneratori:

WTG	COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	NORD (Y)	EST (X)	Comune	foglio	p.lla
WTG C01	4573026	581864	CERIGNOLA	150	9
WTG C02	4572308	581344	CERIGNOLA	151	81-93-94
WTG C03	4571137	582248	CERIGNOLA	213	63
WTG C04	4570431	581174	CERIGNOLA	209	8
WTG C05	4569424	582470	CERIGNOLA	232	33
WTG C06	4571261	581397	CERIGNOLA	209	20-21-22
WTG C07	4568436	585445	CERIGNOLA	248	17
WTG S01	4572165	583494	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	21	22-68
WTG S02	4571964	584940	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	26	4-31-164
WTG S03	4572165	585757	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	27	290
WTG S04	4571221	583976	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	25	95-277- 279
WTG S05	4569475	585404	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	34	63

Aerogeneratori

Gli aerogeneratori saranno ad asse orizzontale, costituiti da un sistema tripala, con generatore di tipo asincrono. Il tipo di aerogeneratore da utilizzare verrà scelto in fase di progettazione esecutiva dell'impianto; le dimensioni previste per l'aerogeneratore tipo sarà del modello Vestas V172 e che potrebbe essere sostituito da uno ad esso analogo:

- diametro del rotore pari 172 m,
- altezza mozzo pari a 114 m,
- altezza massima al tip (punta della pala) pari a 200 m.



PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Geologica	EO-SFE-PD-GEO-01
-----------------------------------	---------------------	------------------

3.DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione della presente relazione geologica, oltre alla normativa vigente in materia, è stato necessario consultare la seguente documentazione cartografica:

- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 175 – "Cerignola";
- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 176 – "Barletta";
- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 422 – "Cerignola";
- Cartografia di base e tematica disponibile sul Geoportale Nazionale (<https://qn.mase.gov.it/portale/home>) tramite il "Nuovo Visualizzatore Cartografico v.03-1" - <http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>;
- PAI dell'Autorità di Bacino – Distretto dell'Appennino Meridionale tramite il visualizzatore "ArcGIS World Geocoding Service" dell'ISPRA - <https://sgi2.isprambiente.it/viewersgi2/>;
- Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia - <https://webapps.sit.puglia.it/freewebapps/consultapubbpta2019/>;
- Mappe Catastali - <https://webapps.sit.puglia.it/freewebapps/consultapubbpta2019/>.

Relativamente alla documentazione specialistica pre-esistente di un'area prossima a quella di studio, sono state consultate le seguenti relazioni:

- Anno 2011: Relazione Geologica. Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di San Ferdinando di Puglia, Località "Palladini";
- Anno 2011: Relazione Geologica. Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Cerignola, Località "Colapatella".

4.INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOGRAFICO DELL'AREA

L'area di interesse per l'ubicazione degli aerogeneratori che in riferimento al cavidotto, è collocata nella parte della Puglia denominata "Tavoliere delle Puglie"; questo prende il nome dalla sua conformazione morfologica costituita, appunto, da una vasta area pianeggiante che si estende tra il promontorio del Gargano a nord, l'altopiano delle Murge a sud-est e l'Appennino dei Monti Dauni a sud-ovest.

Dal punto di vista geologico, si colloca parte settentrionale della Fossa Bradanica, che si estende, per circa 200 km in direzione NO-SE, dal Fiume Fortore fino al Golfo di Taranto.

È un ambiente di avanfossa, ossia un bacino di sedimentazione legato al sollevamento del fronte di catena da un lato ed all'avampaese, ancora non coinvolto nel processo di orogenesi, dall'altro e, in particolare, Fossa Bradanica è stata soggetta ad una rapida sedimentazione clastica sottomarina, con depositi provenienti, per la maggior parte, dalle aree di catena in fase di sollevamento. Tale sedimentazione è avvenuta principalmente nel periodo plio-pleistocenico e è stata costituita principalmente da **Argille marnose e siltose** caratteristiche della formazione delle *Argille subappennine* che passano, procedendo verso l'alto, a **sabbie** appartenenti alla formazione delle *Sabbie di Monte Marano*, ed ai **conglomerati poligenici** della formazione del *Conglomerato d'Irsinia*. Al tetto di questi si trovano i depositi marini terrazzati, più recenti, che chiudono l'intero ciclo di sedimentazione.

Uno schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni affioranti è riportato di seguito:

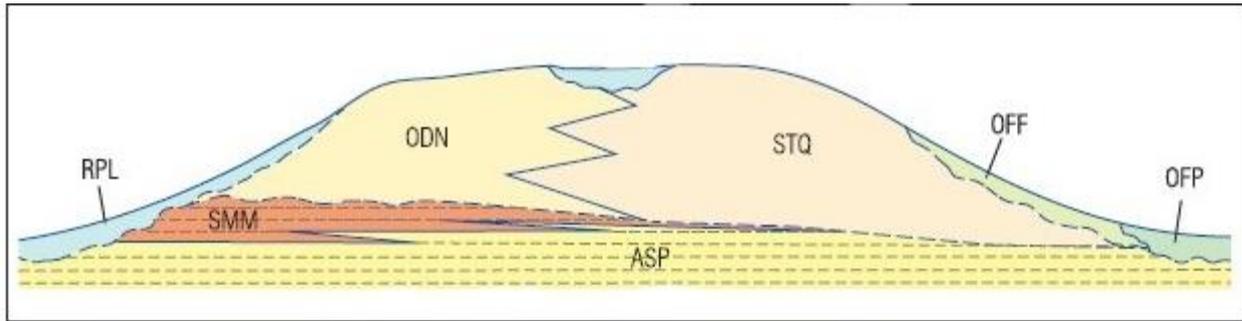


Fig. 3 – Schema dei rapporti stratigrafici delle Formazioni affioranti nella Fossa Bradanica. ASP Argille Subappennine, SMM Sabbie di Monte Marano, ODN Conglomerato di Ortona, STQ Sabbie di Torre Quarto, OFF Supersistema del Fiume Ofanto, RPL Subsistema dell'Incoronata, OFF Sintema di Posta Ofanto.

L'area di interesse progettuale ricade nel Foglio 422-Cerignola della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, come riportato di seguito nello stralcio della carta in oggetto.

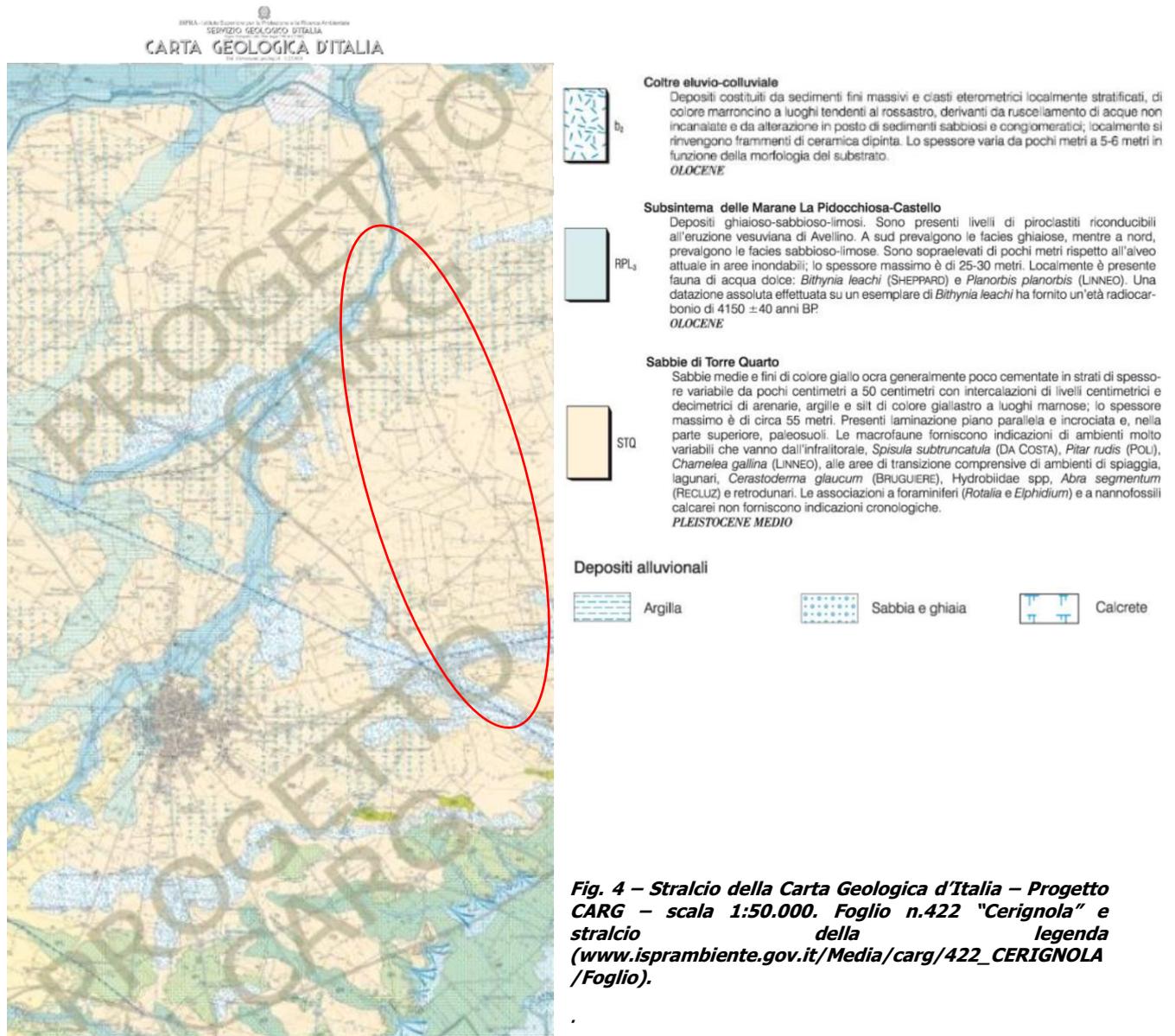


Fig. 4 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia – Progetto CARG – scala 1:50.000. Foglio n.422 "Cerignola" e stralcio della legenda (www.isprambiente.gov.it/Media/carg/422_CERIGNOLA/Foglio).

Geologia di dettaglio del sito

Il territorio di intervento è collocato all'interno della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Progetto CARG) nel Foglio 422 – “Cerignola”.

Il rilevamento geologica eseguito nell'area di progetto e nei suoi immediati dintorni ha permesso di distinguere diverse unità litostratigrafiche attribuibili al ciclo regressivo marino, riportate di seguito dalla più recente:

- Coltre eluvio-colluviale (b_2);
- Subsistema delle Marane La Pidocchiosa-Castello (RPL_3);
- Sabbie di Torre Quarto (STQ).

Coltre eluvio-colluviale (b_2), di età olocenica, interessano in particolare solo l'area di progetto in cui ricadono gli aerogeneratori C5 ed S5. Sono depositi di sedimenti fini massivi e clasti eterometrici localmente stratificati, di colore marroncino o tendente al rossastro, derivanti dall'erosione in posto di sedimenti sabbiosi e conglomeratici. Lo spessore varia da pochi metri a 5-6 metri a seconda della morfologia del substrato.

Subsistema delle Marane La Pidocchiosa-Castello (RPL_3), di età olocenica e appartenente al *Supersistema del Tavoliere di Puglia (TP)*. Sono depositi alluvionali ubicati nell'area settentrionale del progetto, lungo la fascia morfometrica di drenaggio naturale delle acque meteoriche; sono di natura ghiaioso-sabbioso-limoso, terrazzati e, per questo, in alcuni casi sono sopraelevati di pochi metri rispetto all'alveo attuale in aree inondabili. Lo spessore massimo di tali depositi è di 25-30 metri al massimo.

Sabbie di Torre Quarto (STQ), sono diffuse in quasi tutta l'area di interesse progettuale. Sono costituite da sabbie fini e medie, generalmente poco cementate e con spessore variabile da pochi centimetri a mezzo metro, con intercalazioni di livelli centimetrici e decimetrici di arenarie, argille e silt. Il colore è generalmente giallo/giallastro ed è spesso presente una laminazione piano parallela con intervalli di set di lamine a stratificazione incrociata con ripple asimmetrici da correnti trattive. Sono diffusi i fenomeni di bioturbazione. Lo spessore complessivo del deposito è di circa 30 metri, ma si possono toccare spessori massimi di 55 metri. L'età è pleistocenica media.

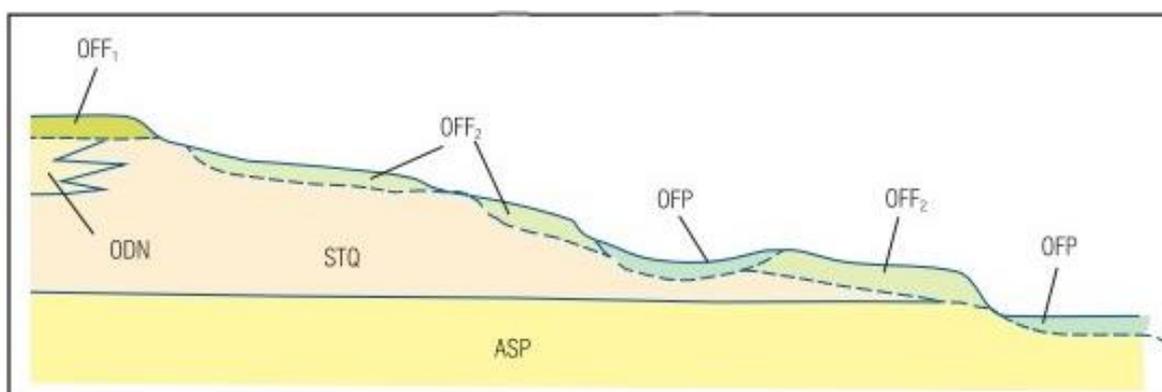


Fig. 5 – Schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni in affioramento nell'area di interesse. Evidenziata la presenza dei terrazzi ed il rapporto di eteropia tra il Conglomerato di Ortona e le Sabbie di Monte Marano.

Geologia strutturale e tettonica dell'area

L'area ricade in un settore dell'Avanfossa poco deformata, compresa tra il Subappennino Dauno e l'Avampaese Apulo. Lo stile strutturale è caratterizzato da una scarsa deformazione tettonica, con strati e contatti stratigrafici sub-orizzontali.

Nel settore di interesse progettuale il processo di subsidenza flessurale inizia nel Pliocene superiore, con l'ingressione marina, e prosegue fino al Pleistocene medio, con la cessazione del processo di subduzione ed il conseguente sollevamento regionale che hanno originato la classica sequenza stratigrafica di tipo regressivo.

Le principali strutture tettoniche presenti derivano da due cause principali:

- La resistenza alla subduzione della litosfera apulo-garganica (DOGLIONI, 1991);
- Il rimbalzo visco-elastico dell'intero sistema di catena (CINQUE et alii, 1993; HIPPOLYTE et alii, 1994).

Al fine di analizzare la tettonica del sito oggetto di studio, si è fatto riferimento al Database delle sorgenti sismogenetiche italiane DISS ("*Database of Individual Seismogenic Sources*"), uno strumento ideato dall'INGV nel 1997 e reso disponibile alla comunità scientifica in forma sperimentale nel 2000 (DISS versione 1.0) e, quindi, divulgato senza limiti a partire dal 2001 (DISS versione 2.0).

L'area in esame ricade nella sorgente sismogenetica denominata "Castelluccio dei Sauri-Trani" che, con un sistema di faglie con direzione est-ovest, attraversa la bassa valle del Fiume Ofanto a sud della città di Foggia. È caratterizzata da un'immersione sub-verticale e vergenza verso Nord.



Fig. 6 – DISS v. 3.3.0. Faglia sismogenetica Castelluccio dei Sauri-Trani. Stralcio dell'area di interesse. Nel riquadro l'estensione completa dell'area sismogenetica.

A tale sorgente risulta associata una magnitudo massima MW di 6.3 e, ad alcuni settori di questa sorgente, sono stati associati i principali terremoti che hanno colpito la Puglia.

La faglia di interesse progettuale è individuata all'interno del DISS come "ITCS0004".

5.ASSETTO GEOMORFOLOGICO AREA

I comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BAT), di interesse per l'opera in esame, ricadono all'interno di un'area tendenzialmente subpianeggiante, debolmente inclinata verso nord-est con pendenze massime variabili tra 1 e 2 %, solcata da corsi d'acqua minori che prendono il nome di "marane". La quota topografica del progetto si colloca tra 108 e 75 m.s.l.m. per l'area adibita all'installazione degli aerogeneratori, mentre l'area di sottostazione alla quale verrà collegato il cavidotto di trasferimento dell'energia prodotta dal parco, presenta una quota topografica variabile tra i 32 ed i 26 m.s.l.m.

L'area oggetto di studio, nel complesso, presenta quindi un assetto sub-planare ed una buona qualità geotecnica delle litologie presenti, che le conferiscono un assetto stabile, non è interessata da anomalie riconducibili a fenomeni di instabilità gravitativa. In riferimento alla progettazione, quindi, si può affermare che non sono presenti, né attesi, fenomeni di dissesto delle superfici che possano pregiudicare l'utilizzo dell'area stessa per i fini progettuali previsti.

A valle di queste osservazioni, risulta quindi superfluo effettuare uno studio di stabilità dei versanti per l'area oggetto di studio.

Il sito di progetto è stato invece analizzato in relazione all'esistenza di potenziali fattori di rischio geomorfologico ed idraulico tramite la consultazione del webGIS PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, competente per il territorio in esame.

In particolare, sia il sito di installazione degli aerogeneratori che quello destinato alla sottostazione ed al cavidotto nella parte settentrionale, dalla consultazione del webGIS non sono state rilevate interferenze con le aree classificate a rischio geomorfologico o idraulico; infatti, nonostante nelle immediate vicinanze siano presenti aree sia a rischio geomorfologico (PG1 e PG2) che a rischio idraulico (soprattutto AP e MP), l'opera di interesse non interferisce in nessun caso con le medesime.



Fig. 7 – Stralcio del PAI relativo all'area di progetto.

É da precisare, inoltre, che dal punto di vista prettamente idraulico, non sono emerse areali di rischio relativi al progetto in oggetto in quanto anche le opere relative all'aerogeneratore denominato S3, che risulta essere il più prossimo ad una delle perimetrazioni del PAI definite come ad alto rischio idraulico, sono posizionate ad una distanza di circa 955 metri rispetto al punto più prossimo della stessa. Di seguito è riportato un dettaglio di quanto appena descritto.

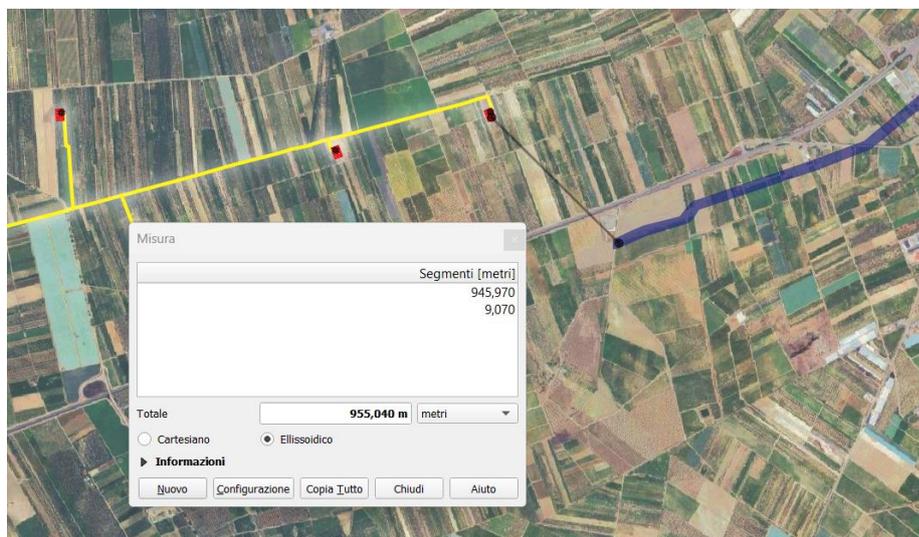


Fig. 8 – Dettaglio del PAI relativo all'aerogeneratore S3 e relativa distanza tra il punto più prossimo della perimetrazione del PAI e il punto più prossimo a questa del progetto eolico.

6.ASSETTO IDRAULICO-IDROGEOLOGICO DELL'AREA

L'idrografia superficiale dell'area oggetto di studio è rappresentata principalmente dal Fiume Ofanto e dal Torrente Carapelle, oltre alla presenza di canali e/o marane con deflusso a carattere stagionale. Tutti i corsi d'acqua principali sfociano nel Mar Adriatico.

Le caratteristiche idrogeologiche sono conseguenza della litologia del suolo affiorante oltre che del clima e, di conseguenza, del carattere delle precipitazioni che interessano l'area.

Nel complesso, è possibile racchiudere tutta l'area in un unico complesso idrogeologico di tipo sabbioso-conglomeratico, costituito da terreni con permeabilità da media ad alta legata alla natura stessa del terreno. Infatti, in presenza di una frazione limosa di tipo dominante, la permeabilità presenta valori medi mentre, in presenza di livelli conglomeratici sciolti e/o sabbiosi, il valore del coefficiente di permeabilità è compreso tra valori di 10^{-2} e 10^{-4} m/s.

La conseguenza più evidente delle caratteristiche della litologia del territorio è la presenza di un reticolo idrografico poco ricco. L'infiltrazione delle acque, piuttosto che il loro ruscellamento, infatti è dovuta alla permeabilità dei terreni affioranti. Le caratteristiche granulometriche del suolo facilitano l'infiltrazione delle acque meteoriche, mentre la presenza di livelli impermeabili in profondità, come le Argille Subappennine, ne favorisce l'accumulo, determinando la formazione di falde e, quindi, di acquiferi. Dati bibliografici, a tal proposito, definiscono la presenza di tre tipi di acquiferi differenti nell'area del Tavoliere delle Puglie:

- Acquifero fessurato-carsico profondo;
- Acquifero poroso profondo;
- Acquifero poroso superficiale.

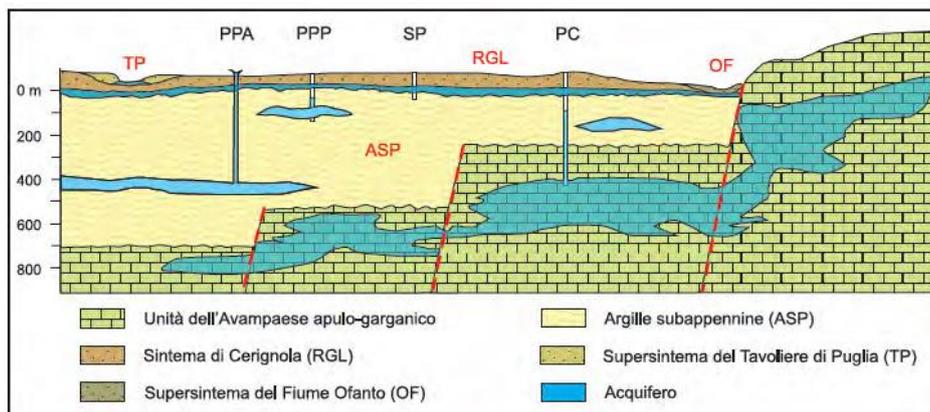


Fig. 9 – La struttura degli acquiferi del Tavoliere delle Puglie e la loro collocazione in base alla litologia del sottosuolo.

L'acquifero poroso superficiale si rinviene nei depositi quaternari che ricoprono con continuità laterale le formazioni argillose pleistoceniche. Le stratigrafie dei pozzi per acqua che interessano tali formazioni evidenziano l'esistenza di una successione di terreni sabbioso-ghiaiosi-ciottolosi, permeabili, ed acquiferi intercalati da livelli limo-argillosi, a permeabilità minore. I livelli in cui fluisce l'acqua presentano una continuità idraulica orizzontale che porta alla creazione di un unico sistema acquifero. L'acqua circola in condizioni freatiche nelle aree più interne ed in pressione man mano che ci si avvicina alla linea di costa (*COTECCHIA et alii, 1956; MAGGIORE et alii, 2004*). La potenzialità reale della falda varia da zona a zona, essendo legata a fattori morfologico-stratigrafici.

Dal punto di vista dell'assetto idraulico del progetto, facendo riferimento in particolare all'ubicazione degli aerogeneratori, si può affermare che l'opera risulta essere lontana dai principali corsi d'acqua che ricadono nell'area. L'aerogeneratore più prossimo ad un corso d'acqua principale è quello denominato C7. Questo è posto ad una distanza di circa 3 km a Nord del Fiume Ofanto e, pertanto, è possibile scongiurare fenomeni di alluvionamento dell'area di progetto, anche a seguito di importanti o eccezionali eventi meteorici. Tale aspetto è stato evidenziato anche nel paragrafo precedente, citando il PAI dell'Autorità di Bacino.

A scala di deflusso idraulico di grado gerarchico minore, l'area risulta essere solcata da una serie di canali e corsi d'acqua minori, a carattere torrentizio stagionale, con portate caratterizzate da lunghi periodi di secca che si alternano a periodi di piena legati agli eventi meteorici intensi e prolungati che sovraccaricano i terreni in affioramento i quali, nonostante l'alta permeabilità, non riescono ad assorbire le grandi quantità d'acqua che ricadono sull'intera area. Questo provoca fenomeni erosivi e di trasporto dei sedimenti che, comunque, non risultano essere sufficienti a perturbare la stabilità geomorfologica del sito, grazie alla qualità geotecnica dei terreni rilevata in loco.

7.CAMPAGNA GEOGNOSTICA ATTUALE

Nella fase progettuale definitiva del presente studio geologico, si è ritenuto necessario effettuare una campagna geofisica tramite prospezione sismica MASW al fine di verificare la classificazione sismica del suolo, di calcolare la V_{S30} e di verificare, nel caso, una specularità del territorio rispetto ad altri progetti precedentemente realizzati dalla Committente nei siti circostanti quello in oggetto.

Si è proceduto con l'esecuzione, quindi, di n. 3 MASW dislocate nei punti baricentrici rispetto alla distribuzione degli aerogeneratori in sito. Per tutti e tre i siti di indagine, la classificazione sismica dei suoli accertata mediante indagini MASW è risultata di "tipo C".

Prospezione sismica MASW eseguita

In merito al progetto a cui è riferita questa relazione, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche dallo "Studio di Geologia Tecnica" del Dr. Geol. Lorenzo Porcari – Via L. da Vinci, 31 – 75100 Matera.

Si è proceduto all'analisi delle onde di taglio rilevate con tecnica MASW considerando un numero adeguato di strati (n. 5) per effettuare il *fitting* migliore della curva di dispersione. Data l'estensione areale del progetto in oggetto, è stata effettuata l'acquisizione di **n. 3 stendimenti sismici**. L'analisi è stata effettuata registrando le onde di superficie (sorgente attiva-massa battente) registrando i dati sismici mediante array lineare di 24 geofono a bassa frequenza (4.5 Hz) da 1 secondo ciascuno; ogni array è stato organizzato in modo da avere geofoni distanziati con passo 1.0 – 2.0 m e offset variabile a 2 – 5 – 10 – 15 m. La strumentazione adottata ha compreso un sismografo **Geode Ultra-light Exploration Seismograph**, l'apparato di ricezione composto da 24 geofoni **OYO-Geospace 4.5 Hz** con time break sincrono con la sorgente di energia, la sorgente tipo "Hammer Blow" da 8 kg impattante su piastra con lega in acciaio e trattamento dei dati mediante software **"winMASW 4.0 (Eliosoft) SWAN 1.4 (GeoStudi Astier Srl)**.

Le misure sismiche effettuate ed i parametri calcolati con la strumentazione utilizzata in questo lavoro possono essere utilizzati in ambito della nuova normativa vigente in materia di costruzioni (*Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC D. M. 17 gennaio 2018*).

Di seguito sono riportate le posizioni degli stendimenti utilizzati per ottenere le MASW in oggetto:



Fig. 10 – Ubicazione degli stendimenti sismici tipo MASW realizzati nella campagna geognostica attuale

I profili sismici, denominati *MASW 1*, *MASW 2* e *MASW 3*, sono stati collocati nell'area di interesse, come visibile nella planimetria. La scelta dell'ubicazione dei profili sismici ha avuto come obiettivo quello di ricostruire l'andamento

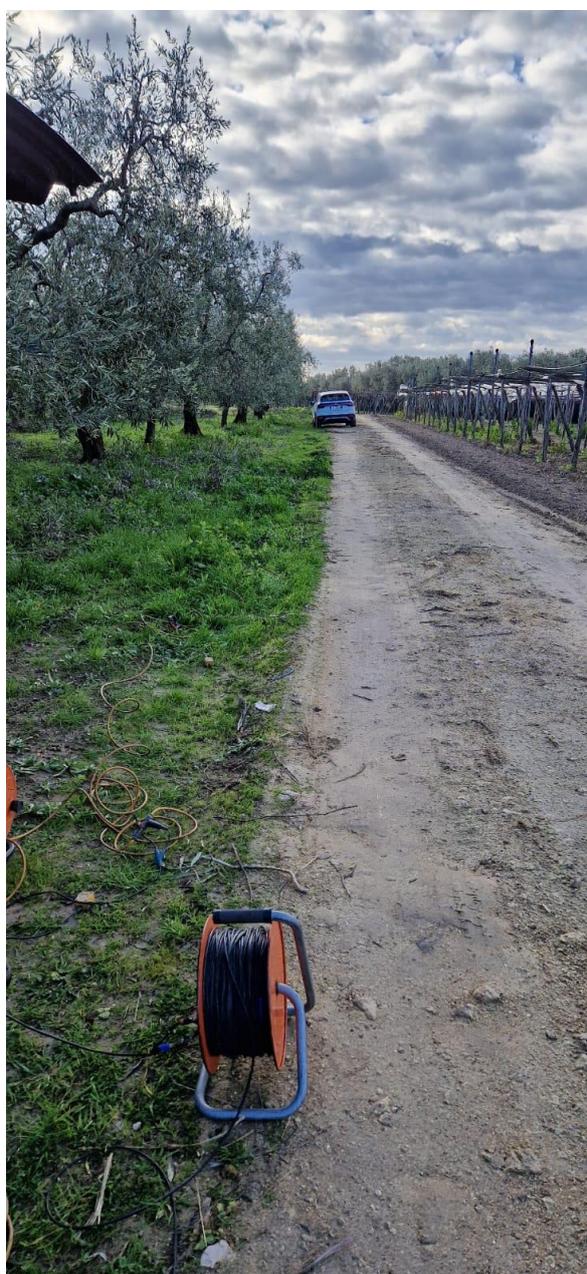
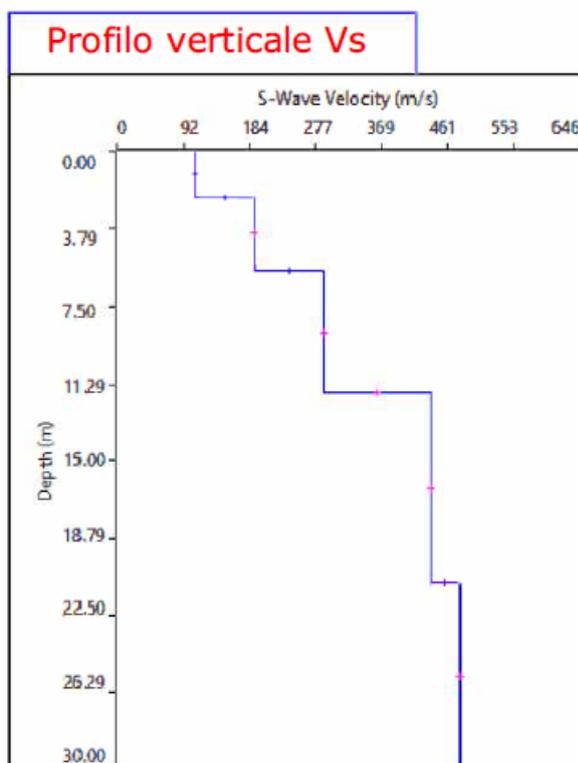
È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



sismografico del sottosuolo e di individuare lo spessore degli strati che lo definiscono. I profili sismici verticali delle tre MASW sono riportati, in modo schematico, nelle tabelle che seguono, seguite da una colonnina stratigrafica riassumele relative:

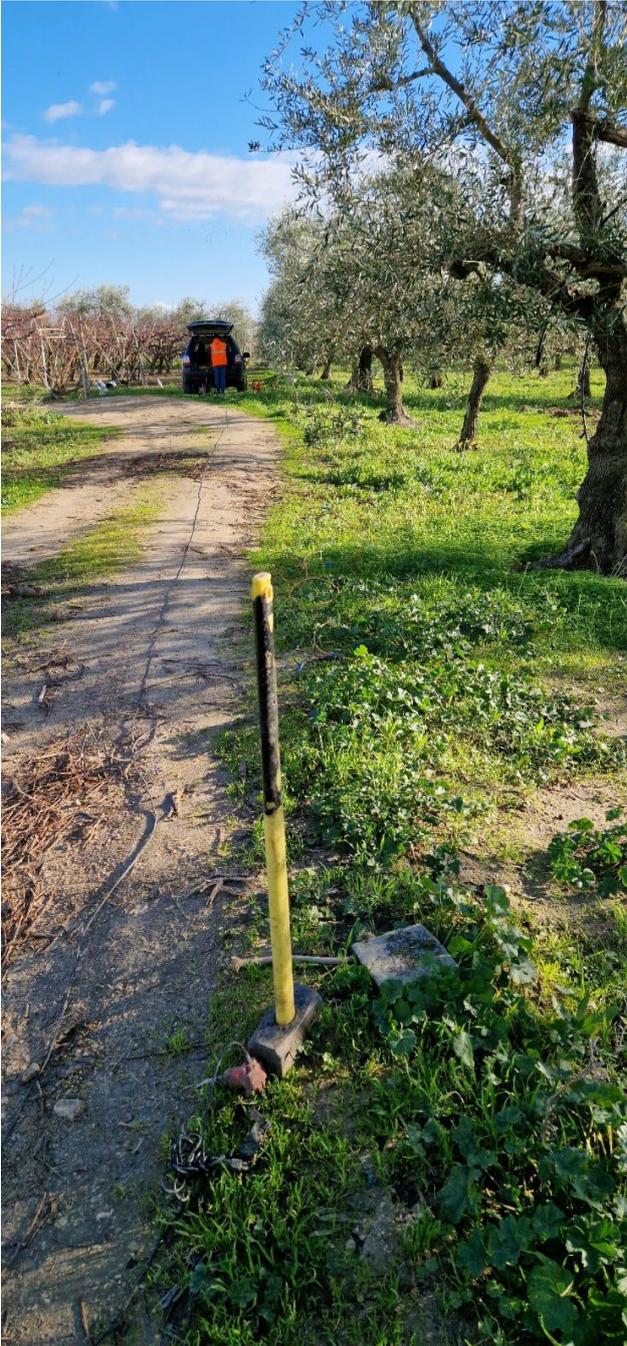
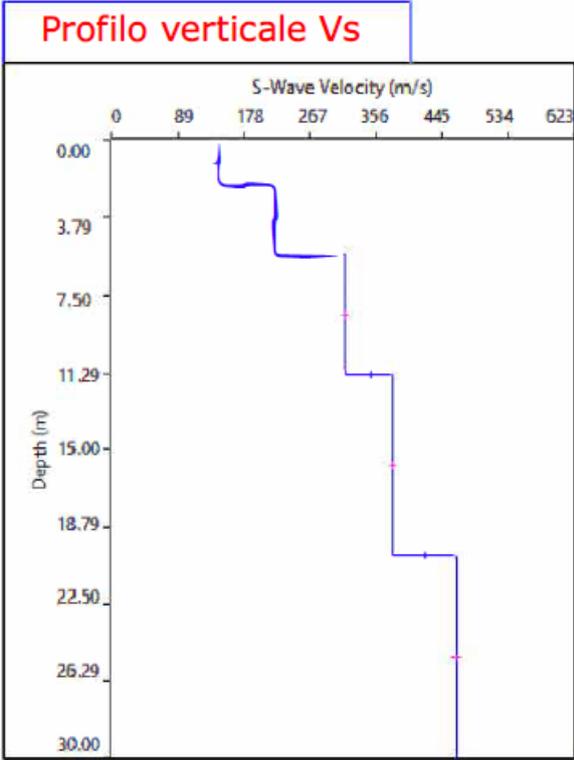
MASW 1

Profilo Verticale Vs				Masw 1
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
2.25	0.00	2.25	107	Vs30 (0.00-30.0 m): 299 m/sec
3.59	2.25	5.84	190	
5.83	5.84	11.67	287	
9.22	11.67	20.89	437	Tipo di Suolo: C
9.11	20.89	30.00	478	



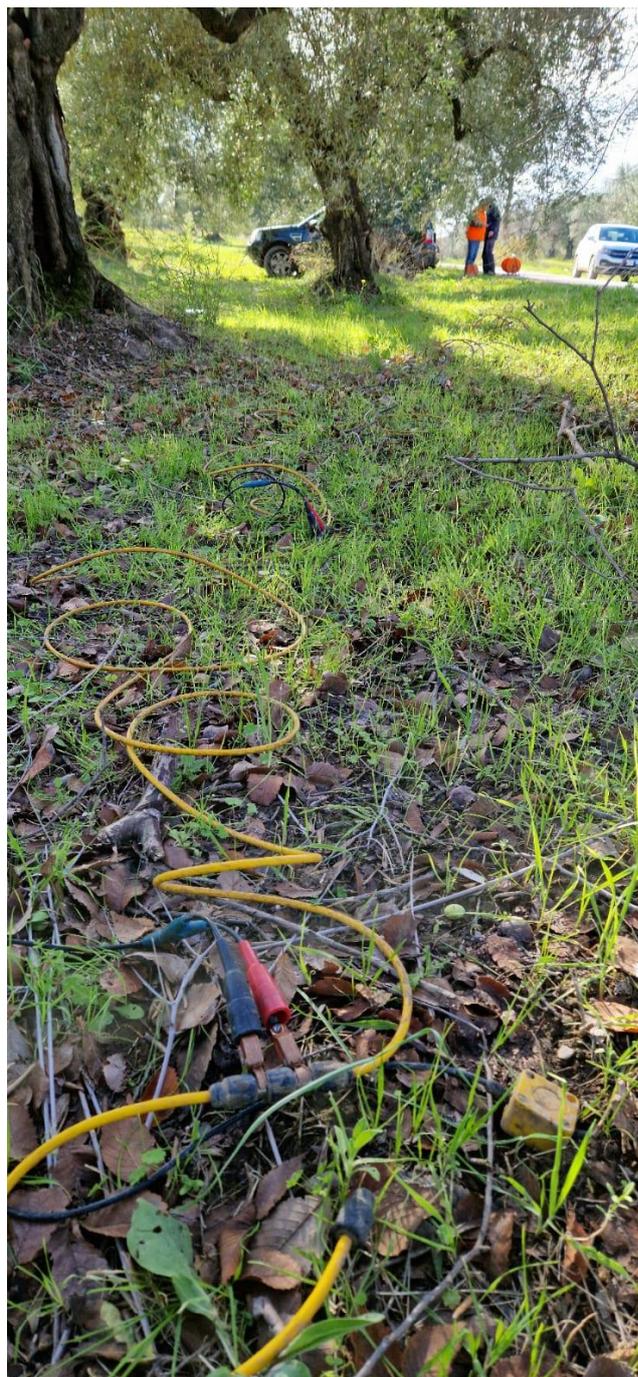
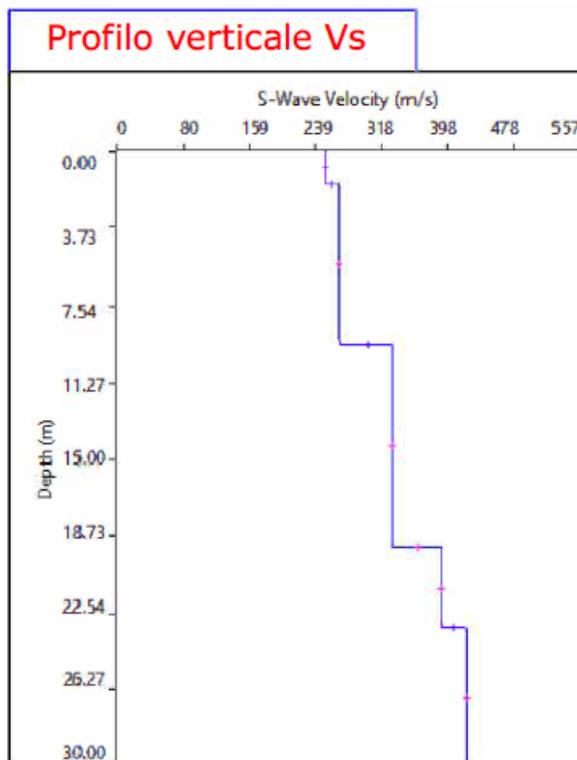
MASW 2:

Profilo Verticale Vs				Masw 2
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
2.16	0.00	2.16	137	Vs30 (0.00-30.0 m): 312 m/sec
3.40	2.16	5.56	216	
5.77	5.56	11.33	308	
8.90	11.33	20.23	369	Tipo di Suolo: C
9.77	20.23	30.00	450	



MASW 3:

Profilo Verticale Vs				Masw 3
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
1.62	0.00	1.62	244	Vs30 (0.00-30.0 m): 320 m/sec
7.76	1.62	9.38	260	
9.97	9.38	19.35	325	
3.91	19.35	23.26	384	Tipo di Suolo: C
6.74	23.26	30.00	412	



La classificazione del terreno di fondazione viene effettuata sulla base del valore di V_{seq} , valutato dalla seguente espressione:

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

con:

h_i = spessore dell'i-esimo strato;

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

N = numero degli strati;

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

Il modello di V_{seq} ci da informazioni riguardanti gli spessori e le velocità dei singoli sismostrati ed è indicativo per definire l'azione sismica di progetto e la categoria del terreno di fondazione del Sito di interesse.

In materia di microzonazione sismica, sono stati determinati i valori di V_{seq} partendo dal piano campagna e risultano essere pari a:

- **299 m/s** per la MASW1;
- **312 m/s** per la MASW2;
- **320 m/s** per la MASW3.

In tutti e tre i casi, la categoria di terreno attribuibile è la **C**. Questo, riportato a quanto previsto dalle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (D. M. 17 gennaio 2018), riporta i terreni di fondazione esaminati all'interno della **categoria "C"** descritta nella suddetta normativa come: depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/s.

8.CAMPAGNA GEOGNOSTICA PROPEDEUTICA ALLA SUCCESSIVA FASE ESECUTIVA

La verifica sismica eseguita nella fase attuale di progetto consente di inquadrare dal punto di vista sismico l'area in esame, al fine di validarne la fattibilità progettuale sotto alcuni aspetti, ma non è sicuramente esaustiva. Da ciò deriva la necessità di approfondimenti sia dal punto di vista geologico-tecnico che geognostico da eseguire in fase esecutiva finale.

Nella successiva fase, quindi, per poter eseguire una corretta progettazione di tipo strutturale delle opere, si rende necessario avviare una campagna di accertamenti geognostici puntuale in corrispondenza di ciascun aerogeneratore. Si elencano, a tal proposito, quelli che saranno gli accertamenti basilari consigliati, anche sulla base di quanto desunto dal presente studio geologico:

- N. 1 perforazione di sondaggio a carotaggio continuo da effettuare per ciascun aerogeneratore presente in progetto e da approfondire fino ad una profondità indicativa di 30 m dal p.c.;
- Esecuzione di prove geotecniche in sito di tipo SPT (Standard Penetration Test) per ciascun sondaggio, lungo la verticale, con lo scopo di verificare e caratterizzare la presenza di livelli a maggior contenuto limoso nella successione stratigrafica;

PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Geologica	EO-SFE-PD-GEO-01
-----------------------------------	---------------------	------------------

- Esecuzione di prove geotecniche in sito di altro tipo, come prove di permeabilità Lefranc o prove penetrometriche statiche o dinamiche, per ottenere un adeguato controllo investigativo in situ;
- Prelievo di campioni indisturbati lungo la verticale, da 2 a 4 a seconda delle litologie riscontrate, da sottoporre ad analisi in laboratorio per caratterizzare il terreno dal punto di vista dei caratteri fisici e geotecnici (granulometria, contenuto in acqua, limiti di Atterberg, peso di volume, indice dei vuoti, densità, porosità, ecc...);
- Esecuzione di prospezione sismica MASW o DOWN-HOLE in corrispondenza di ciascun sito di installazione aerogeneratore, per la determinazione puntuale della categoria sismica del suolo.

9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

Normativa vigente

L'Ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e le normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" ha introdotto nuove disposizioni in materia di classificazione sismica e di normative tecniche. Con l'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), il 22 febbraio 2018, sono state definite le azioni sismiche di progetto, mediante le quali si valuta il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione. Queste si determinano partendo dalla "*pericolosità sismica di base*" del sito di riferimento per la costruzione, che è l'elemento fondamentale per la determinazione dell'azione sismica. Tale valore è funzione delle caratteristiche stratigrafiche e morfologiche del sito e determina quella che viene definita risposta sismica locale.

La "pericolosità sismica di base", nel seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. In un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.

Le condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- In termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale;
- In corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno (TR) ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;

Accelerazione orizzontale massima attesa (a_g)

Per quanto riguarda i comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BAT), dalla consultazione delle mappe interattive di pericolosità sismica dell'INGV (*Progetto S1*), si evince che l'intervallo di valori dell'**accelerazione orizzontale massima al suolo a_g** è compreso tra 0.125 e 0.200 g, avendo posto il 10% di probabilità di superamento in 50 anni.



Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

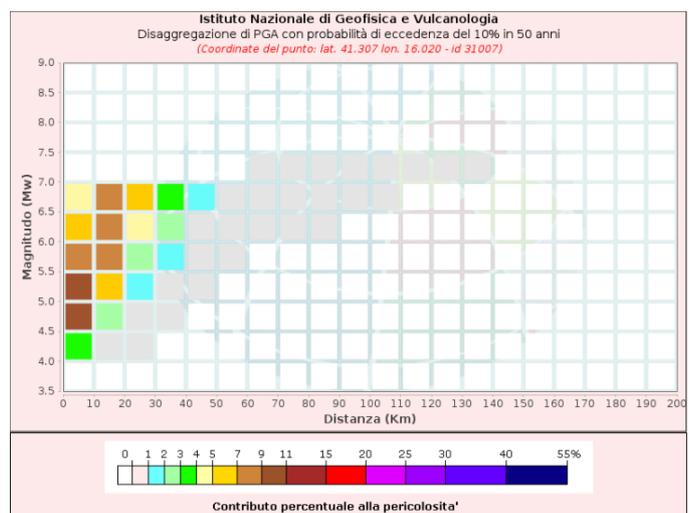
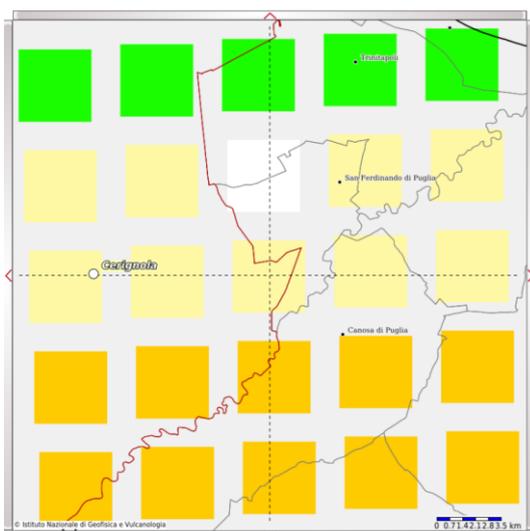


Fig. 11 – Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s) – Da INGV.

Per ogni nodo della griglia di riferimento è possibile visualizzare il dettaglio dell'analisi di disaggregazione, ossia il contributo delle possibili coppie di valori magnitudo-distanza alla pericolosità del nodo, della relativa accelerazione orizzontale, sia in forma grafica che tabellare. Per lo stesso nodo è possibile anche visualizzare i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.

Di seguito sono riportati i risultati dei nodi della griglia (evidenziati in bianco) in cui cade territorialmente l'area di progetto.

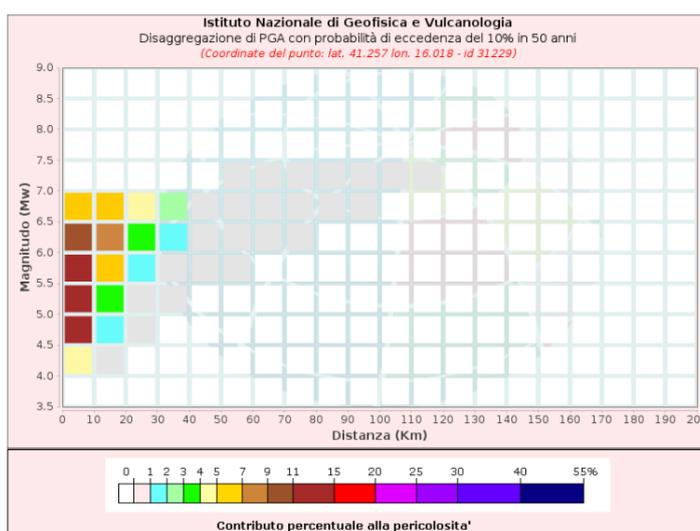
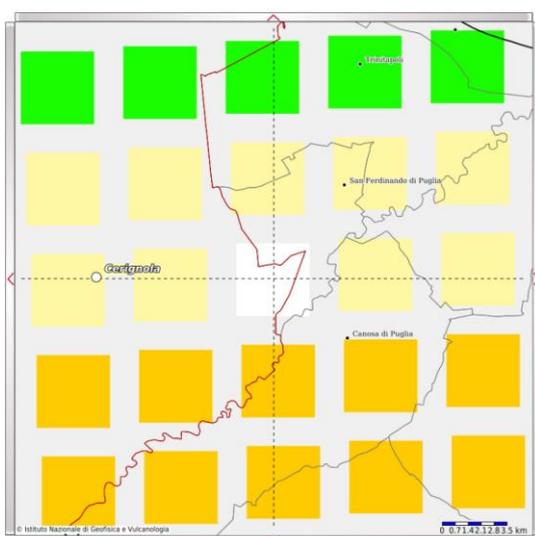
NODO 1



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 41.307 lon. 16.020 - id 31007)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	3.2900	9.2200	9.4000	8.1400	6.1100	4.0800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.6370	2.9800	5.2800	7.2600	8.0800	7.4400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0040	0.2810	1.3300	2.8900	4.5700	5.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0005	0.2620	1.2300	2.5200	3.8400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.2880	0.9320	1.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0222	0.2410	0.5500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0722	0.3110	0.1360	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0143	0.2370	0.3040	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.1140	0.2610	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0352	0.1480	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0045	0.0570	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0231	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.86	16.3	0.68

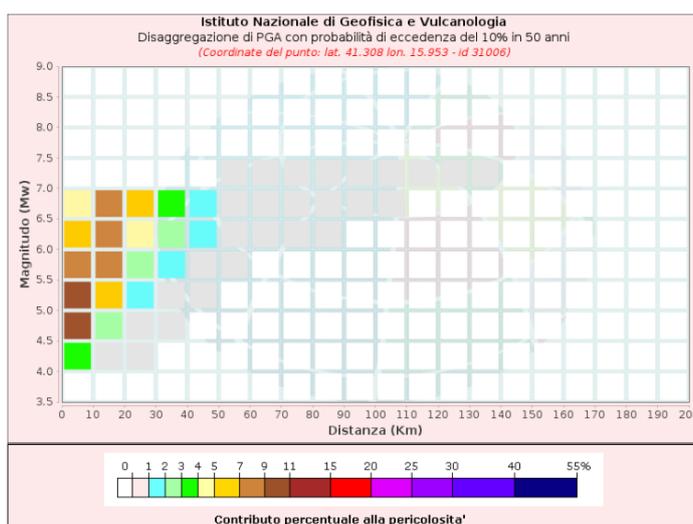
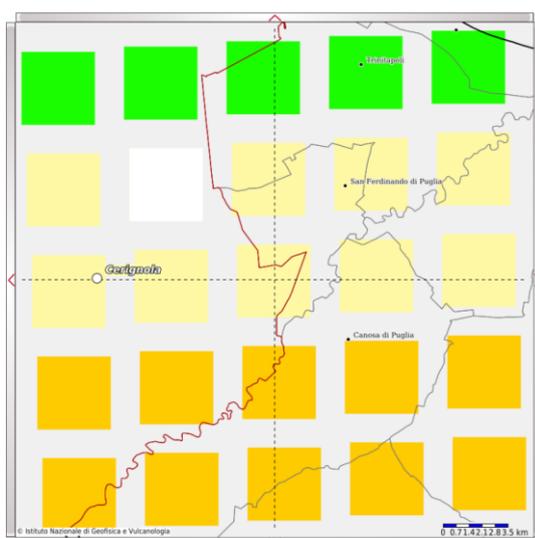
NODO 2



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 41.257 lon. 16.018 - id 31229)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	4.5200	12.8000	13.3000	11.8000	9.0200	6.1500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.3630	1.9900	3.9400	5.9200	7.1000	6.9900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0765	0.6460	1.7300	3.0800	4.2300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0428	0.4890	1.2900	2.2500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0598	0.3620	0.7750	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0761	0.2470	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0142	0.1750	0.1560	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0914	0.1740	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0257	0.1220	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.0434	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0128	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0025	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.77	11.8	0.519

NODO 3



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 41.308 lon. 15.953 - id 31006)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5- 4.0	4.0- 4.5	4.5- 5.0	5.0- 5.5	5.5- 6.0	6.0- 6.5	6.5- 7.0	7.0- 7.5	7.5- 8.0	8.0- 8.5	8.5- 9.0
0-10	0.0000	3.2400	9.1100	9.3100	8.0900	6.0900	4.0800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.6210	2.9200	5.1900	7.1600	7.9800	7.3600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0039	0.2800	1.3200	2.8800	4.5500	5.6800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0005	0.2620	1.2300	2.5100	3.8200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.3100	1.0200	1.8800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0252	0.2780	0.6420	0.0022	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0891	0.4120	0.3150	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0152	0.2650	0.3690	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.1210	0.2860	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0295	0.1240	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0042	0.0543	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0226	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0069	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.87	16.7	0.696

Sismicità storica dei comuni di Cerignola e San Ferdinando

La zona del Tavoliere presenta meccanismi ancora non del tutto definiti, con fenomeni detti di intraplacca, ed è stato anch'esso interessato da eventi catastrofici, come il terremoto del 1361 con epicentro ad Ascoli Satriano, e quello del 1731 che interessò il territorio foggiano.

Relativamente ai comuni di Cerignola e San Ferdinando, la loro sismicità storica è disponibile all'interno del Database Macrosismico Italiano 2015 DBMI15 dell'INGV, che elenca le osservazioni sismiche degli eventi con un'intensità macrosismica al sito $MCS \geq 4$, e del Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani CPT15, che consente di conoscere i parametri dei principali terremoti avvenuti in una certa area nella finestra temporale compresa tra il 1000 ed il 2014.

Di seguito sono riportate le tabelle contenenti i principali eventi sismici e le relative intensità per entrambi i comuni oggetto di studio. Dalla consultazione delle stesse è possibile rilevare che gli eventi di maggiore intensità risentiti per entrambi i comuni sono stati il terremoto della Basilicata nel 1857 (Mw 6.33 per Cerignola e 6.96 per San Ferdinando) ed il terremoto dell'Irpinia del 1980 (Mw 6.89 per entrambi i comuni). Per il Comune di Cerignola, poi, si possono segnalare altri due eventi che presentano una magnitudo $Mw > 7$ e sono il Terremoto della Calabria del 1905, con Mw 7.06, ed il terremoto della Calabria meridionale del 1908 con Mw pari a 7.24.

CERIGNOLA

Numero di eventi: 29

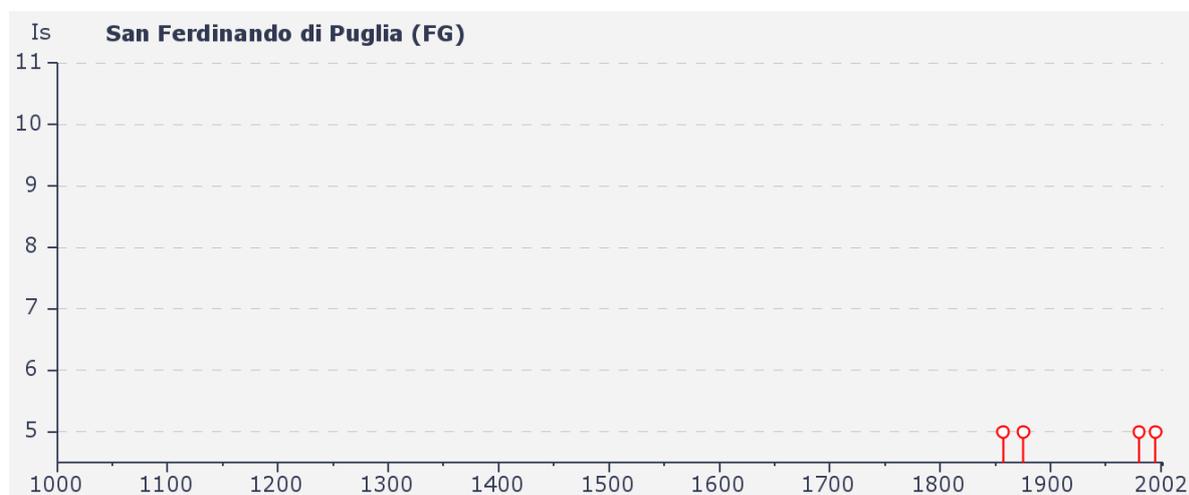
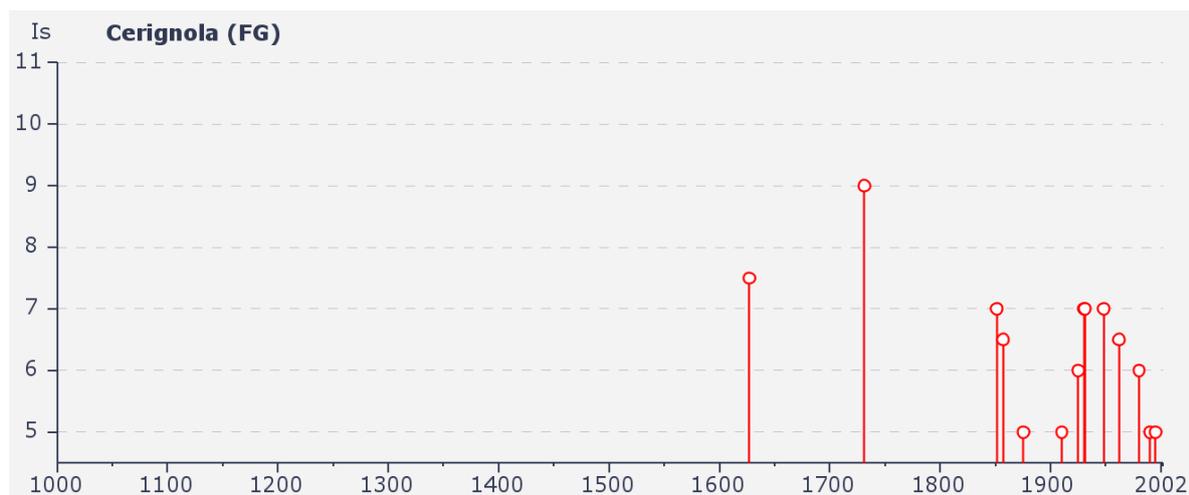
Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
7-8	1627	07	30	10	50	Gargano	65	10	6.73
9	1731	03	20	03		Foggiano	50	9	6.34
7	1851	08	14	13	20	Basilicata	102	10	6.33
6-7	1857	12	16	21	15	Basilicata	337	11	6.96
5	1875	12	06			S.MARCO IN LAMIS	97	8	6.07
2-3	1882	06	06	05	40	Monti del Matese	52	8	5.28
4	1889	12	08			APRICENA	122	7	5.55
NF	1892	06	06			TREMITI	72	7	5.07
3	1905	09	08	01	43	Calabria	827	10-11	7.06
2	1905	11	26			IRPINIA	136	7-8	5.32
4	1908	12	28	04	20	Calabria meridionale	786	11	7.24
5	1910	06	07	02	04	Irpinia-Basilicata	376	9	5.87
4	1913	10	04	18	26	MATESE	205	8	5.40
6	1925	07	28	03	33	CERIGNOLA	6	6	4.83
3	1925	08	25	05	10	GARGANO	14	6	5.09
7	1930	07	23	00	08	Irpinia	509	10	6.72
7	1931	12	03	09	32	CERIGNOLA	12	7	4.62
7	1948	08	18	21	12	Puglia settent.	59	7-8	5.58
4	1951	01	16	01	11	GARGANO	73	7	5.27
NF	1955	02	09	10	06	MONTE S. ANGELO	31	7-8	5.17
2	1956	01	09	00	44	GRASSANO	45	7	5.03
6-7	1962	08	21	18	19	Irpinia	214	9	6.19
6	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
NF	1984	04	29	05	02	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.68
4	1988	04	26	00	53	ADRIATICO CENTRALE	78	5-6	5.43
5	1990	05	05	07	21	POTENTINO	1374	7-8	5.84
4	1991	05	26	12	25	POTENTINO	597	7	5.22
5	1995	09	30	10	14	GARGANO	145	6	5.22
3-4	1996	04	03	13	04	IRPINIA	557	6	4.92

SAN FERDINANDO DI PUGLIA

Numero di eventi: 13

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
5	1857	12	16	21	15	Basilicata	337	11	6.96
5	1875	12	06			S.MARCO IN LAMIS	97	8	6.07
3	1913	10	04	18	26	MATESE	205	8	5.40
F	1930	07	23	00	08	Irpinia	509	10	6.72
4	1931	12	03	09	32	CERIGNOLA	12	7	4.62
NF	1955	02	09	10	06	MONTE S. ANGELO	31	7-8	5.17
5	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
3	1984	05	07	17	49	Appennino abruzzese	912	8	5.93
NF	1988	04	26	00	53	ADRIATICO CENTRALE	78	5-6	5.43
4	1990	05	05	07	21	POTENTINO	1374	7-8	5.84
4	1991	05	26	12	25	POTENTINO	597	7	5.22
5	1995	09	30	10	14	GARGANO	145	6	5.22
3	1996	04	03	13	04	IRPINIA	557	6	4.92

Infine, sono riportati anche due grafici in cui è rappresentata la distribuzione degli eventi sismici, per ciascun comune di interesse, nel tempo e la loro intensità.



Categoria sismica suolo di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale di valuta mediante specifiche analisi. Qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tabella 3.2.II, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio conosciute come V_s .

In base alle velocità delle onde sismiche vengono classificate le categorie di suolo di fondazione come riportato di seguito:

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

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

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche indagini, oppure sono valutati mediante relazioni empiriche con i risultati di altre prove eseguite in sito, come le prove penetrometriche dinamiche e statiche.

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

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

h_i	spessore dell'i-esimo strato;
$V_{S,i}$	velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
N	numero di strati;
H	profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio è comparabile al parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ nell'espressione precedente.

Le MASW effettuate in sito hanno riscontrato la seguente categoria del suolo di fondazione:

- La categoria del suolo sismico derivante dalle indagini condotte e considerata valida per l'intera area di progetto anche per le successive fasi progettuali esecutive è risultata essere la seguente:

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

La categoria in esame può essere estesa a tutta l'area in esame in quanto i valori di velocità sono risultati essere paragonabili in tutti i settori analizzati, opportunamente scelti e dislocati su tutto il sito di indagine. Va specificato, ancora, che anche le caratteristiche litostratigrafiche e geomorfologiche osservate sull'intera area in esame sono fortemente omogenee e comparabili su tutto il comprensorio di progetto.

Coefficiente di amplificazione topografica

È un altro parametro essenziale nella modellazione sismica di sito per la progettazione. Nella normativa vigente sono riportate tutte le situazioni nelle quali tale parametro va aumentato per tenere conto di quelle che vengono definite come anomalie morfo-topografiche.

Nel sito di progetto non si rilevano situazioni definite dalla normativa come critiche o suscettibili di amplificazione topografica, pertanto si sceglie come **coefficiente di amplificazione topografico T1 con St pari a 1.0**.

Definizione dell'azione sismica

A partire dal 1 luglio 2009, le NTC hanno definito che, ad ogni struttura, è necessario associare una accelerazione di riferimento "propria", individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera stessa.

L'area di progetto ricade in differenti sottoquadranti, pertanto si è ritenuto opportuno riportare la caratterizzazione di ciascuna zona, lasciando al progettista la scelta dei parametri più idonei e cautelativi.

Si è considerata una **vita nominale del progetto di 50 anni (opere ordinarie)** ed una **classe d'uso II (affollamento normale e assenza di funzioni pubbliche e sociali)**, ottenendo un coefficiente **CU=1**.

Da questa impostazione di partenza, sono stati calcolati i valori dei parametri a_0 , F_0 , T^*_c da utilizzare per definire l'**azione sismica di progetto** del Sito nei modi previsti dalle NTC del D.M. 17 gennaio 2018. Di seguito sono riportati i parametri calcolati per ogni aerogeneratore utilizzando il software di Geostru per il calcolo degli stati limite e dei parametri sismici.

AEROGENERATORE C1

Stati limite

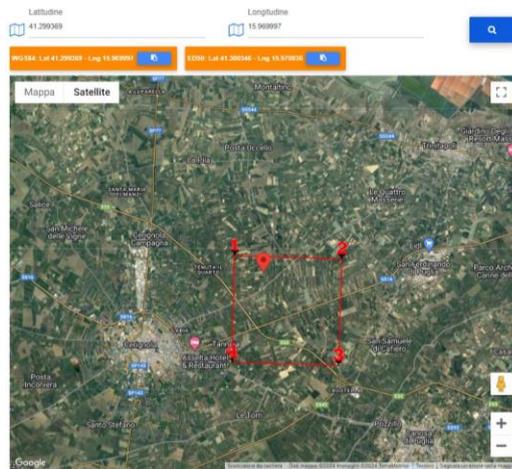
Stato Limite	Tr [anni]	a_0 [g]	F_0	T^*_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.543	0.277
Danno (SLD)	50	0.054	2.554	0.298
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.158	2.529	0.399
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.219	2.458	0.419

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,46	1,38
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,57	1,42	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Coefficienti				
kh	0.012	0.018	0.055	0.085
kv	0.008	0.008	0.028	0.042
Alm _{av} [m/s ²]	0.012	0.794	2.264	2.961
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE C2



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_a	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.543	0.277
Danno (SLD)	50	0.054	2.553	0.298
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.159	2.530	0.398
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.219	2.455	0.418
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

Cat. Sottosuolo: C

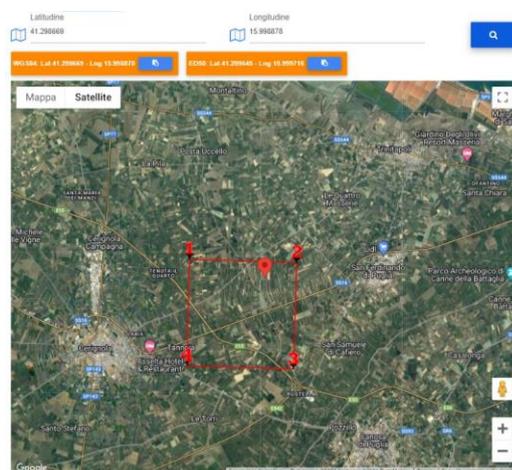
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,46	1,38
CC Coeff. funz. categoria	1,60	1,57	1,42	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.056	0.085
kv	0.006	0.008	0.028	0.042
Amax [m/s ²]	0.613	0.795	2.269	2.969
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE S1



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_a	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.041	2.546	0.277
Danno (SLD)	50	0.054	2.551	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.159	2.527	0.396
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.220	2.452	0.417
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

Cat. Sottosuolo: C

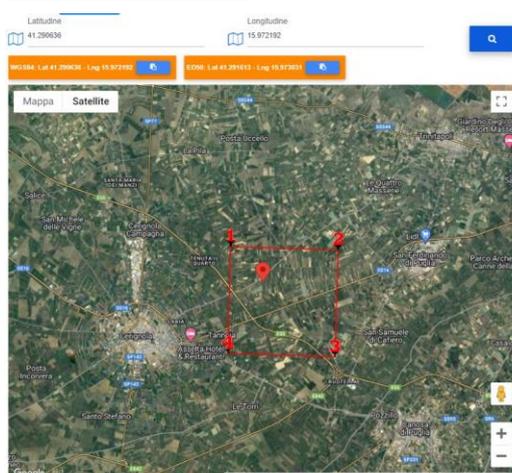
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,46	1,38
CC Coeff. funz. categoria	1,60	1,57	1,43	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.056	0.085
kv	0.006	0.008	0.028	0.042
Amax [m/s ²]	0.608	0.793	2.272	2.976
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE C6



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_a	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.544	0.277
Danno (SLD)	50	0.054	2.550	0.298
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.160	2.530	0.393
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.223	2.447	0.417
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

Cat. Sottosuolo: C

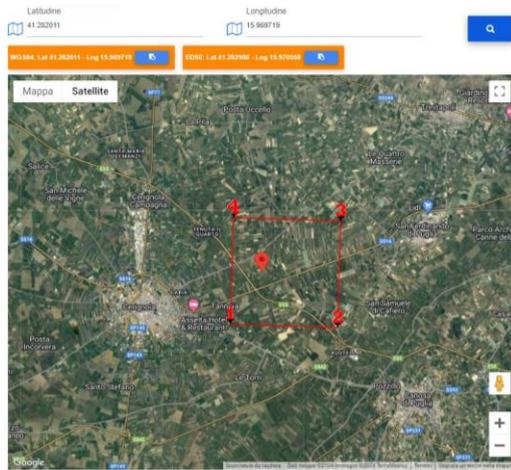
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,46	1,37
CC Coeff. funz. categoria	1,60	1,57	1,43	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.056	0.085
kv	0.006	0.008	0.028	0.043
Amax [m/s ²]	0.613	0.798	2.296	2.990
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE C4



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.544	0.277
Danno (SLD)	50	0.055	2.547	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.162	2.530	0.388
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.226	2.440	0.416
Periodo di riferimento per fazione sismica	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

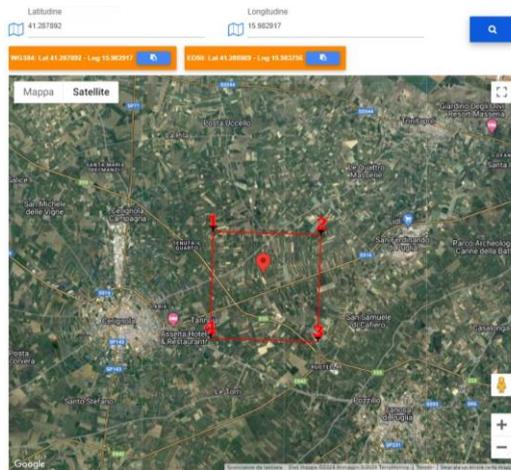
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.45	1.37
CC Coeff. funz categoria	1.60	1.57	1.43	1.40
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.056	0.067
kv	0.006	0.008	0.028	0.043
Amax [m/s²]	0.614	0.802	2.307	3.032
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE C3



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.545	0.277
Danno (SLD)	50	0.054	2.548	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.161	2.529	0.391
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.224	2.444	0.416
Periodo di riferimento per fazione sismica	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

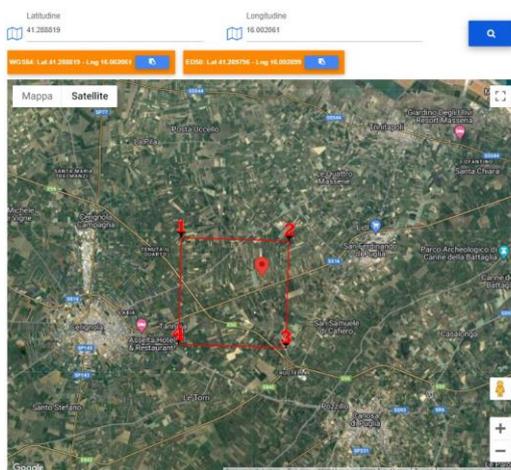
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.46	1.37
CC Coeff. funz categoria	1.60	1.57	1.43	1.40
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.056	0.066
kv	0.006	0.008	0.028	0.043
Amax [m/s²]	0.612	0.799	2.306	3.006
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE S4



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.546	0.277
Danno (SLD)	50	0.054	2.548	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.160	2.528	0.392
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.223	2.445	0.416
Periodo di riferimento per fazione sismica	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

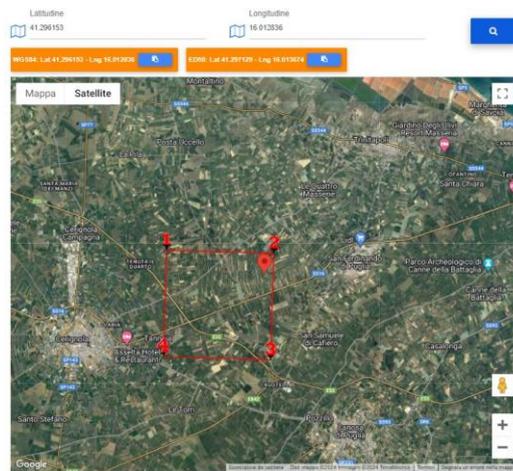
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.46	1.37
CC Coeff. funz categoria	1.60	1.57	1.43	1.40
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.725

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.056	0.065
kv	0.006	0.008	0.028	0.043
Amax [m/s²]	0.611	0.796	2.297	2.994
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280



AEROGENERATORE S2



Stati limite

Classe Edificio: Il Aftollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_2 [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.041	2.547	0.276
Danno (SLD)	50	0.054	2.552	0.298
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.158	2.528	0.398
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.218	2.455	0.417
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

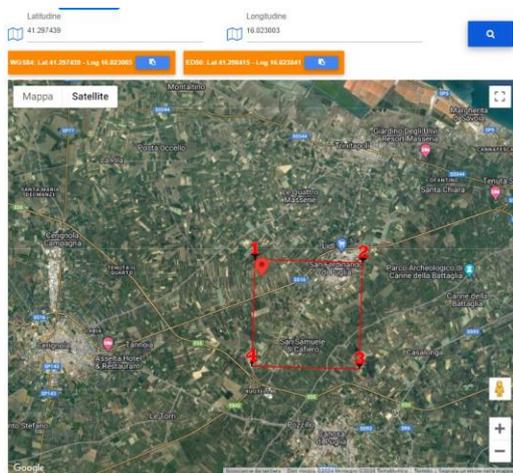
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,46	1,38
CC Coeff. funz categoria	1,61	1,57	1,42	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito (m/s²): 0.725

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.055	0.084
kv	0.006	0.008	0.028	0.042
Amax (m/s²)	0.608	0.790	2.257	2.955
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE S3



Stati limite

Classe Edificio: Il Aftollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_2 [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.041	2.550	0.276
Danno (SLD)	50	0.053	2.552	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.157	2.523	0.398
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.218	2.453	0.416
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

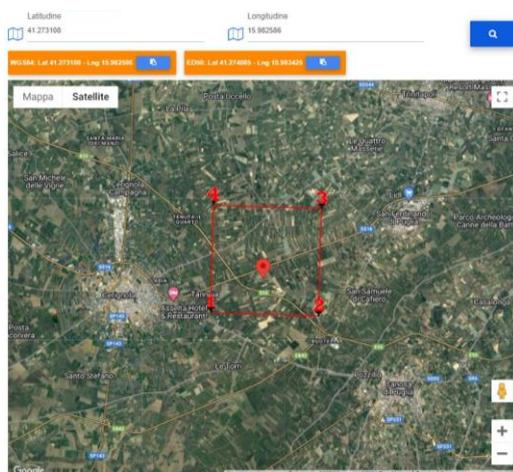
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,46	1,38
CC Coeff. funz categoria	1,61	1,57	1,42	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito (m/s²): 0.725

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.055	0.084
kv	0.006	0.008	0.028	0.042
Amax (m/s²)	0.602	0.784	2.247	2.945
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE C5



Stati limite

Classe Edificio: Il Aftollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_2 [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.545	0.277
Danno (SLD)	50	0.055	2.543	0.297
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.164	2.530	0.384
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.228	2.432	0.414
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

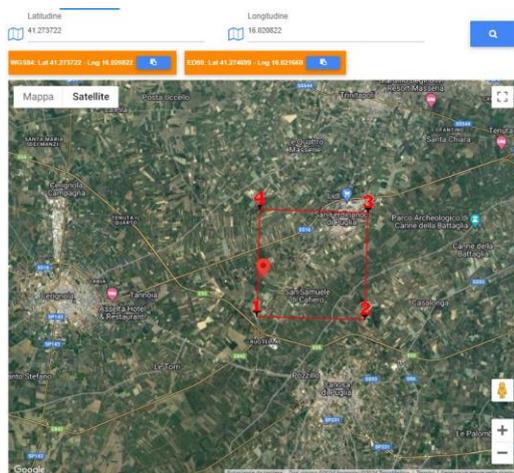
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,45	1,37
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,57	1,44	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito (m/s²): 0.725

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.057	0.088
kv	0.006	0.008	0.029	0.044
Amax (m/s²)	0.614	0.804	2.331	3.069
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280



AEROGENERATORE S5



Stati limite

Classe Edificio: Il. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_e	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.041	2.551	0.276
Danno (SLD)	50	0.054	2.539	0.295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.164	2.525	0.380
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.230	2.424	0.411
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1 | u_s (m): 0.1

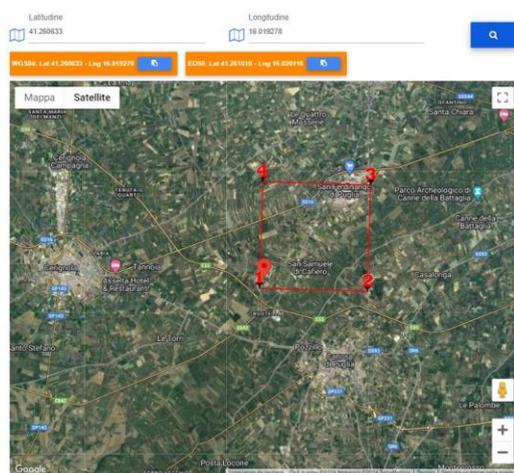
Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.45	1.37
CC Coeff. funz categoria	1.61	1.57	1.44	1.41
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00
Acc.ne massima attesa al sito [m/s ²]	0.725			

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.012	0.016	0.057	0.088
k_v	0.006	0.008	0.029	0.044
A_{max} [m/s ²]	0.605	0.797	2.336	3.088
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

AEROGENERATORE C7



Stati limite

Classe Edificio: Il. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_e	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.041	2.551	0.276
Danno (SLD)	50	0.055	2.531	0.295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.169	2.527	0.369
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.238	2.406	0.409
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1 | u_s (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.44	1.36
CC Coeff. funz categoria	1.61	1.57	1.46	1.41
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00
Acc.ne massima attesa al sito [m/s ²]	0.725			

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.012	0.016	0.058	0.091
k_v	0.006	0.008	0.029	0.045
A_{max} [m/s ²]	0.609	0.808	2.369	3.171
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

10. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Il modello geologico di riferimento (MGR) per il progetto in esame, così come richiesto dalle NTC 2018, si elabora partendo dalle principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area investigata. Questo non è altro che una sintesi di tutte le caratteristiche individuate per l'area di studio in relazione anche ai principali fattori di rischio derivanti e connessi alla progettazione.

Le caratteristiche geologico-litostratigrafiche investigate sono riconducibili ad un ambiente deposizionale marino in fase regressiva, con stratificazione parallela che non è stata interessata da eventi tettonici compressivi. Le strutture tettoniche presenti, invece, sono profonde e sono legate a meccaniche trans-distensive che non hanno evidenze in superficie.

Dalle indagini geofisiche eseguite e facendo riferimento a dati geotecnici pregressi relativi ad altri progetti ricadenti nell'area di interesse, si può affermare che il substrato geotecnico per l'opera di progetto è individuabile nelle unità argilloso-limose-sabbiose collocate ad una



PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Geologica	EO-SFE-PD-GEO-01
-----------------------------------	---------------------	------------------

profondità compresa tra 8 e 10 m dal p.c. Queste, infatti, presentano un grado di consistenza superiore rispetto ai litotipi che le precedono e, le loro caratteristiche, vanno migliorandosi con l'aumentare della profondità. Al di sopra di questo livello le caratteristiche geotecniche saranno meglio approfondite in sede di progettazione esecutiva, con indagini specifiche, volte a determinare le caratteristiche geotecniche e l'adeguatezza delle stesse all'applicazione dei carichi previsti da progetto.

Le caratteristiche geomorfologiche dell'area in esame sono quelle tipiche di un territorio sub-pianeggiante, stabile e con assenza di fenomeni di dissesto di tipo gravitativo.

Non esiste alcuna interferenza del progetto con le aree rientranti nella perimetrazione del PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, sia dal punto di vista del rischio idrogeologico che di quello geomorfologico. In alcuni casi, gli aerogeneratori previsti per l'opera, risultano essere collocati in prossimità di aree a rischio idrogeologico medio-alto, ma nonostante la vicinanza, per le caratteristiche dei siti analizzati, si può affermare che gli stessi non siano in nessun modo esposti ai rischi segnalati nelle suddette aree adiacenti.

Le caratteristiche idrogeologiche ed idrauliche dell'area si caratterizzano per la presenza di falde sotterranee poste ad una profondità di circa 20 metri dal piano campagna, nei livelli caratterizzati da unità sabbioso-conglomeratiche. Sono assenti livelli idrici superficiali che potrebbero creare scompensi nelle opere.

In sito non sono presenti direttrici idrauliche primarie, che rimangono esterne, collocate ad una distanza di almeno 3 km dall'aerogeneratore più prossimo alle stesse. Invece sono presenti canali e/o marane di carattere idraulico effimero, stagionale, che però non sono indice di rischi di particolare entità per il sito oggetto di studio e, di conseguenza, per la collocazione dei relativi aerogeneratori.

In base agli aspetti analizzati si può affermare che nell'area di progetto non sono state evidenziate criticità legate a fattori di pericolosità geologica, ad eccezione della scarsa qualità geotecnica dei terreni che si susseguono dal p.c. fino ad una profondità variabile tra i 7 ed i 10 metri. Le caratteristiche geotecniche del suolo, ad ogni modo, saranno investigate puntualmente in corrispondenza dell'ubicazione di ciascun aerogeneratore, nella fase successiva di progetto.

Di seguito si riporta la modellazione geologica di riferimento attinente all'area di progetto.

<i>Terreno vegetale</i>	<i>Da 0.00 a 2.00 mt dal p.c.</i>
<i>Limi con argille sabbiose</i>	<i>Da 2.00 a 9.00-10.00 mt dal p.c.</i>
<i>Sabbie con livelli arenacei</i>	<i>Da 9.00-10.00 a 30.00 mt dal pc</i>



11. MODELLO GEOTECNICO SUOLO DI PROGETTO

Accertato l'assetto litostratigrafico areale relativo al sito di progetto, si può passare alla *modellazione geotecnica preliminare*, in modo da valutare la qualità geotecnica del suolo investigato in riferimento all'opera prevista.

Tale modellazione sarà solo indicativa per le indagini che saranno effettuate per la modellazione di dettaglio durante la campagna geognostica dedicata alla fase esecutiva.

La parametrizzazione fornita di seguito deriva da una correlazione tra le campagne geognostiche eseguite per la realizzazione di parchi eolici collocati nei dintorni dell'area oggetto di studio ed i dati bibliografici reperiti per le unità presenti in sito.

Il modello litotecnico adottato discretizza il suolo in Unità Litotecniche (U.L.), ossia strati aventi caratteristiche geotecniche omogenee o, per lo meno, comparabili.

Sulla base di tali premesse, l'area di studio è stata suddivisa in 2 unità litotecniche differenti:

Quota	U. L.		Litologia
Da 0.00 a 2.00 mt	U. L. 1		<i>Litoide di copertura.</i>
Da 2.00 a 9.00 mt	U. L. 2		<i>Sabbie mediamente consistenti</i>

La caratterizzazione delle due unità litostratigrafiche deriva dalla correlazione con le indagini pregresse più approfondite che hanno interessato siti limitrofi, che in prima analisi sembrano avere caratteristiche simili a quelle dell'area esaminata.

I parametri geotecnici da attribuire ai suoli vengono forniti in termini di "*valori caratteristici*", in adempimento a quanto descritto nelle NTC 2018.

Per quanto emerso, si può affermare che è possibile adottare la relazione $V_k \approx V_m$, in quanto risulta esserci una omogeneità litostratigrafica e strutturale dei suoli e, di conseguenza, il valore caratteristico del singolo parametro (V_k) può essere approssimato al suo valore medio (V_m), come riportato nelle NTC. Questa assunzione risulta essere utile laddove sia necessario fare riferimento a valori prossimi ai valori medi di un parametro quando, in uno stato limite considerato, è coinvolto un elevato volume di terreno (nelle fondazioni superficiali il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità, o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più profonde e resistenti.

Si deve aggiungere, inoltre, che nell'area, i carichi derivanti dalle opere, non interferiscono con la quota piezometrica, collocata intorno ai 20 metri rispetto al piano campagna, scongiurando anche potenziali fenomeni di liquefazione dei suoli.

PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Geologica	EO-SFE-PD-GEO-01
-----------------------------------	---------------------	------------------

12.CAVIDOTTO DI PROGETTO

In progetto in esame prevede la realizzazione di un cavidotto per il trasferimento dell'energia prodotta dall'impianto eolico fino alla stazione elettrica di consegna, ubicata a circa 13 chilometri (mediamente) rispetto all'area occupata dagli aerogeneratori. Da progetto è previsto lo scavo di una trincea di collocamento del cavidotto, con una profondità di circa 1.50 metri dal piano campagna. Per la realizzazione della quale è auspicabile procedere allo scavo per sezioni definite, con successiva richiusura giornaliera della traccia, fino a raggiungere la sottostazione di consegna dell'energia, che ricade in agro del Comune di Cerignola.

L'assenza di fenomeni di dissesto geomorfologico nell'area di progetto e la scarsa rilevanza a ed impatto della messa in posto del cavidotto, rende tale opera ininfluenza sotto l'aspetto geologico e geomorfologico nell'ambito della progettazione in itinere.

A ragione di quanto appena affermato, si ritiene che non sia necessario specificare alcuna prescrizione relativamente alla realizzazione dell'opera in oggetto in aggiunta a quanto sarà valutato dagli Enti di valutazione.



PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Geologica	EO-SFE-PD-GEO-01
-----------------------------------	---------------------	------------------

13. GIUDIZIO FINALE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA

Al fine di poter redigere la presente relazione geologica è stato necessario effettuare uno studio ed una valutazione sia del sito oggetto di studio che delle aree immediatamente circostanti. Sono state effettuate valutazioni delle caratteristiche geologiche ed ambientali del contesto in analisi, ma anche dimensionali e strutturali delle opere da realizzare. Da tali valutazioni non sono emersi elementi di particolare rischio riferiti all'assetto geomorfologico ed idraulico-idrogeologico dell'areale di progetto, che può essere definito così stabile ed idoneo alla tipologia di intervento previsto dal progetto.

In nessun caso vi sono interferenze del progetto con le aree perimetrate all'interno del PAI dell'AdB come a rischio geomorfologico o idrogeologico, anzi le caratteristiche geolitologiche del sottosuolo e l'assetto morfo-topografico dell'area, sono tali da poter definire la totale assenza, anche potenziale, di fenomeni di disturbo geomorfologico, gravitativo. Tutta l'area in oggetto è priva di criticità particolari, tanto da rendere non necessarie le verifiche di stabilità di versante. L'assetto litostratigrafico verticale e le caratteristiche litotecniche del suolo, in associazione alle indagini geognostiche effettuate ed alle correlazioni con quanto emerso negli studi relativi ad opere limitrofe all'area di interesse, hanno portato all'individuazione di uno strato dotato di una buona qualità geotecnica ad una profondità superiore ai 9 metri rispetto al piano campagna, al quale sarebbe opportuno trasferire i carichi sviluppati dall'opera. Tale aspetto sarà comunque approfondito in sede di progettazione esecutiva mediante opportune indagini geognostiche. Nel complesso, il suolo oggetto di indagine è stato identificato come "Suolo di tipo C".

Stornara, 21 Gennaio 2024

Dott.ssa Geol. Alessandra Prisciandaro



PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione Geologica	EO-SFE-PD-GEO-01
-----------------------------------	---------------------	------------------

ALLEGATO A
INDAGINE SISMICA ESEGUITA



1.1 Sismica di superficie

La risposta sismica locale dell'area di interesse, ai sensi della normativa sismica vigente (NTC 2018 – DM 17 gennaio 2018), è stata valutata con Tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) sugli allineamenti denominati *Masw1-Masw2-Masw3*; si è ottenuto il profilo verticale medio delle Vs nel baricentro delle linee considerate.

1.1.1 Cenni Teorici

La tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*), consente di fornire un profilo verticale medio delle Vs relative al volume di sottosuolo sotteso dallo stendimento operato.

Tale profilo verticale delle Vs viene ricavato per inversione o per modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh).

Le onde di Rayleigh costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo ed omogeneo, e sono il risultato dell'interferenza tra onde P ed onde Sv (onde di taglio verticali).

In un mezzo stratificato, tali onde sono di tipo guidato e dispersivo.

La dispersione è una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza.

Le componenti con frequenza minore, penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.

Il profilo di velocità onde di Rayleigh ($V_{\text{fase}}/\text{frequenza}$), può essere convertito nel profilo Vs/profondità.

Il metodo SASW (Nazarian e Stokoe, 1984) utilizza una sorgente attiva e due sismometri da 1Hz polarizzati verticalmente spaziati da 1m sino a 500m; le Vs sono ricavate dallo studio delle velocità di fase delle onde di Rayleigh.

Tali velocità di fase sono ricavate per confronto diretto degli spettri d'ampiezza e fase di ciascuna coppia di sismometri, ottenuti istantaneamente in sito tramite un oscilloscopio che esegue una trasformata veloce di Fourier; l'interpretazione è svolta

nel dominio delle frequenze, e si suppone che gli arrivi più energetici appartengano al treno d'onde di Rayleigh.

In ambienti rumorosi, la metodologia SASW non porta sempre a risultati soddisfacenti per il fatto che, nel dominio delle frequenze non è possibile separare le onde di Rayleigh da quelle di altra natura.

Il metodo MASW (Park et al., 1999) è stato sviluppato in parte per superare le difficoltà del metodo SASW in ambienti rumorosi.

Viene effettuata infatti una registrazione simultanea di 12 o più canali, che fornisce una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase e ne avvalorata la veridicità.

In questo caso la interpretazione e salvataggio dati nel dominio temporale, consente di separare le onde di Rayleigh presenti nelle acquisizioni (caratterizzate normalmente da elevata ampiezza di segnale); si stima che circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si tramuta in onde di superficie.

L'analisi spettrale detta "*overtone analysis*", produce un grafico Velocità di fase-frequenza in cui si può distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie sul quale effettuare il *picking* della curva di dispersione, ed ottenere per successiva inversione il profilo 1-D delle Vs. La tecnica prevede inoltre di eseguire misure ripetute spostandosi nella direzione di allineamento dello stendimento.

1.1.2 Acquisizione e Processing dati

L'analisi mediante tecnica MASW, è stata effettuata registrando onde di superficie (sorgente attiva-massa battente) registrando i dati sismici (*common-shot gathers*) mediante array lineare di 24 geofoni (bassa frequenza: 4.5 Hz) su n.3 tracce da 1 sec/cad, con geofoni distanziati con passo 1.0-2.0m e *offset* variabile 2-5-10-15m.

Si sono registrate su n. 24 canali, onde con range di frequenza 2-30Hz, che in condizioni ottimali offrono dettagliate informazioni sulla ricostruzione del profilo Vs in profondità.

Dopo aver caricato il *dataset* di campo, si è determinato tramite software dedicato lo spettro di velocità (diagramma Velocità/Frequenza).

Nello spettro di velocità $v-f$ sono visualizzati gli andamenti con evidente coerenza di fase e potenza significativa che consentono di riconoscere in modo “visivo” le onde di Rayleigh che hanno carattere dispersivo (Modo Fondamentale), rispetto a quelle (onde Rayleigh di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente) che hanno altri Modi e tipi di onde (Modo superiore – *Aliasing spaziale*).

Si è eseguito il *picking* (Modo Fondamentale) della curva di dispersione; tali valori sono stati poi plottati su un diagramma *velocità-frequenza*, per l’analisi della curva di dispersione ed ottimizzazione del modello diretto monodimensionale di V_s .

Negli elaborati prodotti sono stati riportati oltre al sismogramma prescelto per l’inversione, i seguenti spettri:

Spettro FX: proviene da una FFT 2D applicata all'intero sismogramma, considerando il valore assoluto delle frequenze positive.

La figura viene mostrata in un sistema distanza -frequenza. Analizzando lo spettro è possibile comprendere a quali frequenze è situato l'impulso di energia e se al segnale è sovrapposto del *noise*.

Spettro FK: proviene da una FFT 2D applicata all'intero sismogramma medio, considerando il valore assoluto delle frequenze positive.

La figura viene mostrata in un sistema numero d'onda-frequenza. Da tale spettro è possibile estrarre la curva di dispersione sperimentale.

Spettro FV: proviene da una FFT 2D applicata all'intero sismogramma, considerando il valore assoluto delle frequenze positive.

La figura viene mostrata in un sistema frequenza-velocità. Anche da tale spettro è possibile estrarre la curva di dispersione sperimentale.

1.1.3 Strumentazione Adottata e Trattamento dati

- *Tecnica MASW:*

-Sismografo Mod. **Geode Geometrics** : acquisizione con risoluzione di 24 bit, con 24 canali con segnale digitale memorizzato direttamente sullo strumento; trasferimento dati su PC;

Geode Ultra-Light Exploration Seismograph



Fig.1) Sismografo GEODE (Geometrics USA)

Caratteristiche Tecniche

Ultra Light-weight: 3.6 kg

Expandable:* Available with 3 to 24 channels per module; connect more modules to build low cost distributed systems up to 1000 channels.

Unmatched Specifications: 24 bit, ultra-high resolution 20 kHz bandwidth (8 to 0.02 ms sampling), low distortion (0.0005%), low noise (0.2uV), stacking accuracy (1/32 of sample interval).

-Apparato di ricezione (per Sismica di Superficie in onda S): 24 geofoni marca OYO-GEOSPACE 4.5 Hz con time break sincrono con la sorgente di energia (starter);

-Sorgente di Energia (per Sismica di Superficie in onda P tipo “Hammer Blow” da 8 Kg che impatta su una piastra in lega d'acciaio (onda P);

-Trattamento dati (per Sismica di Superficie): display sismogrammi, *processing* dei dati SEGY, calcolo dello spettro di velocità per ogni traccia acquisita, effettuazione del *picking* della curva di dispersione, plottaggio su un diagramma periodo-velocità di fase, ottimizzazione del modello diretto di velocità delle onde di taglio: softwares: winMASW 4.0 (Eliosoft); SWAN 1.4 (GeoStudi Astier Srl).

1.1.4 Richiamo alla normativa vigente sulla classificazione sismica dei suoli (NTC 2018 -D.M. 17 gennaio 2018)

Il D.M. 17 genn. 2018 (NTC 2018), definisce la pericolosità sismica, intesa come "accelerazione massima attesa a_g su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (cat. A - $V_{s30} > 800$ m/s)", in funzione del sito e non più in relazione alla zona sismica del comune cui appartiene l'area oggetto dell'intervento. La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (allegato A del D.M. 14 gennaio 2008), viene ora effettuata direttamente per il sito in esame, sulla base delle informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella tabella 1 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008.

Tale reticolo è costituito da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Per ciascuno dei nodi sono forniti i valori dei parametri a_g (espresso in g/10), F_0 (adimensionale) e T^*c (espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica.

Una volta individuate le coordinate del sito oggetto d'intervento, il calcolo di ciascuno dei relativi parametri spettrali su indicati può essere effettuato attraverso la media

pesata dei corrispondenti valori nei 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B) che circondano il sito in esame secondo la seguente formula:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove:

- p è il parametro di interesse nel punto in esame;
- p_i è il valore del parametro di interesse nell' i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta.

Se il tempo di ritorno considerato non coincide con nessuno dei tempi di ritorno forniti in tabella, per ricavare il valore del parametro di interesse sarà necessario effettuare un'ulteriore interpolazione (tra i valori dei parametri corrispondenti ai due tempi di ritorno che comprendono quello di calcolo) con la formula seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$

dove

- p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno T_R considerato
- T_{R1} e T_{R2} sono i valori del tempo di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori di p_1 e p_2

1.1.5 Categorie di sottosuolo

E' possibile determinare l'azione sismica di progetto per un dato secondo un approccio semplificato, basato sulle seguenti categorie di sottosuolo di riferimento (A,B,C,D,E) e n.2 categorie aggiuntive (S1-S2):

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

La **misura diretta** della **velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata.**

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie **S1** ed **S2** di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di

argille d'elevata sensitività possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_u, 30 < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

1.1.6 Risultanze dei rilievi a Tecnica Masw

L'analisi delle velocità delle onde di taglio rilevate con tecnica Masw ha considerato un numero adeguato di strati (n.5) per effettuare un *fitting* migliore della curva di dispersione; i dati di V_s rilevati con la tecnica adottata, mostrano la presenza di un primo livello a medio-scarso risposta acustica (terreno vegetale limo sabbioso di copertura $V_s=107-244$ m/sec) presente sino a circa 1.62-2.25 m da p.c.

In seguito, sino alla profondità di circa 5.56-9.38 m da p.c., si intercetta un orizzonte a media risposta acustica (formazione sabbio limosa a grado di addensamento variabile $V_s=190-260$ m/sec):

Oltre l'orizzonte appena indicato, le caratteristiche migliorano lentamente con la profondità, sino a valori pari a $V_s=412-478$ m/sec a 30.0m circa da p.c., testimoniando il migliorare progressivo delle caratteristiche litotecniche dei terreni con graduale passaggio al substrato limo-argilloso presente nell'area di indagine.

Nel dettaglio, i valori ottenuti sono riportati nelle tabelle che seguono:

Profilo Verticale Vs				Masw 1
Spessore (m)	Profondità		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
2.25	0.00	2.25	107	Vs30 (0.00-30.0 m): 299 m/sec
3.59	2.25	5.84	190	
5.83	5.84	11.67	287	
9.22	11.67	20.89	437	
9.11	20.89	30.00	478	Tipo di Suolo: C

Profilo Verticale Vs				Masw 2
Spessore (m)	Profondità		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
2.16	0.00	2.16	137	Vs30 (0.00-30.0 m): 312 m/sec
3.40	2.16	5.56	216	
5.77	5.56	11.33	308	
8.90	11.33	20.23	369	
9.77	20.23	30.00	450	Tipo di Suolo: C

Profilo Verticale Vs				Masw 3
Spessore (m)	Profondità		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
1.62	0.00	1.62	244	Vs30 (0.00-30.0 m): 320 m/sec
7.76	1.62	9.38	260	
9.97	9.38	19.35	325	
3.91	19.35	23.26	384	
6.74	23.26	30.00	412	Tipo di Suolo: C

Il calcolo del parametro Vs30 rispettivamente paria a 299 m/s, 312 m/s e 320 m/s consente di attribuire il sito in esame alla categoria C.

I dati relativi alle singole prove condotte sono riportati nell'allegato specifico AII.A) Rilievi Sismici Tecnica Masw, cui si rimanda.

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA

Dr. Geol. Lorenzo PORCARI

Via L. da Vinci, 31 - 75100 MATERA - ☎ 0835/381960 – Mob. 3357121638

All.A)

Rilievo Sismico Tecnica MASW

Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

Rif: MASW_1

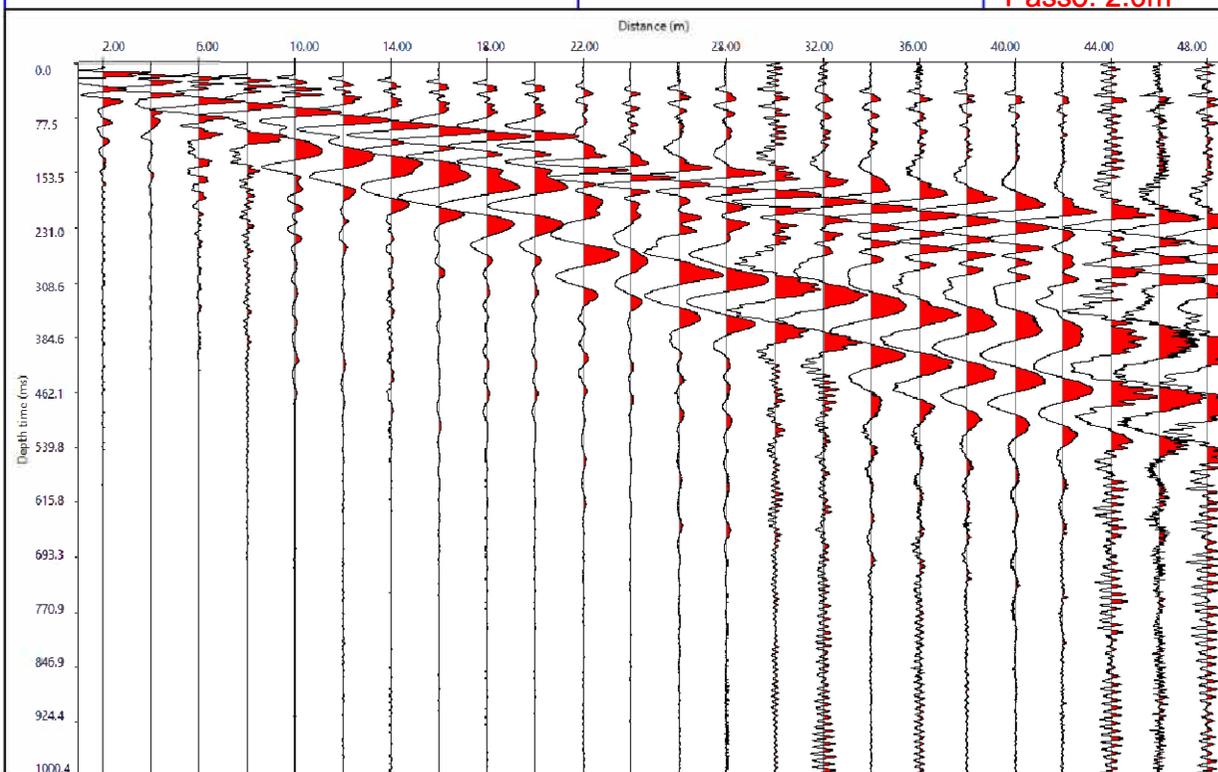
Rif.: Progetto definitivo per la realizzazione di un Parco Eolico denominato "San Cassaniello" nei Comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT)

Committ: INERGIA S.p.a.
Roma (RM)

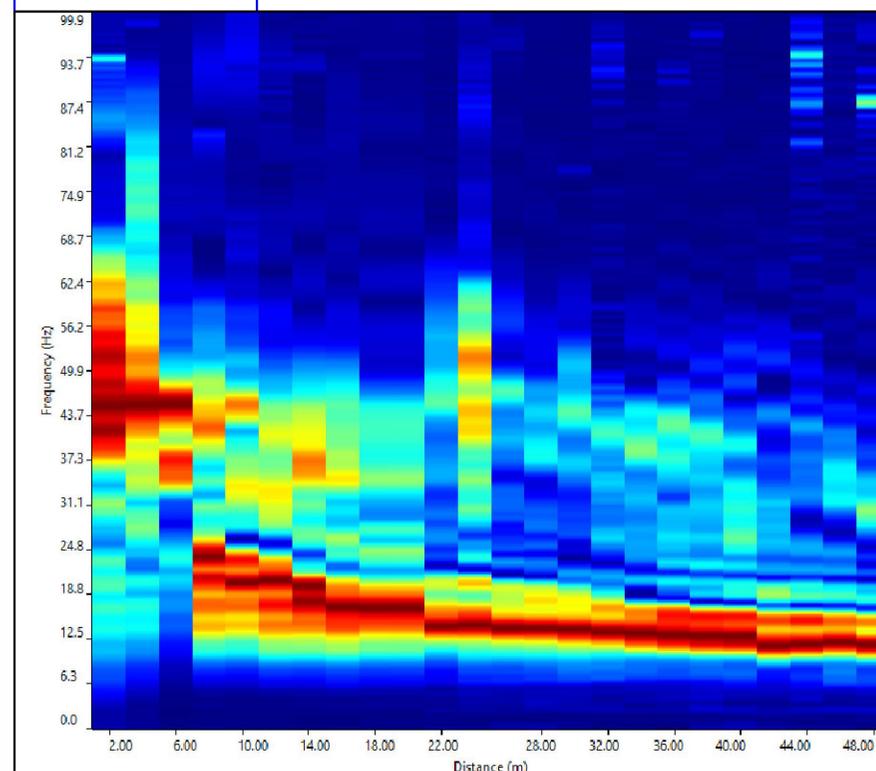
Data: Gen. 2024

Sismogramma di Riferimento

Shot: 2.0m
Passo: 2.0m



Spettro FX



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

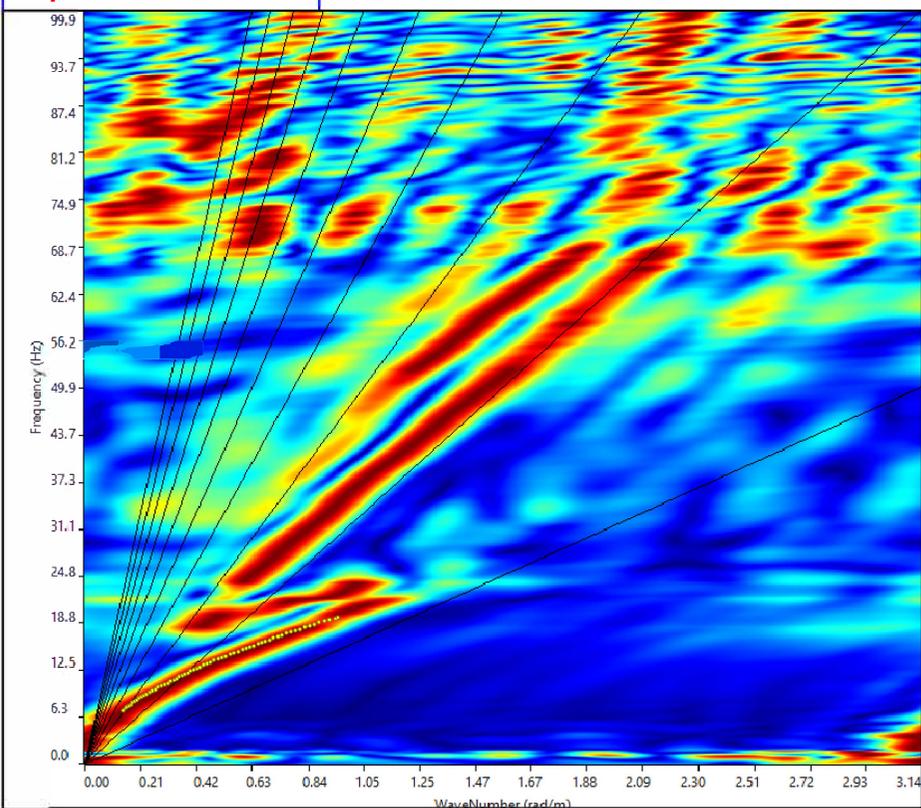
Rif: MASW_1

Rif.: Progetto definitivo per la realizzazione di un Parco Eolico denominato "San Cassaniello" nei Comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT)

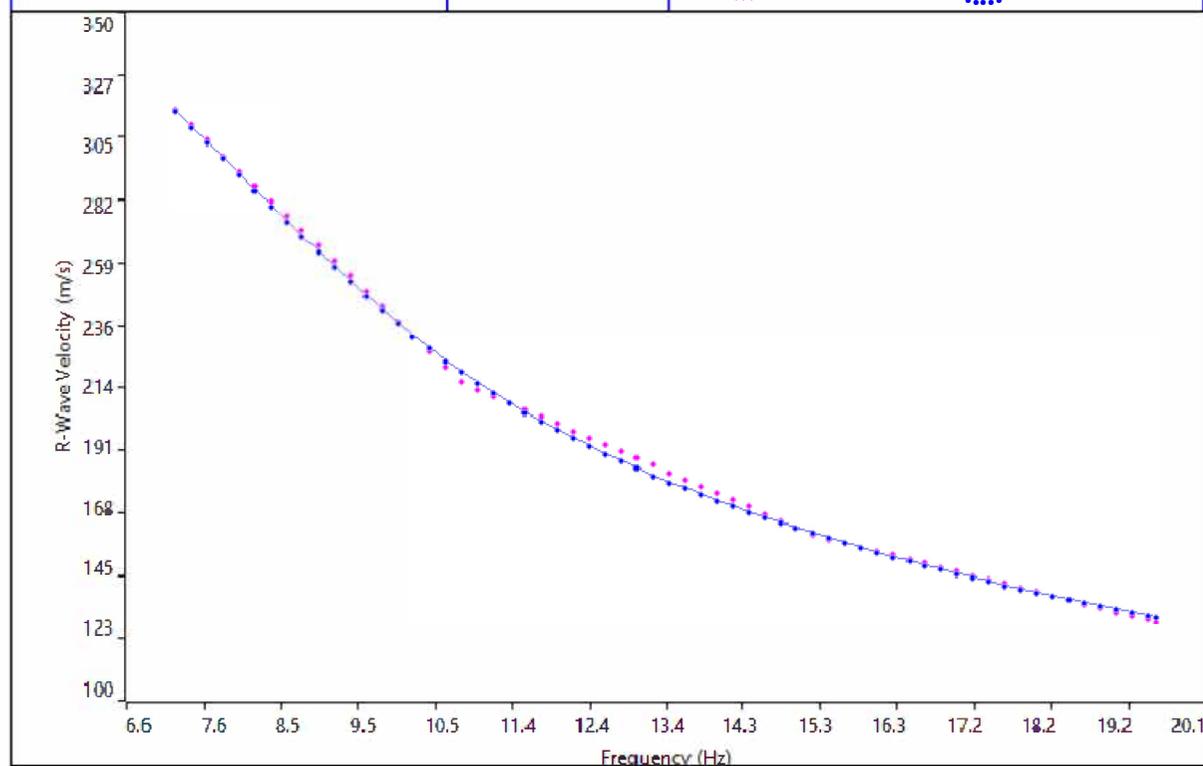
Committ: INERGIA S.p.a.
Roma (RM)

Data: Gen. 2024

Spettro FK



Curve di Dispersione



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

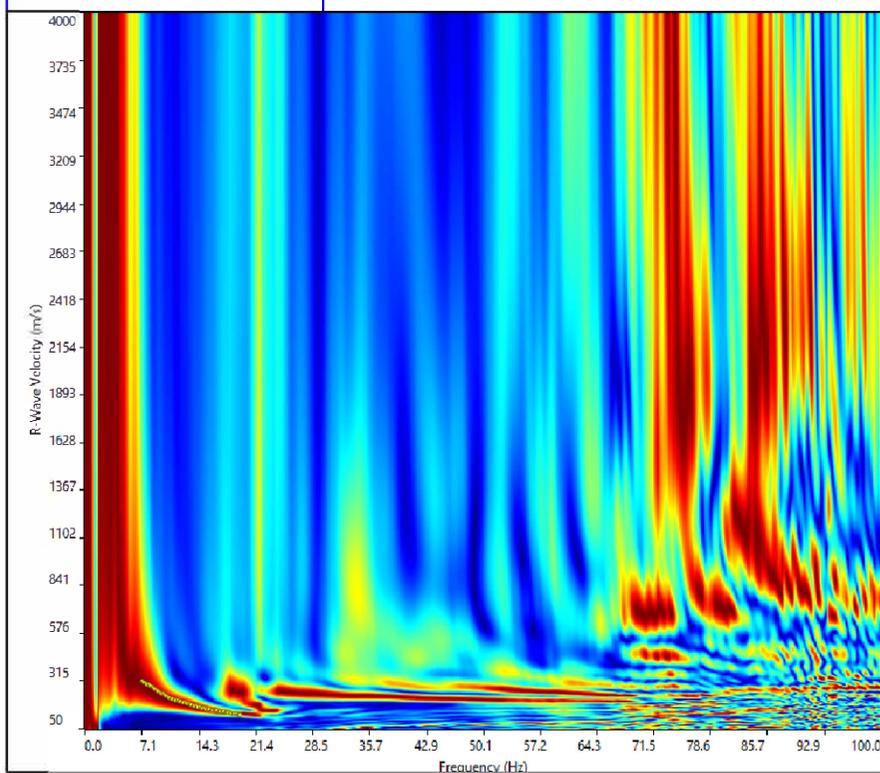
Rif: MASW_1

Rif.: Progetto definitivo per la realizzazione di un Parco Eolico denominato "San Cassaniello" nei Comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT)

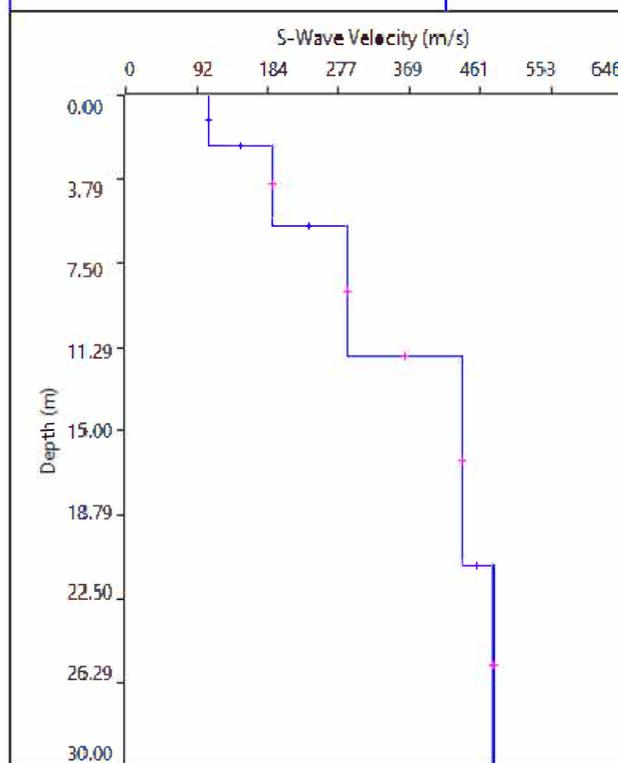
Committ: INERGIA S.p.a.
Roma (RM)

Data: Gen. 2024

Spettro FV



Profilo verticale Vs



Profilo Verticale Vs				Masw 1
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
2.25	0.00	2.25	107	Vs30 (0.00-30.0 m): 299 m/sec
3.59	2.25	5.84	190	
5.83	5.84	11.67	287	
9.22	11.67	20.89	437	Tipo di Suolo: C
9.11	20.89	30.00	478	

Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

Rif: MASW_2

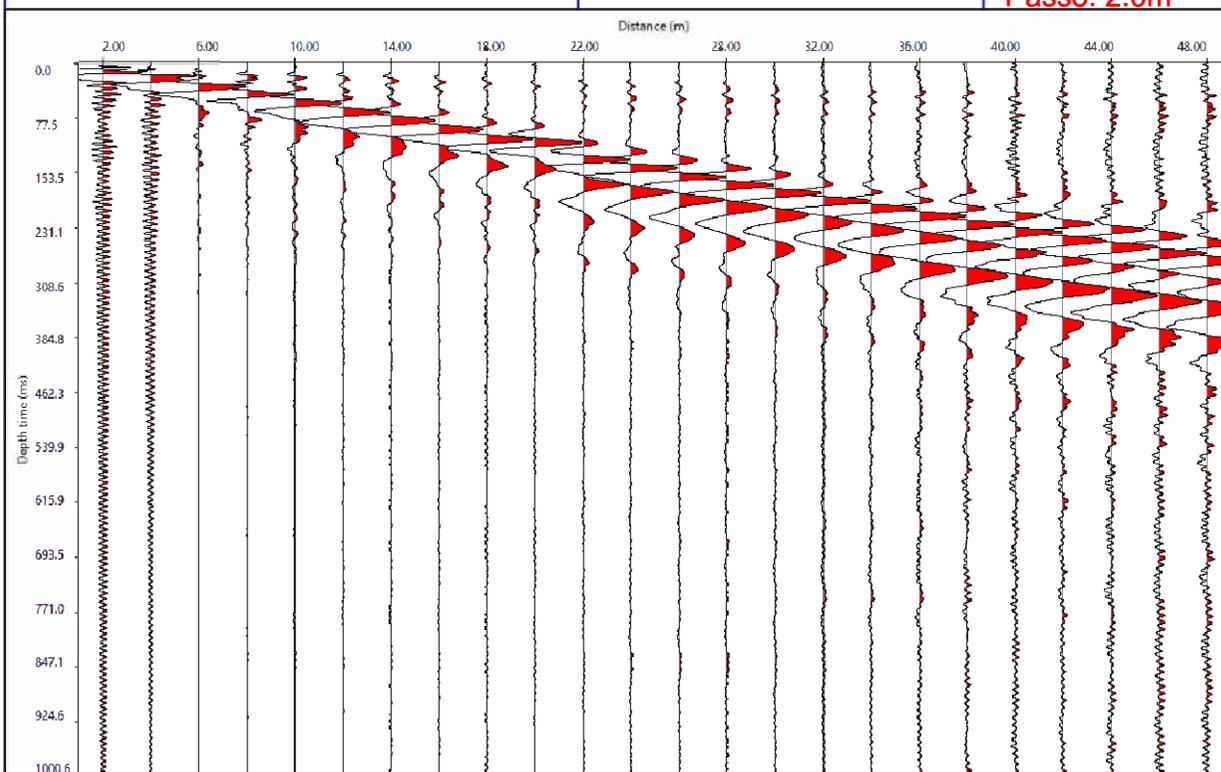
Rif.: Progetto definitivo per la realizzazione di un Parco Eolico denominato "San Cassaniello" nei Comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT)

Committ: INERGIA S.p.a.
Roma (RM)

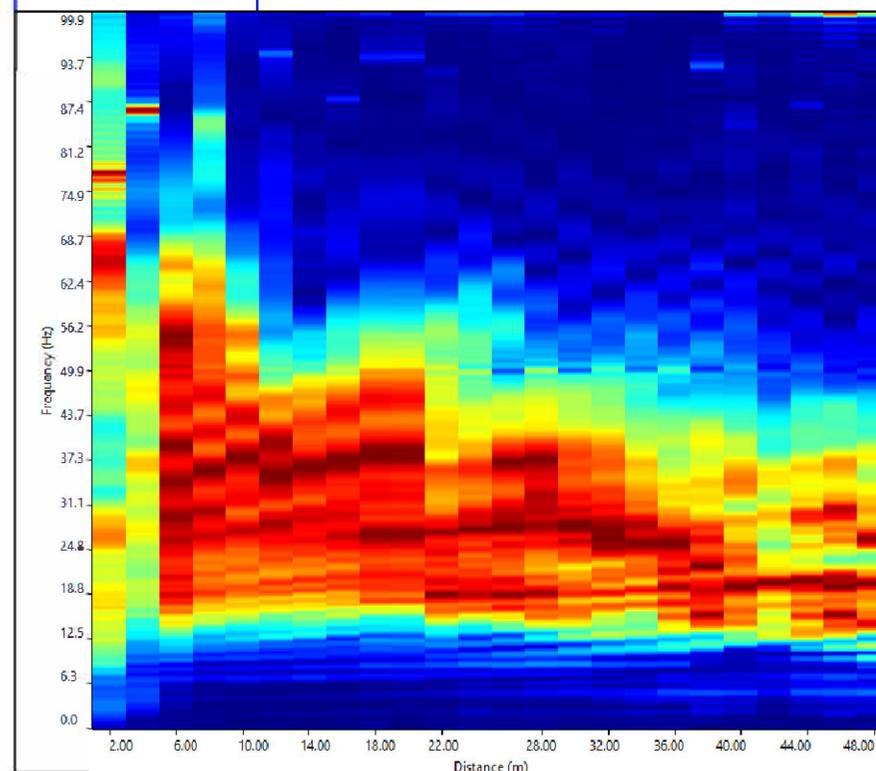
Data: Gen. 2024

Sismogramma di Riferimento

Shot: 2.0m
Passo: 2.0m



Spettro FX



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

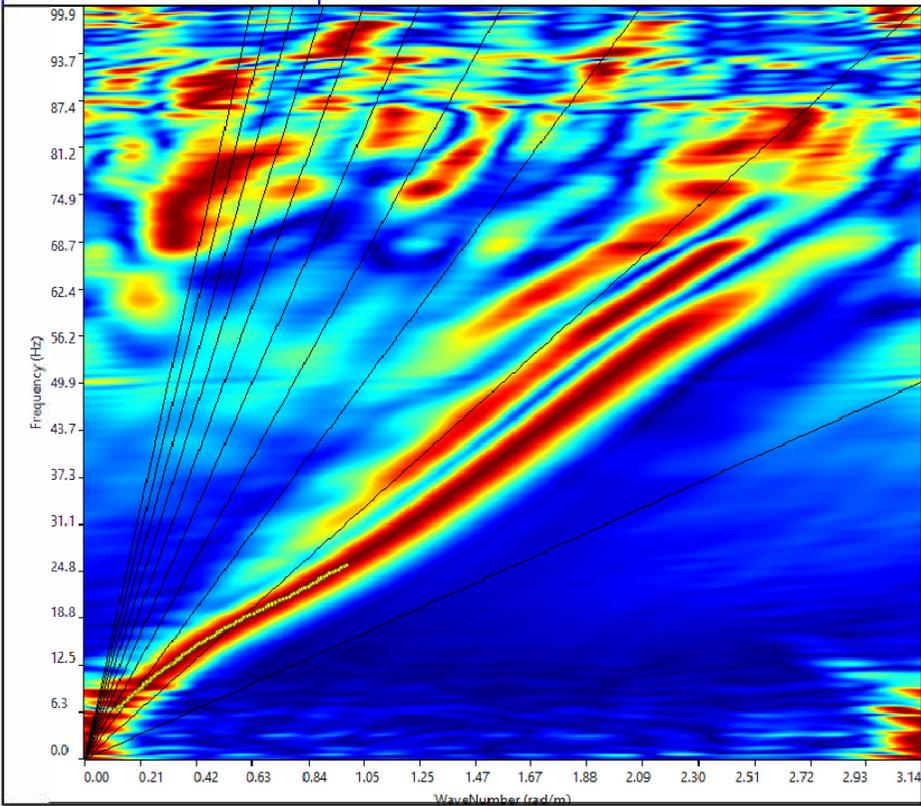
Rif: MASW_2

Rif.: Progetto definitivo per la realizzazione di un Parco Eolico denominato "San Cassaniello" nei Comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT)

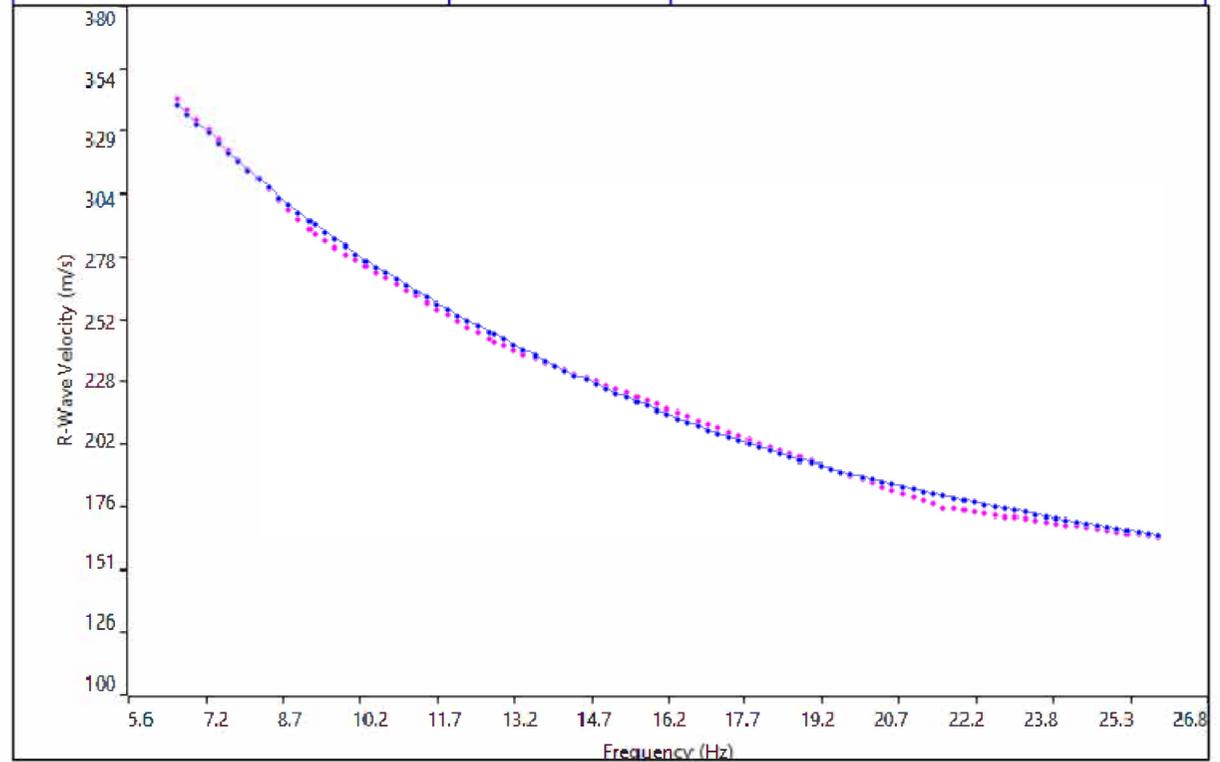
Committ: INERGIA S.p.a.
Roma (RM)

Data: Gen. 2024

Spettro FK



Curve di Dispersione



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

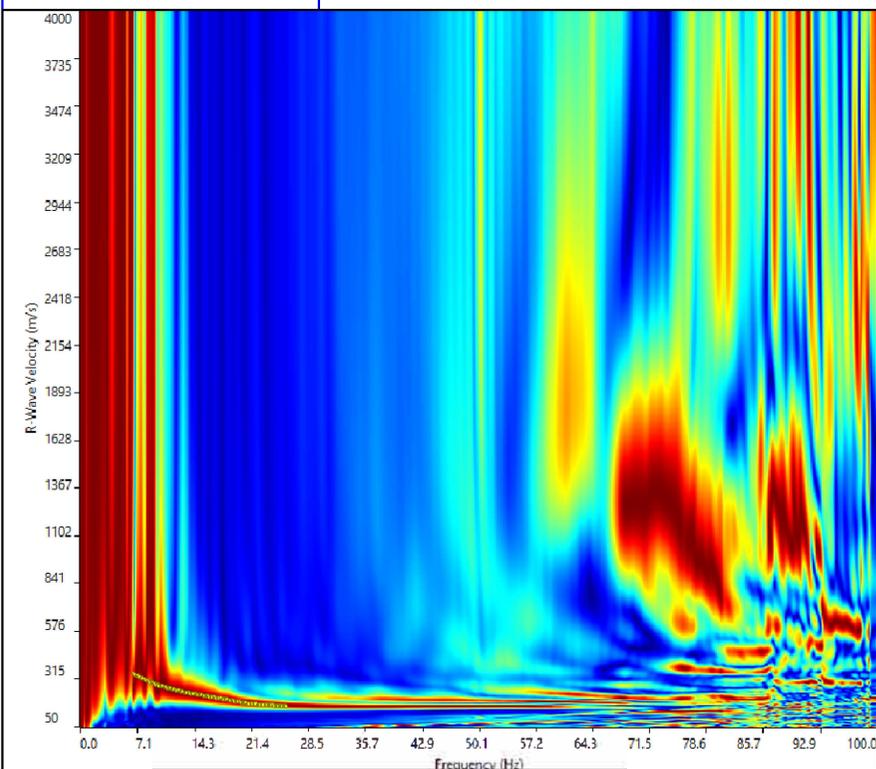
Rif: **MASW_2**

Rif.: Progetto definitivo per la realizzazione di un Parco Eolico denominato "San Cassaniello" nei Comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT)

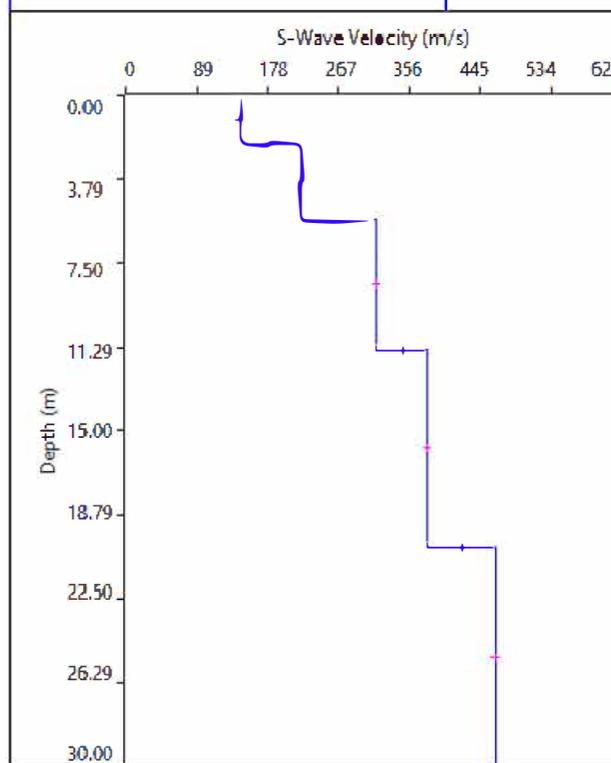
Committ: INERGIA S.p.a.
Roma (RM)

Data: Gen. 2024

Spettro FV



Profilo verticale Vs



Profilo Verticale Vs				Masw 2
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
2.16	0.00	2.16	137	Vs30 (0.00-30.0 m): 312 m/sec
3.40	2.16	5.56	216	
5.77	5.56	11.33	308	
8.90	11.33	20.23	369	Tipo di Suolo: C
9.77	20.23	30.00	450	

Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

Rif: MASW_3

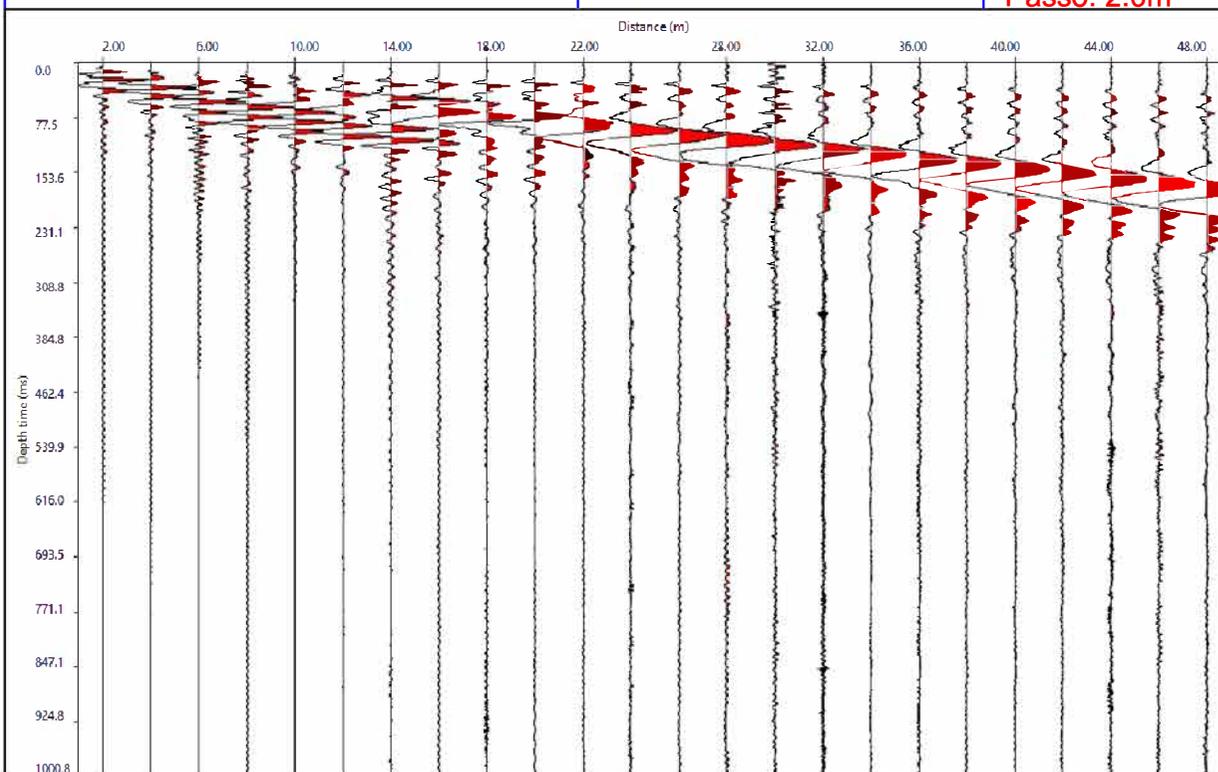
Rif.: Progetto definitivo per la realizzazione di un Parco Eolico denominato "San Cassaniello" nei Comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT)

Committ: INERGIA S.p.a.
Roma (RM)

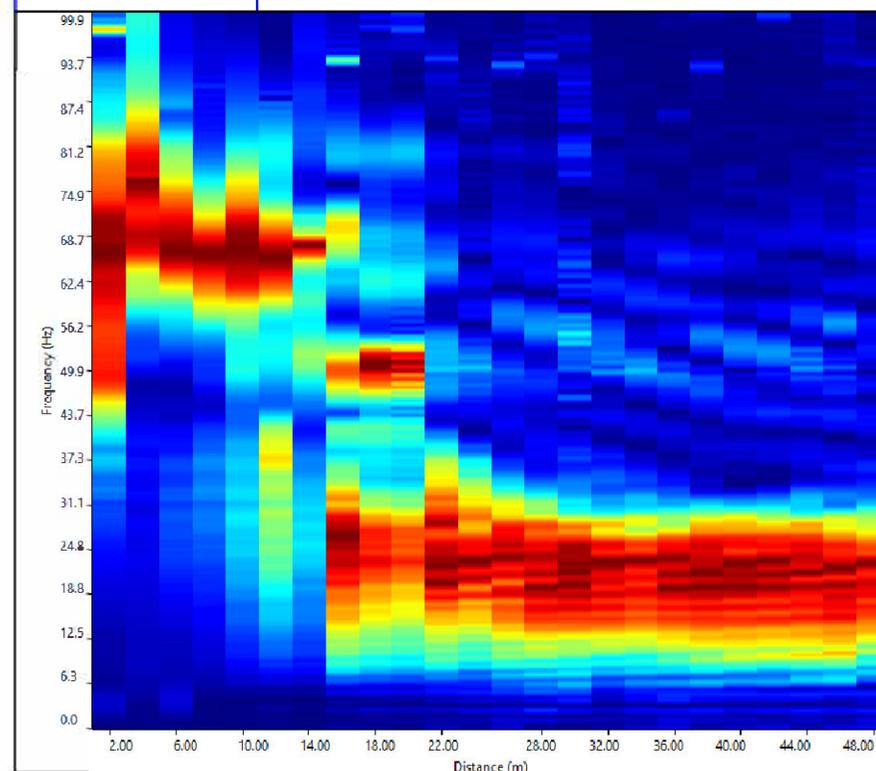
Data: Gen. 2024

Sismogramma di Riferimento

Shot: 2.0m
Passo: 2.0m



Spettro FX



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

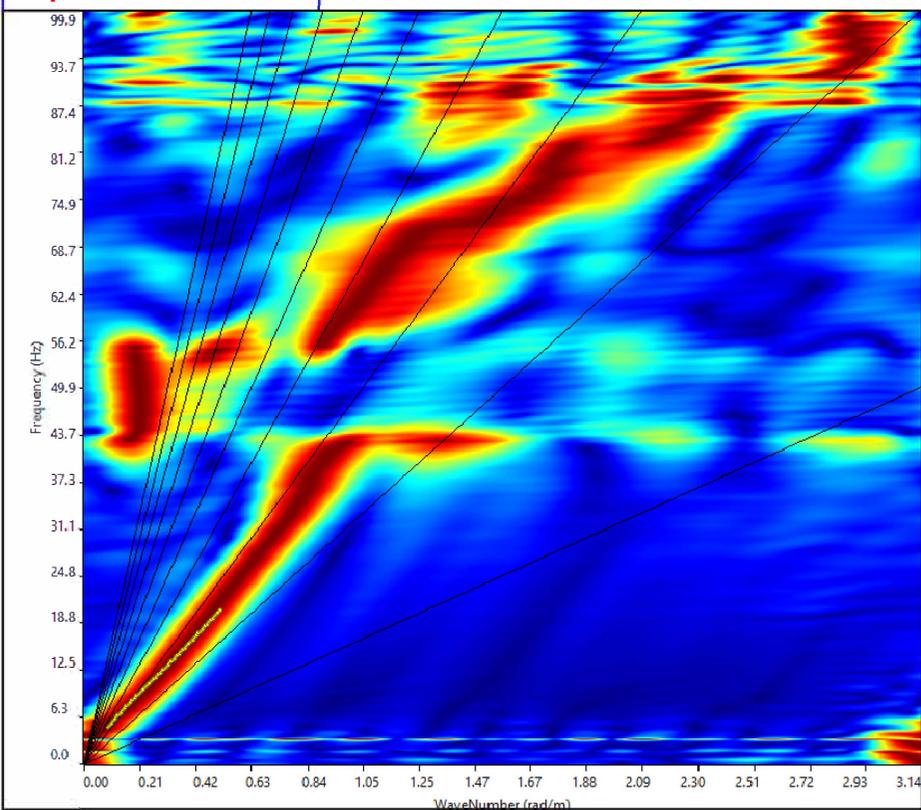
Rif: MASW_3

Rif.: Progetto definitivo per la realizzazione di un Parco Eolico denominato "San Cassaniello" nei Comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT)

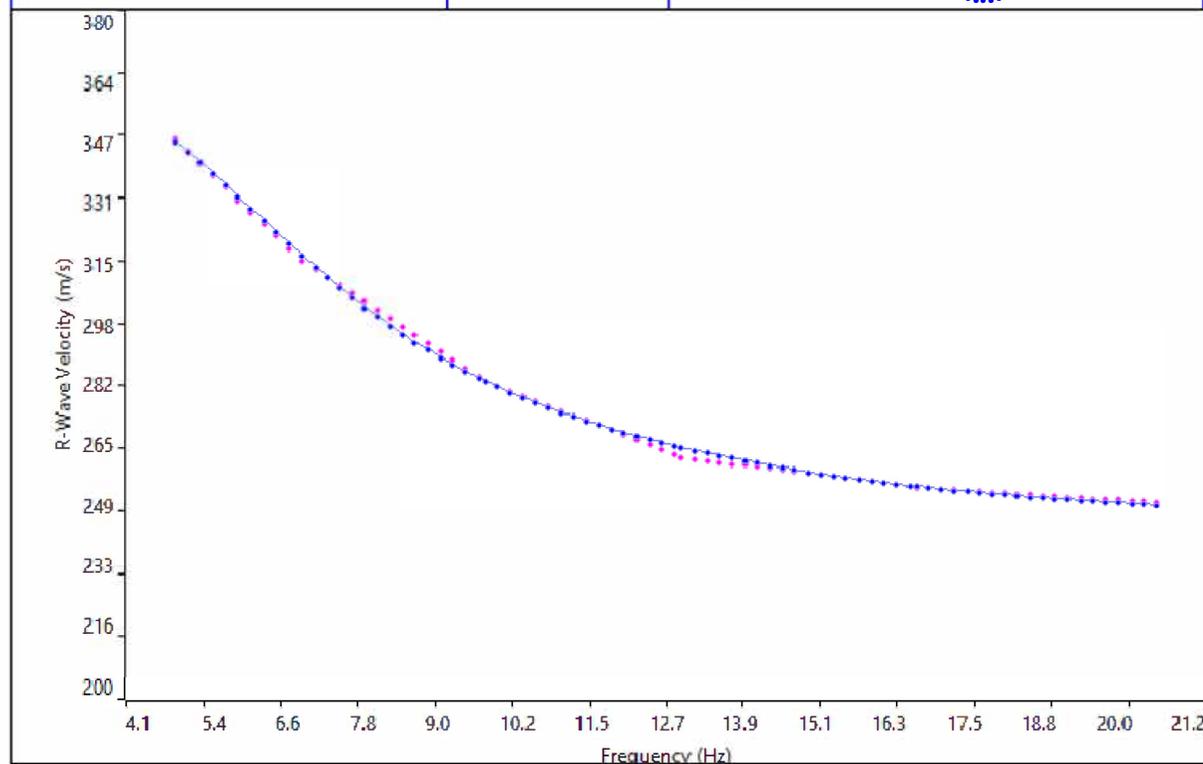
Committ: INERGIA S.p.a.
Roma (RM)

Data: Gen. 2024

Spettro FK



Curve di Dispersione



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

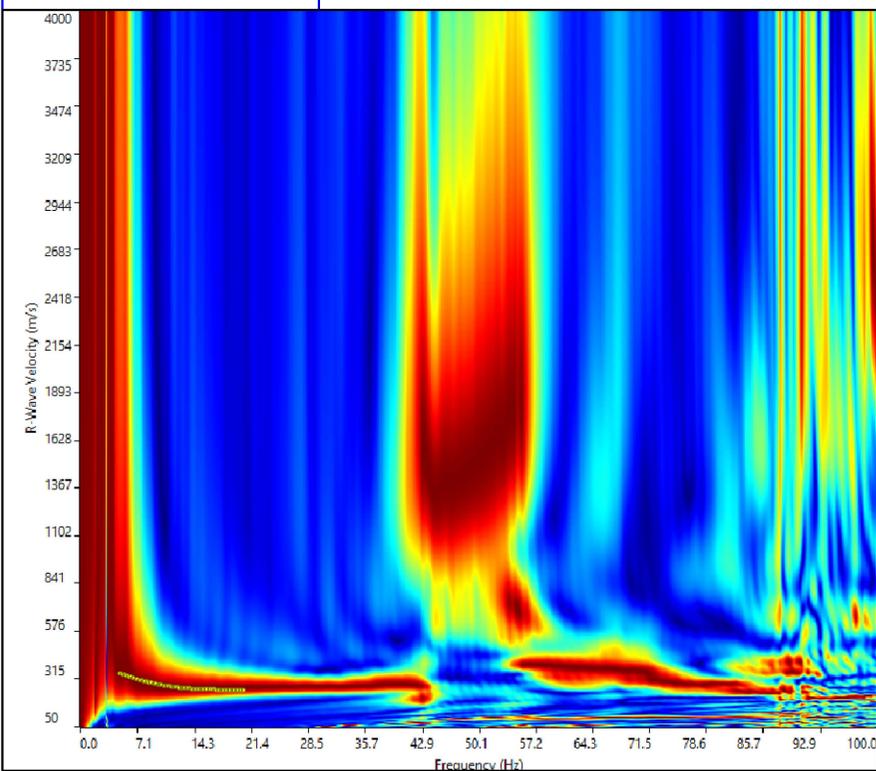
Rif: MASW_3

Rif.: Progetto definitivo per la realizzazione di un Parco Eolico denominato "San Cassaniello" nei Comuni di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT)

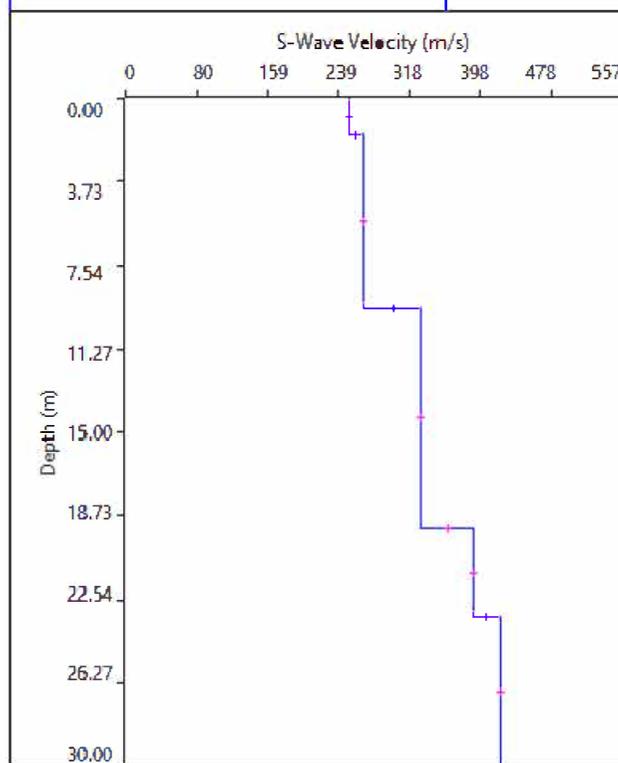
Committ: INERGIA S.p.a.
Roma (RM)

Data: Gen. 2024

Spettro FV



Profilo verticale Vs



Profilo Verticale Vs				Masw 3
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
1.62	0.00	1.62	244	Vs30 (0.00-30.0 m): 320 m/sec
7.76	1.62	9.38	260	
9.97	9.38	19.35	325	
3.91	19.35	23.26	384	Tipo di Suolo: C
6.74	23.26	30.00	412	