

POSTA DELLE CANNE S.r.l.

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG) IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"



Tecnico

ing. Danilo Pomponio

Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

Consulente

Geol. Domenico Del Conte

AZIENDA CON SISTEMA GESTIONE
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
OHSAS 18001:2007
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY



Responsabile Commessa

ing. Danilo Pomponio

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA	
V19		RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA	20053	D	
			CODICE ELABORATO		
			DC20053D-V19		
REVISIONE	00	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l. e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA	
			-	-	
			NOME FILE	PAGINE	
			DC20053D -V19.doc	51 + copertina	
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	23/07/20	Emissione	Del Conte	Miglionico	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 1 di 39

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GEOLOGICO DELL'AREA	3
3.	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	8
4.	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA	10
5.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO ALL'INTERNO DEL PARCO EOLICO	23
5.1	PROSPEZIONE SISMICA DI TIPO MASW	24
5.2	PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE	26
5.3	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	27
5.4	MODALITA' DI ESECUZIONE DEI RILIEVI: ATTIVITA' DI CAMPO	28
5.5	RISULTATI INDAGINE GEOFISICA	29
5.6	ELABORAZIONE INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW	29
5.7	ELABORAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE	31
6.	CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI AFFIORANTI	37
7.	CONCLUSIONI	38

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG) IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"

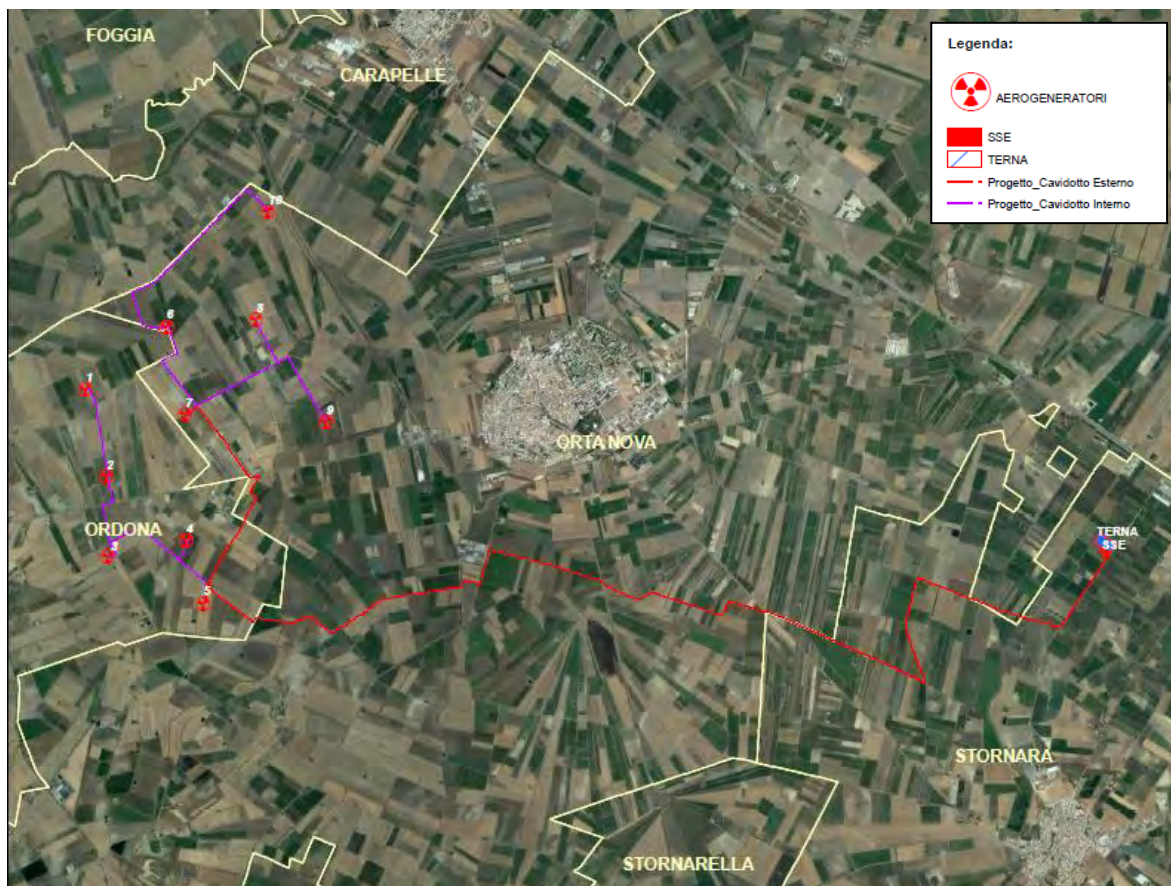
RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

1. PREMESSA

Il presente rapporto è stato redatto a supporto del progetto per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **POSTA DELLE CANNE s.r.l.**

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un *impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da n. 10 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 5,6 MW per una potenza complessiva di 56,00 MW*, da realizzarsi nella Provincia di Foggia, nel territorio comunale di Orta Nova e Ortona, in cui ricadono gli aerogeneratori e parte dell'elettrodotto esterno, mentre nel territorio comunale di Stornara ricade la restante parte dell'elettrodotto esterno e le opere di connessione alla RTN.

Di seguito si riportano le aree interessate dal progetto in parola.





Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 3 di 39

Preliminarmente è stato svolto un rilievo geologico per evidenziare eventuali problemi connessi con la natura e le caratteristiche del sottosuolo che possono incidere in modo significativo sulle opere che si intendono realizzare. Successivamente, a questa prima fase conoscitiva, è stato svolto il seguente piano di lavoro:

- ricerca bibliografica e cartografica;
- rilevamento geomorfologico di superficie di un'area sufficientemente ampia e di quella direttamente dallo studio;
- riesame e confronto di alcuni studi di natura geologico - tecnica eseguiti in zone limitrofe;
- stesura della relazione illustrativa generale in riferimento al DM 17.01.2018 – DPR 380/01 – L. 02.02.1974 n 64 e successive modificazioni;
- Interferenza con il PTA;
- studio di compatibilità PAI;
- caratterizzazione sismica del terreno oggetto di studio ai sensi delle NTC 2018, mediante esecuzione di prospezioni geofisiche per la determinazione del parametro $V_{s,eq}$ e dei moduli dinamici del terreno;
- caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GEOLOGICO DELL'AREA

Come narrato in precedenza, l'area scelta per la realizzazione del progetto, inteso sia come quella occupata dai 10 aerogeneratori di progetto, con annesse piazzole e relativi cavidotti di interconnessione interna, e parte del cavidotto esterno, interessa il territorio comunale di Orta Nova censito al NCT ai fogli di mappa nn. 13, 20, 38, 43, 46, 47, 48, 52 e 53, ed il territorio comunale di Ortona censito al NCT ai fogli di mappa nn. 6, e 7, la restante parte del cavidotto esterno e la sottostazione di consegna ricadono nel territorio comunale di Stornara censito ai fogli di mappa nn. 1, 3, 4, 6, e 8.

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 del Comune di Orta Nova.

COORDINATE WGS 84 - UTM 33 N			DATI CATASTALI		
WTG	E	N	COMUNE	FOGLIO	P.LLA
1	554494	4575578	Ortona	6	37
2	554699	4574698	Ortona	6	616
3	554715	4573880	Ortona	7	407
4	555508	4574045	Ortona	7	216

5	555687	4573409	Ordona	7	414
6	555310	4576223	Orta Nova	13	263
7	555502	4575326	Orta Nova	20	291
8	556222	4576287	Orta Nova	20	218
9	556929	4575253	Orta Nova	20	19
10	556339	4577384	Orta Nova	13	111

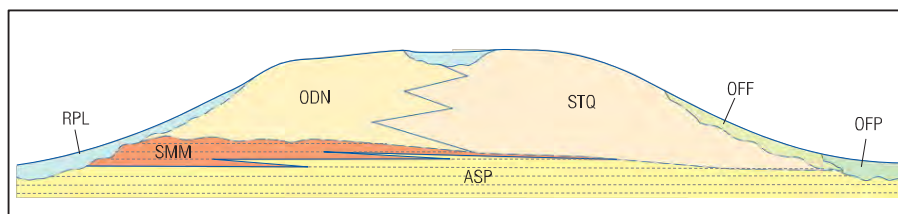
Cartograficamente l'opera di che trattasi ricade nelle seguenti aree:

- Foglio 175 "Cerignola" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000;
- Tavoletta "Carapelle" 164 III SE, scala 1:25000 edita dall'I.G.M;
- Tavoletta "Ordona" 175 IV NE, scala 1:25000 edita dall'I.G.M;
- Tavoletta "Orta Nova" 175 I NO, scala 1:25000 edita dall'I.G.M;
- Carta Tecnica Regionale della Puglia – Elementi nn. 421081, 422054, 421082, 422053, 422052 e 422063 in scala 1.5000;

Topograficamente le aree oggetto di studio presentano quote variabili da circa 71 m s.l.m. (in corrispondenza della turbina WTG10) a 107 m s.l.m. (in corrispondenza della turbina WTG3).

Geologicamente l'area oggetto di studio rientra in parte nel Foglio 421 "Ascoli Satriano" (dalla WTG 1 alla WTG7) e in parte nel Foglio 422 "Cerignola" (WTG 8 - WTG 9 – WTG 10).

Risulta essere caratterizzata dalla presenza di depositi recenti che vanno dal Pleistocene inferiore all'Olocene. All'interno di questi sedimenti è stato possibile individuare, sia in affioramento che in perforazione, importanti superfici di discontinuità, che hanno costituito la base per la suddivisione del record sedimentario in unità stratigrafiche a limiti inconformi di diverso rango gerarchico (SALVADOR, 1987, 1994) ed hanno permesso l'elaborazione dello schema stratigrafico riportato in seguito.



Schema dei rapporti stratigrafici

Età		Nome	sigla	Autori precedenti
Olocene	Unità non distinte in base al bacino di appartenenza	depositi antropici	h	Non distinti
		depositi alluvionali attuali	b	Alluvioni recenti ed attuali
		coltre eluvio-colluviale	b ₂	Non distinte
		depositi palustri	e ₃	Non distinte

Pleistocene superiore - Olocene	SUPERSINTEMA DEL FIUME OFANTO (OF)	sintema di Posta Ofanto	subintema di Salve Regina	OFF ₂	Alluvioni terrazzate
			subintema di Masseria Pignatella	OFF ₁	
	SUPERSINTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA (TP)	sintema dei Torrenti Carapelle e Cervaro	subintema delle Marane La Pidocchiosa - Castello	RPL ₃	Alluvioni terrazzate
			subintema di Masseria Torricelli	RPL ₂	
subintema dell'Incoronata			RPL ₁		
Pleistocene inferiore - medio	UNITÀ DELL'AVANFOSSA BRADANICA	sintema di Cerignola	sabbie di Torre Quarto	STQ	Depositi Marini Terrazzati
			conglomerati di Ortona	ODN	
		argille subappennine		ASP	argille subappennine

Quadro delle unità stratigrafiche del Foglio Cerignola.

La prima importante discontinuità separa le argille subappennine (ASP) e le sabbie di Monte Marano Auct.1, largamente affioranti nella Fossa Bradanica (AZZAROLI et alii, 1968a, CANTELLI 1960, RICCHETTI 1967), dai depositi sabbioso- conglomeratici in facies marina e continentale ascrivibili al Pleistocene medio e che costituiscono la gran parte dei terreni affioranti nell'area del Foglio "Cerignola". Tali depositi, che costituiscono due unità litostratigrafiche eteropiche (ODN e STQ), sono stati raggruppati nel sintema di Cerignola (RGL).

Le argille subappennine (ASP) e le sabbie di Monte Marano Auct. (SMM) unitamente al sintema di Cerignola (RGL) sono state incluse nelle Unità dell'Avanfossa Bradanica, poiché questi terreni si sono depositati in un contesto di sollevamento regionale e superficializzazione del bacino di avanfossa.

A tetto del sintema di Cerignola (RGL) sono state riconosciute due superfici a limiti inconformi di tipo erosivo e di importanza regionale: la prima, riconoscibile nei quadranti sud-orientali del Foglio, separa i depositi del sintema di Cerignola (RGL) dai depositi alluvionali del Fiume Ofanto raggruppati nel supersintema del Fiume Ofanto (OF). La seconda superficie inconforme, riconoscibile nella restante parte del Foglio, costituisce la base del supersintema del Tavoliere di Puglia (TP) che raggruppa i depositi alluvionali ricadenti nel bacino idrografico del Torrente Carapelle. Entrambi i supersintemi includono al loro interno sintemi e subsintemi individuati sulla base del riconoscimento di superfici inconformi di carattere locale. L'attribuzione dei depositi alluvionali del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle a supersintemi si è resa necessaria a causa dell'importanza regionale delle discontinuità e dopo un coordinamento con i fogli limitrofi.



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 6 di 39

Tutte le unità stratigrafiche sopra descritte sono ricoperte in modo discontinuo da depositi alluvionali attuali (b), da depositi eluvio-colluviali (b2), da depositi palustri (e3) e depositi antropici (h), ascrivibili all'Olocene. Tali depositi sono stati cartografati come "Unità non distinte in base al bacino di appartenenza" e per essi si è mantenuto il criterio litostratigrafico che ne ha guidato il riconoscimento e la suddivisione.

Nello specifico, le litofacies che caratterizzano i terreni della zona in esame, sono costituiti dal basso verso l'alto, da:

- Sabbie di Torre Quarto (STQ)

Si tratta prevalentemente di sabbie di colore giallastro, in genere poco cementate, in strati di spessore variabile da pochi centimetri fino a 50 centimetri, con intercalazioni arenitiche, marnose e argilloso-siltose; raramente sono presenti orizzonti costituiti da ciottoli di piccole dimensioni in abbondante matrice sabbiosa. Gli spessori, desumibili dai dati di perforazione, sono di norma compresi fra 25 e 30 metri; il valore massimo, di 55 metri, è raggiunto nella parte settentrionale del Foglio.

Le sabbie sono laminate con intervalli a laminazione piano parallela ed intervalli con set di lamine a stratificazione incrociata con *ripple* asimmetrici da correnti trattive. Nelle sabbie sono diffusi i fenomeni di bioturbazione.

Nella parte alta della successione, localmente si rinvencono sabbie rossastre grossolane con laminazione incrociata concava a feston la cui stratificazione spesso è marcata da sottili livelli di paleosuolo.

La base di questa unità litostratigrafica è una superficie di erosione sulle sabbie di Monte Marano Auct. e le argille subappennine (ASP), mentre il tetto coincide a luoghi con la base dei depositi fluviali del Fiume Ofanto, del Torrente Carapelle e con la base delle coperture continentali oloceniche. Lo spessore complessivo del deposito ricavato da dati di perforazione è di circa 30 metri.

- SINTEMA DE LA SEDIA DI ORLANDO (LSO)

E' corrispondente come posizione stratigrafica al sintema di Foggia che affiora nell'area a Nord del T. Cervaro. Si tratta di sabbie siltose intercalate ad argille siltose; a luoghi lenti di ghiaia con clasti poligenici fino a 10 cm scarsamente cementate.

- Subsintema dell'Incoronata (RPL₁)

Si tratta di depositi sabbiosi con intercalazioni di livelli argilloso-limosi e ghiaiosi, questi ultimi disposti principalmente alla base della successione alluvionale. Il limite inferiore è rappresentato da una superficie di erosione sulle sottostanti sabbie di Torre Quarto (STQ),



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 7 di 39

mente il limite superiore coincide con i depositi alluvionali riferiti al subsistema delle Marane La Pidocchiosa - Castello (RPL3).

I depositi appartenenti al subsistema dell'Incoronata sono sopraelevati di pochi metri rispetto all'alveo attuale ed hanno uno spessore che può raggiungere i 5-10 metri circa. Gli affioramenti sono rari e sono localizzati in corrispondenza di modesti solchi di erosione a nord del Torrente Carapelle e in corrispondenza di scavi per fondazioni osservati nel centro abitato di Carapelle.

- Subsistema di Masseria Torricelli (RPL₂)

Questi sedimenti testimoniano l'attività fluviale di corsi d'acqua estinti di cui oggi rimangono le testimonianze morfologiche e il deposito alluvionale stesso. Si tratta prevalentemente di sedimenti sabbioso-limosi con rari livelli ghiaiosi e argilloso-limosi. I ciottoli sono di piccole e medie dimensioni ben arrotondati. Le facies fini sono state rilevate principalmente in corrispondenza di zone morfologicamente più depresse situate in località La Luparella nella parte settentrionale del Foglio ed in prossimità della stazione di Cerignola.

Il contatto basale è di tipo inconforme sul substrato costituito dal sistema di Cerignola (RGL), mentre a tetto l'unità è limitata dal subsistema delle Marane La Pidocchiosa - Castello (RPL3). Lo spessore non supera i 10 metri.

Anche in questo caso gli affioramenti veri e propri sono scarsi ovvero limitati a pochi tagli stradali e molte indicazioni sulle caratteristiche di questi depositi sono state ricavate dall'analisi delle stratigrafie di pozzi.

- Subsistema delle Marane La Pidocchiosa - Castello (RPL₃)

Si tratta di depositi ghiaioso-sabbioso-limosi, localmente a stratificazione incrociata concava e obliqua. Queste alluvioni sono legate all'attività di una serie di corsi d'acqua affluenti di destra del Torrente Carapelle (il principale è la Marana La Pidocchiosa) e della Marana Castello con il suo affluente Fosso La Pila, che, attraverso opere di canalizzazione, sbocca a mare tra la foce del Fiume Ofanto e quella del Torrente Carapelle, dopo aver attraversato la depressione oggi occupata dalle saline di Margherita di Savoia.

La tessitura prevalente del deposito dipende dal substrato inciso dal corso d'acqua. A sud, pertanto, prevalgono le facies ghiaiose, mentre a nord, prevalgono le facies sabbioso-limose. In località La Lupara, a circa 13 km a nord dell'abitato di Cerignola, in corrispondenza di zone di alluvionamento recente, si assiste alla presenza di sedimenti fini con livelli scuri ricchi in sostanza organica a testimonianza di prolungati ristagni d'acqua.

Il limite inferiore del deposito è una superficie di tipo inconforme sul sistema di Cerignola (RGL) e sui depositi alluvionali più antichi (RPL₁ e RPL₂) mentre il limite superiore coincide con la



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 8 di 39

superficie topografica. Lo spessore massimo dell'unità, desunto da dati di perforazione è di circa 25-30 metri.

In località Marrella, in corrispondenza di un taglio artificiale relativo alla canalizzazione della Marana Castello, è stata studiata una piccola sezione di circa 2 metri. La base è costituita da un silt limoso biancastro ricco di fauna di acqua dolce *Bithynia leachi* (SHEPPARD) e *Planorbis planorbis*, maggiormente concentrati in livelli o nidi. Al di sopra è presente un orizzonte di alcuni decimetri costituito interamente da pomici di colore grigio chiaro. Il deposito piroclastico mostra nella parte alta i caratteri di accumulo da dilavamento areale. Indicazioni di età relative al subsistema delle Marane La Pidocchiosa - Castello sono fornite da una datazione assoluta (tipo AMS) effettuata su un esemplare di *B. leachi* che ha fornito un'età radiocarbonio di 4150 ± 40 anni BP e dall'episodio piroclastico riconducibile all'eruzione vesuviana di Avellino. Per le Pomici di Avellino le numerose datazioni radiometriche disponibili in letteratura coprono un intervallo di età compreso tra circa 3500 e 3600 anni dal presente (DELIBRAS et alii, 1979; VOGEL et alii, 1990; ROLANDI et alii, 1998; TERRASSI et alii, 1999; ALBORE LIVADIE

et alii, 1998; ANDRONICO et alii, 1995). Nel Tavoliere la presenza di materiali attribuibili con certezza all'eruzione di Avellino è già stata accertata nei sedimenti lagunari ai piedi dell'insediamento archeologico di Coppa Nevigata, ai bordi della ex laguna di Salpi (CALDARA et alii, 2001; 2003). Non deve, quindi, meravigliare il ritrovamento di questi depositi nella Marana del Castello, in quanto questo canale altro non è che un affluente dell'antica ampia laguna di Salpi.

*Per le considerazioni su menzionate e per le caratteristiche dei litotipi che insistono nell'area oggetto di studio, questi ultimi rientrano nel **Subsistema dell'Incoronata (RPL₁)**, relativamente agli aerogeneratori **WTG1, WTG6, WTG7, WTG9 e WTG10**; nel Sistema de la Sedia di Orlando (LSO) relativamente all'aerogeneratore **WTG2**, e nelle Sabbie di Torre Quarto (STQ), relativamente agli aerogeneratori **WTG3, WTG4, WTG5, WTG8** e alla sottostazione **SE**.*

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'elemento morfologico più significativo del Foglio 422 "Cerignola" è rappresentato da una superficie subpianeggiante, debolmente inclinata verso nord-est, solcata da alcuni corsi d'acqua minori localmente chiamati "marane". Questo ripiano, compreso fra le valli del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle, fa parte di una vasta superficie che si estende da Ascoli



GEOAPULIA
geologia - geofisica - ambiente

Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

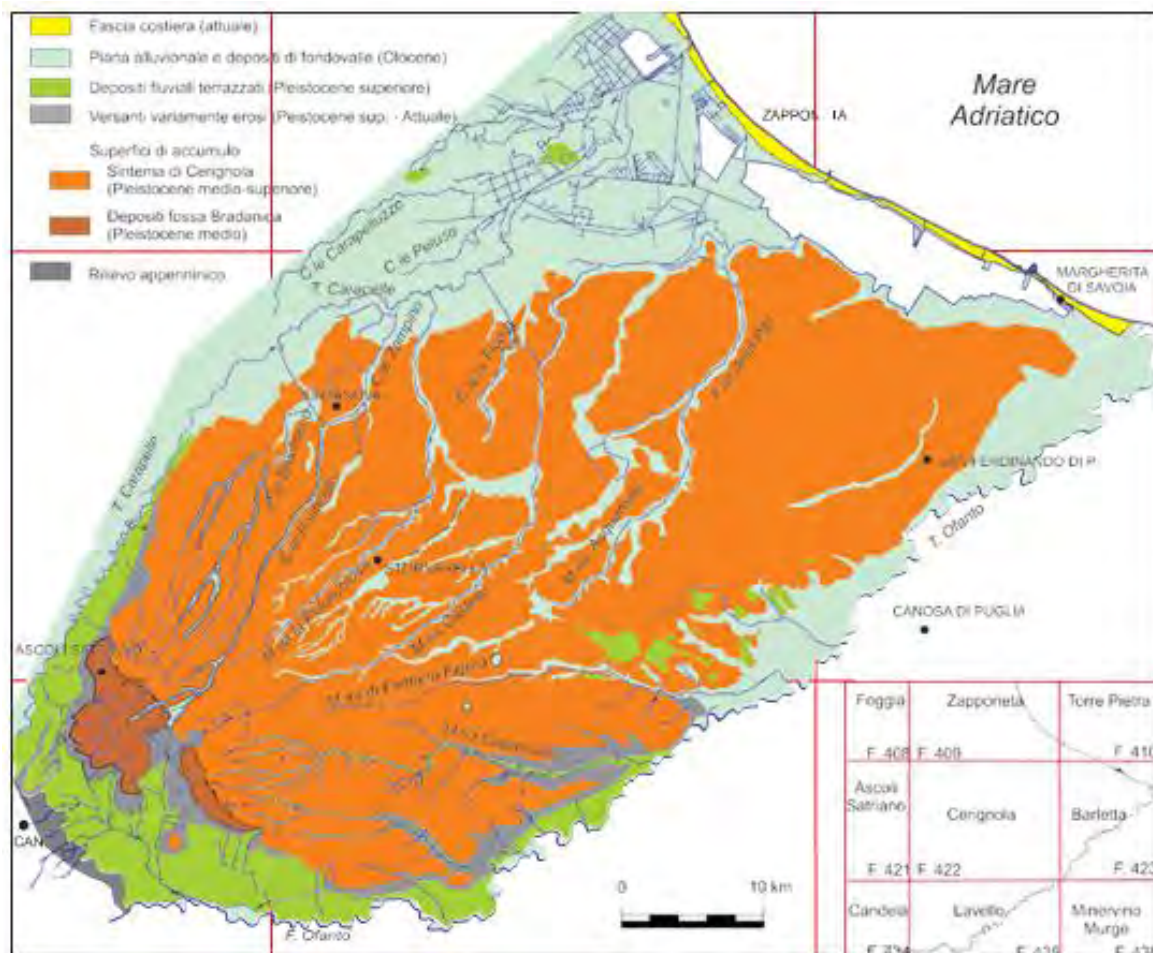
RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 9 di 39

Satriano fino al Golfo di Manfredonia, quasi a raccordare il rilievo appenninico alla piana costiera attuale.



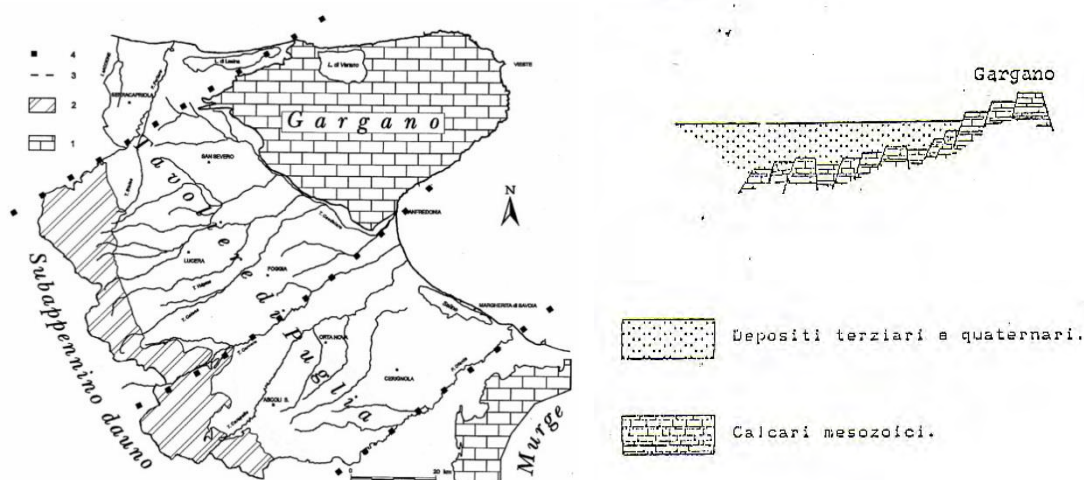
Schema geomorfologico

La morfologia è quella tipica del Tavoliere delle Puglie, caratterizzata da una serie di superfici pianeggianti, più o meno estese, interrotte dai principali corsi d'acqua (Torrente Cervaro, Torrente Candelaro, Torrente Carapelle, Torrente Celone) e da locali canali e/o marane a deflusso spiccatamente stagionale, e degradanti con deboli pendenze verso la linea di costa adriatica. In tali aree l'evoluzione dei caratteri morfologici è stata evidentemente condizionata dalla natura del substrato geologico presente; gli affioramenti topograficamente più elevati, in corrispondenza dei quali spesso sorgono i centri urbani, sono caratterizzati dalla presenza di una litologia più resistente all'azione modellatrice degli agenti esogeni, al contrario le aree più depresse sono la testimonianza di una litologia meno competente e quindi più facilmente modellabile.

Nel complesso l'area di progetto non è interessata dalla presenza di fenomeni erosivi in senso lato né è soggetta a rapida evoluzione e rimodellamento morfologico (inteso esclusivamente in termini di agenti esogeni naturali), in quanto questo si esercita in forma marginale ed attenuata e del tutto trascurabile ai fini degli interventi previsti.

4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

Il distretto centrale della provincia di Foggia può essere diviso in tre unità geo-tettoniche differenti: la Catena contraddistinta dall'Appennino Flyscioide Dauno, dall'Avampaese caratterizzato dal Promontorio Calcareo-Dolomitico del Gargano; ed infine, posta tra queste due unità, vi è l'Avanfossa indicata nella piana alluvionale caratterizzante l'esteso Tavoliere Pugliese centrale.



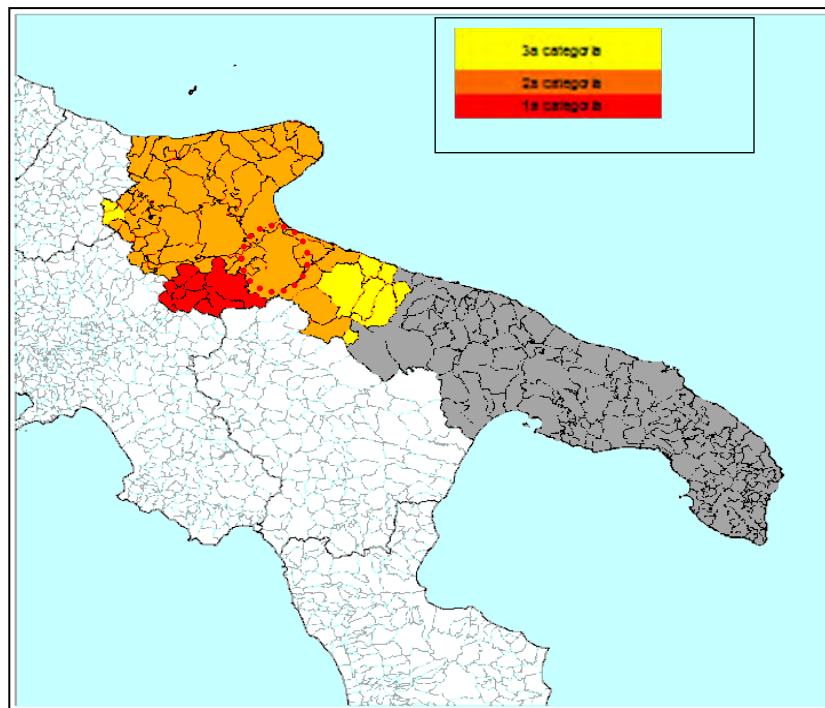
– Schema strutturale della provincia di Foggia. Legenda: 1) Calcarei della Piattaforma Carbonatica Apula; 2) Flysch del subappennino dauno; 3) limiti tra le parti: settentrionale, centrale e meridionale del Tavoliere

Il Tavoliere rappresenta localmente l'Avanfossa. In essa all'ingressione marina ha fatto seguito, con il Pleistocene Inferiore, un sollevamento progressivo e differenziato delle zone interne, contraddistinte da terreni sabbioso-conglomeratici in facies regressiva e morfologicamente da una serie di estesi terrazzi. Nella piana si rinvengono, inoltre, ghiaie, sabbie ed argille di origine alluvionale.

Tale potente sedimentazione alluvionale copre quelle che sono le forme strutturali profonde dotando tali terreni Plio-Pleistocenici di una tettonica di superficie molto semplice con una leggera inclinazione verso NE ed E. Non sono stati notati contatti tettonici superficiali né altre discontinuità strutturali. Sia le sabbie che i limi non presentano grandi deformazioni.

La giacitura delle sabbie e delle argille marnose, come poc'anzi detto, è suborizzontale, immergendo verso NORD-NORDEST con inclinazione di circa 5°.

I terreni d'impalcatura (Calcari del Cretacico) sono interessati da alti e bassi strutturali originati da faglie di direzione appenninica e parallele alla faglia marginale del Gargano (Faglia del Candelaro), la quale, ancora attiva, è ritenuta sede di alcuni terremoti che hanno interessato la regione. L'area in oggetto è considerata prevalentemente a medio rischio sismico, per cui rientra in **Zona 2**.



Ciò risulta dall'allegato (classificazione sismica dei comuni italiani) all'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", dal quale risulta che l'area interessata è inserita in Zona Sismica 1 (Alto Rischio) corrispondente ad un grado di sismicità pari a $S=12$, con coefficiente d'intensità sismica da adottare per tutte le opere d'ingegneria civile, pari a 0.1 (D.M. 7/3/81).

La tabella che segue è tratta dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15, indirizzo web: <https://emidius.mi.ingv.it>). Questo fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014. L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di

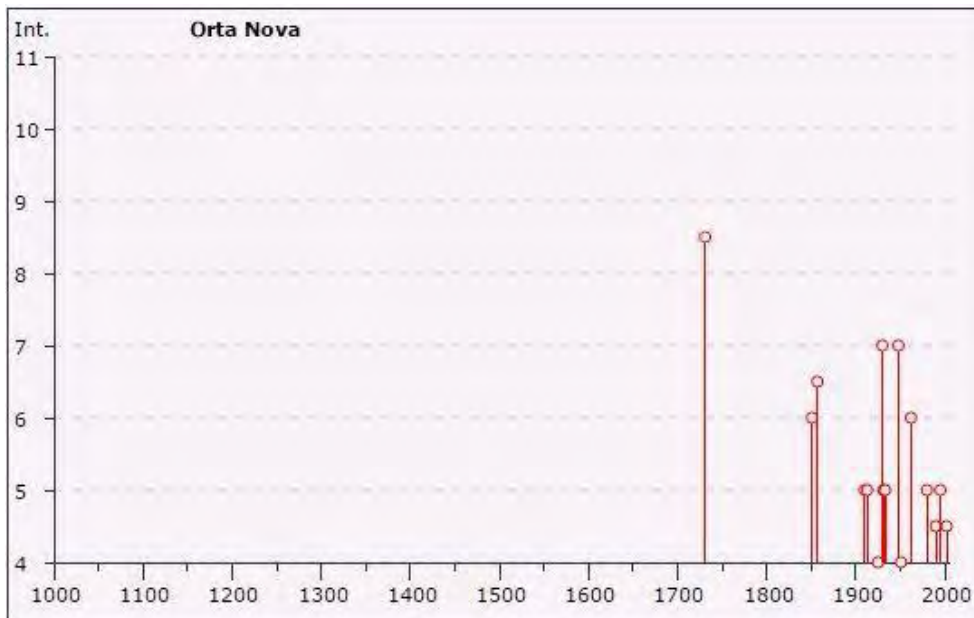
avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

Di seguito si riportano le storie sismiche dei comuni interessati dalle opere in progetto:

Comune di Orta Nova

numero di eventi: 55

Effetti	In occasione del terremoto del:					
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw	
8-9	1731 08 20 03:00	Foggiano	50	9	6.53	±0.25
6	1851 08 14 13:20	Basilicata	103	10	6.38	±0.17
6-7	1857 12 16 21:15	Basilicata	340	11	7.03	±0.08
NF	1882 06 06 05:40	Monti del Matese	52	7	5.27	±0.25
F	1892 04 20	GARGANO	15	6-7	4.98	±0.32
F	1892 06 06	TREMITI	72	6	5.06	±0.19
NF	1893 08 10 20:52	Gargano	69	8	5.36	±0.22
NF	1899 08 16 00:05	IRPINIA	32	6	4.65	±0.41
NF	1905 11 26 06:48	Irpinia	136	7-8	5.21	±0.13
5	1910 06 07 02:04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.73	±0.09
5	1913 10 04 18:26	Matese	205	7-8	5.37	±0.11
3-4	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00	±0.09
4	1925 07 28 03:33	CERIGNOLA	6	5	4.48	±0.63
7	1930 07 23 00:08	Irpinia	547	10	6.62	±0.09
5	1931 12 03 09:32	CERIGNOLA	12	6	4.62	±0.30
5	1933 03 07 14:40	BISACCIA	42	6	4.97	±0.19
3	1937 07 17 17:11	SAN SEVERO	40	6	5.05	±0.19
7	1948 08 18 21:12	Puglia settentrionale	59	7-8	5.64	±0.21
4	1951 01 16 01:11	Gargano	73	7	5.35	±0.20
F	1956 01 09 00:44	GRASSANO	45	6	4.88	±0.20
6	1962 08 21 18:19	Irpinia	262	9	6.13	±0.10
5	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89	±0.09
3-4	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8	5.89	±0.09
3	1984 05 11 10:41	Appennino abruzzese	342		5.50	±0.09
NF	1988 04 26 00:53	Adriatico centrale	78		5.39	±0.09
2-3	1989 03 11 21:05	Gargano	50	5	4.52	±0.16
4-5	1990 05 05 07:21	Potentino	1374		5.80	±0.09
3-4	1991 05 26 12:26	Potentino	597	7	5.11	±0.09
3	1992 11 05 13:34	Gargano	32	5	4.64	±0.18
5	1995 09 30 10:14	Gargano	145	6	5.18	±0.09
3-4	1996 04 03 13:04	Irpinia	557	6	4.93	±0.09
2-3	1998 09 22 23:23	GARGANO-FOGGIANO	30	5	4.57	±0.19
4-5	2002 11 01 15:09	Subapp. Dauno	645		5.72	±0.09



La proposta G.d.l. del 1998, la classificava di seconda categoria e, in seguito, con l'introduzione dell'*Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri, del 20 marzo 2003 (n°3274)*, l'area è stata riclassificata, suddividendo il territorio nazionale in zone, con grado di pericolosità sismica decrescente (3). L'*Ordinanza n°3274* definì per il **Comune di Orta Nova** i seguenti parametri:

Codice ISTAT 2001	Classificazione 2003
160 71036	Zona 2

La correlazione tra le precedenti classificazioni e quella attuale è la seguente:

Decreti fino al 1984 ⁽¹⁾	G d L 1998 ⁽²⁾	Classificazione 2003 ⁽³⁾
S=12	Prima categoria	Zona 1
S=9	Seconda categoria	Zona 2
S=6	Terza categoria	Zona 3
non classificato	N.C.	Zona 4

Ai sensi delle nuove normative in tema di classificazione sismica e di applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni, si dovrà fare riferimento al D.M. 14.09.2005 ed all'[Ordinanza PCM 3519H \(28/04/2006\)](#), ovvero al D.M. 14/01/2008.

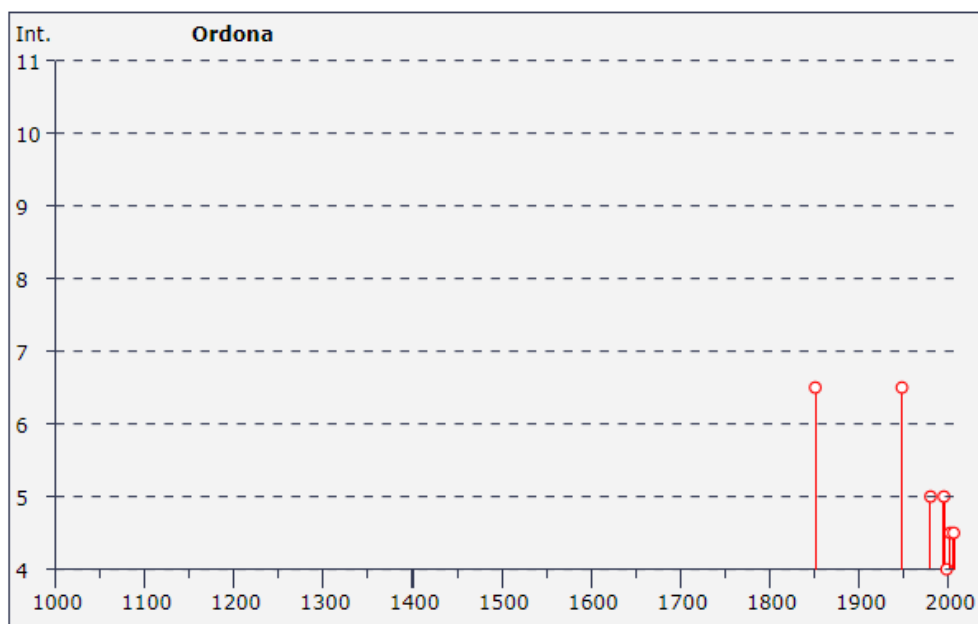
Più in particolare, per l'area interessata dall'intervento, si dovranno tenere in considerazione, in fase di progettazione e di calcolo, valori dell'accelerazione sismica di riferimento compresi tra 0,150 e 0,175.

Comune di Ortona

Numero di eventi: 13

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	
6-7	1851 08 14 13:20	Basilicata	103	10 6.38 ±0.17	
6-7	1948 08 18 21:12	Puglia settentrionale	59	7-8 5.64 ±0.21	
5	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09	
NF	1988 04 26 00:53	Adriatico centrale	78	5.39 ±0.09	
2	1992 11 05 13:34	Gargano	32	5 4.64 ±0.18	
5	1995 09 30 10:14	Gargano	145	6 5.18 ±0.09	
2	1996 04 03 13:04	Irpinia	557	6 4.93 ±0.09	
4	1998 09 22 23:23	GARGANO-FOGGIANO	30	5 4.57 ±0.19	
4-5	2002 11 01 15:09	Subapp. Dauno	645	5.72 ±0.09	
NF	2003 06 01 15:45	Molise	516	5 4.50 ±0.09	
2	2003 12 30 05:31	Monti dei Frentani	339	5-6 4.57 ±0.09	
NF	2004 09 03 00:04	Appennino lucano	156	6 4.49 ±0.09	
4-5	2006 05 29 02:20	Promontorio del Gargano	384	5-6 4.63 ±0.09	

Tabella dei terremoti più significativi che hanno interessato il territorio di Ortona (fonte I.N.G.V.)



La proposta G.d.I. del 1998, la classificava di seconda categoria e, in seguito, con l'introduzione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri, del 20 marzo 2003 (n°3274), l'area è stata riclassificata, suddividendo il territorio nazionale in zone, con grado di pericolosità sismica decrescente (3). L'Ordinanza n°3274 definì per il **Comune di Ortona** i seguenti parametri:

Codice ISTAT 2001	Classificazione 2003
--------------------------	-----------------------------

160 71063

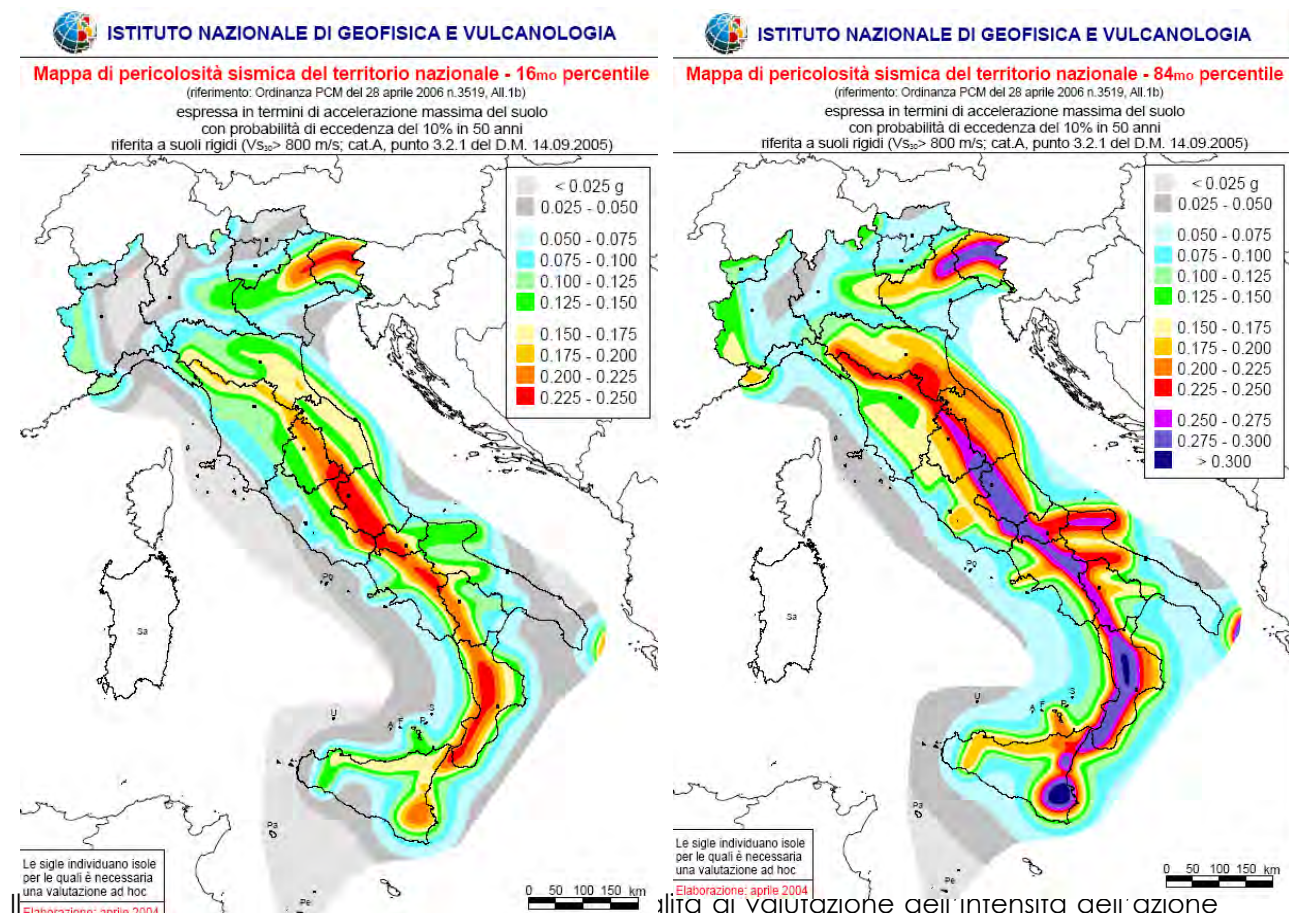
Zona 2

La correlazione tra le precedenti classificazioni e quella attuale è la seguente:

DECRETI FINO AL 1984 ⁽¹⁾	G d L 1998 ⁽²⁾	CLASSIFICAZIONE 2003 ⁽³⁾
S=12	Prima categoria	Zona 1
S=9	Seconda categoria	Zona 2
S=6	Terza categoria	Zona 3
non classificato	N.C.	Zona 4

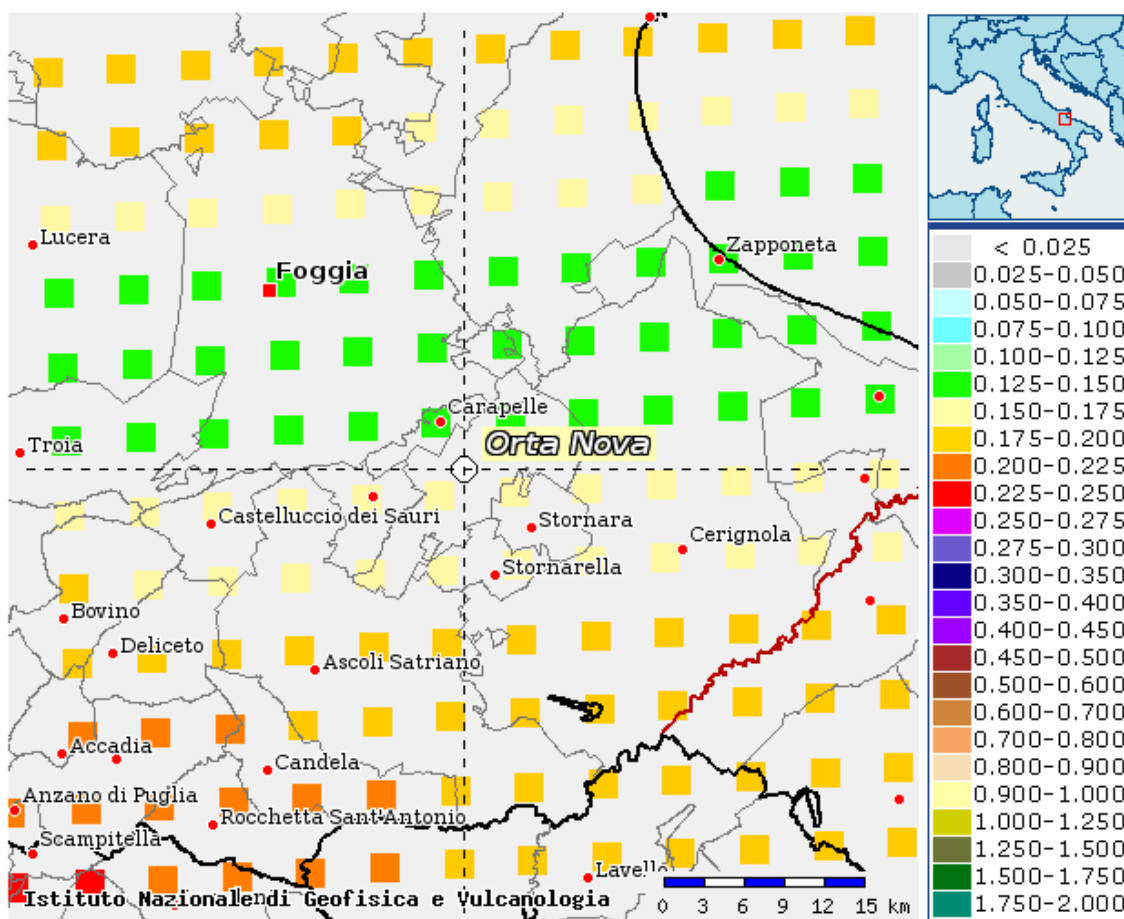
Ai sensi delle nuove normative in tema di classificazione sismica e di applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni, si dovrà fare riferimento al D.M. 14.09.2005 ed all'Ordinanza PCM 3519H (28/04/2006), ovvero al D.M. 14/01/2008.

Più in particolare, per l'area interessata dall'intervento, si dovranno tenere in considerazione, in fase di progettazione e di calcolo, valori dell'accelerazione sismica di riferimento compresi tra 0,150 e 0,175.

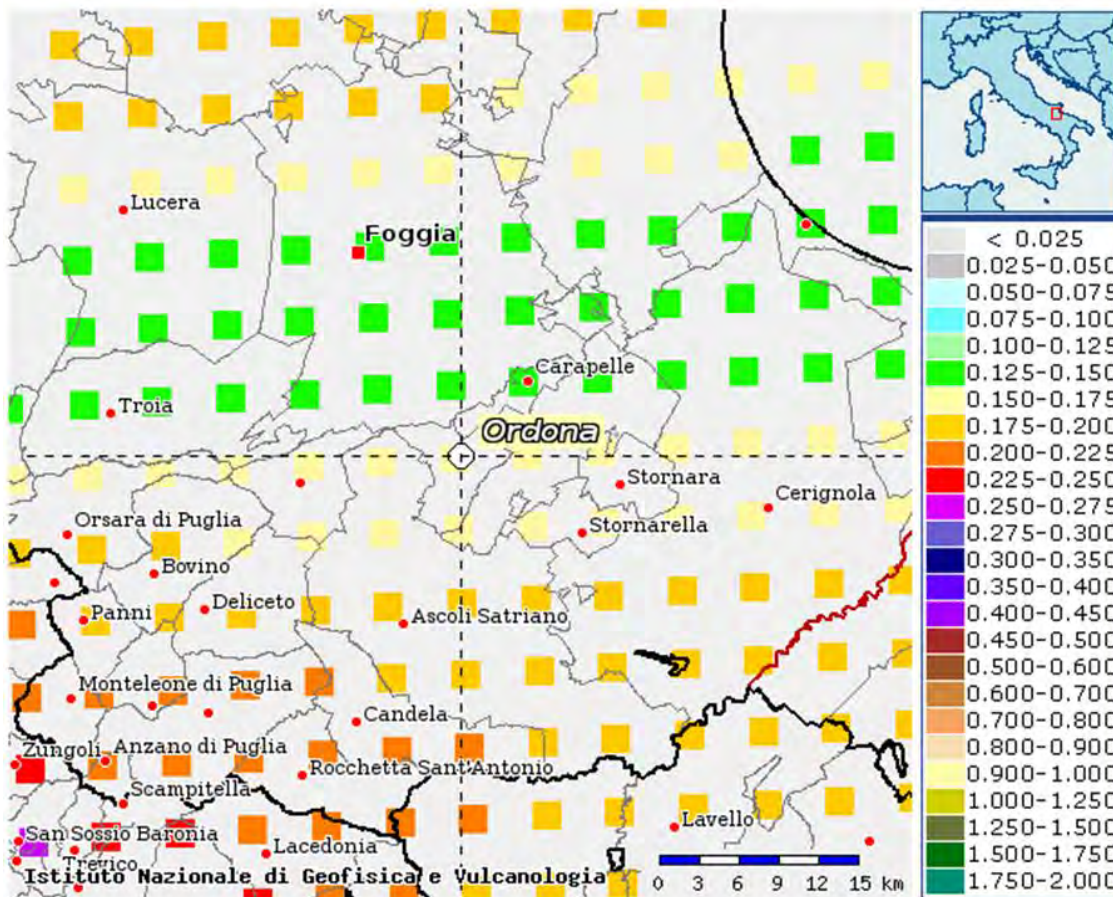


sismica da tener conto nella fase di progettazione dei fabbricati, basata non più su una mappa sismica "classica" suddivisa in categorie o zone, bensì su un reticolo di riferimento,

creato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, consultabile interattivamente sul sito web dell'I.N.G.V. La grande novità consiste nel non avere più delle aree perfettamente confinate; il nuovo sistema di mappatura suddivide infatti l'intero territorio nazionale in riquadri, di lato pari a 10 km, in cui a ciascun vertice, tramite un segnale colorato, è attribuito un valore di accelerazione sismica a_g prevista sul suolo, definita come parametro dello scuotimento, da utilizzare come riferimento per la valutazione dell'effetto sismico da applicare all'opera di progetto, secondo le procedure indicate nello stesso Decreto Ministeriale.



$a(g)$ al 50° Percentile = 0.150 - 0.175

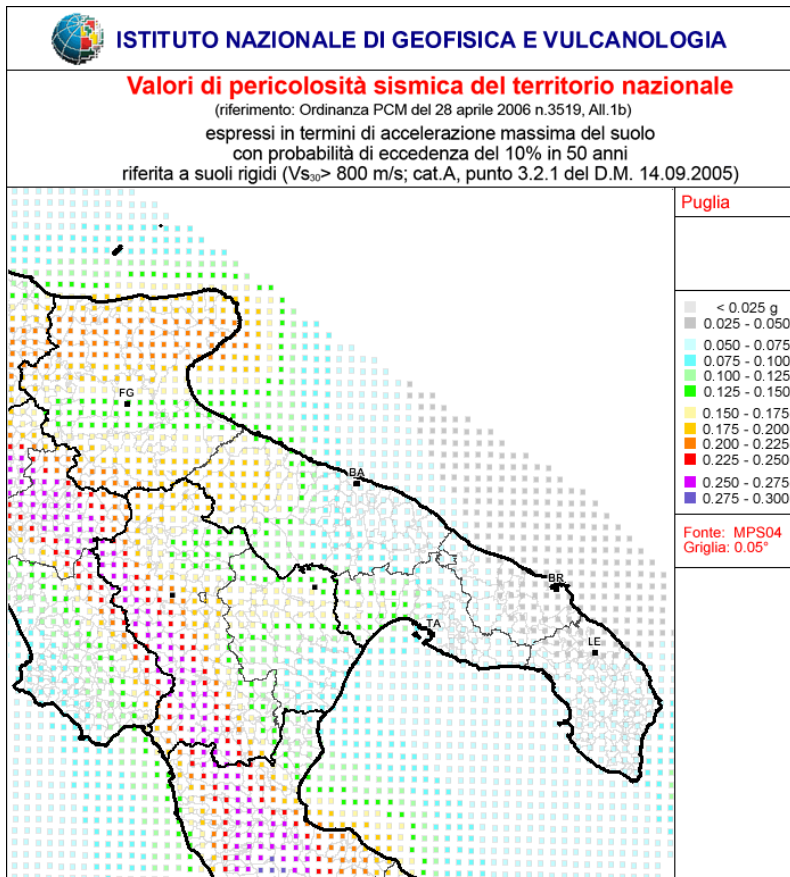


a(g) al 50° Percentile = 0.150 – 0.175

Nell'immagine seguente è contenuta la rappresentazione sul reticolo di riferimento del particolare delle Regioni Puglia e Basilicata.

Nella figura s'individua immediatamente la suddivisione in riquadri del territorio, i segnali colorati posti sui vertici ed i relativi intervalli di valori di a_g . L'impiego del reticolo di riferimento consente una caratterizzazione sismica dei siti molto più dettagliata e particolareggiata che in passato, anche se costringe i progettisti, per la valutazione del valore di picco dell'accelerazione sismica, in primo luogo, ad accedere al reticolo tramite le coordinate (longitudine e latitudine) del punto ove è localizzata l'opera e, soprattutto, ad eseguire le previste procedure di interpolazione, visto che è alquanto improbabile che la struttura di progetto ricada precisamente su un vertice dei quadrati costituenti il reticolo.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

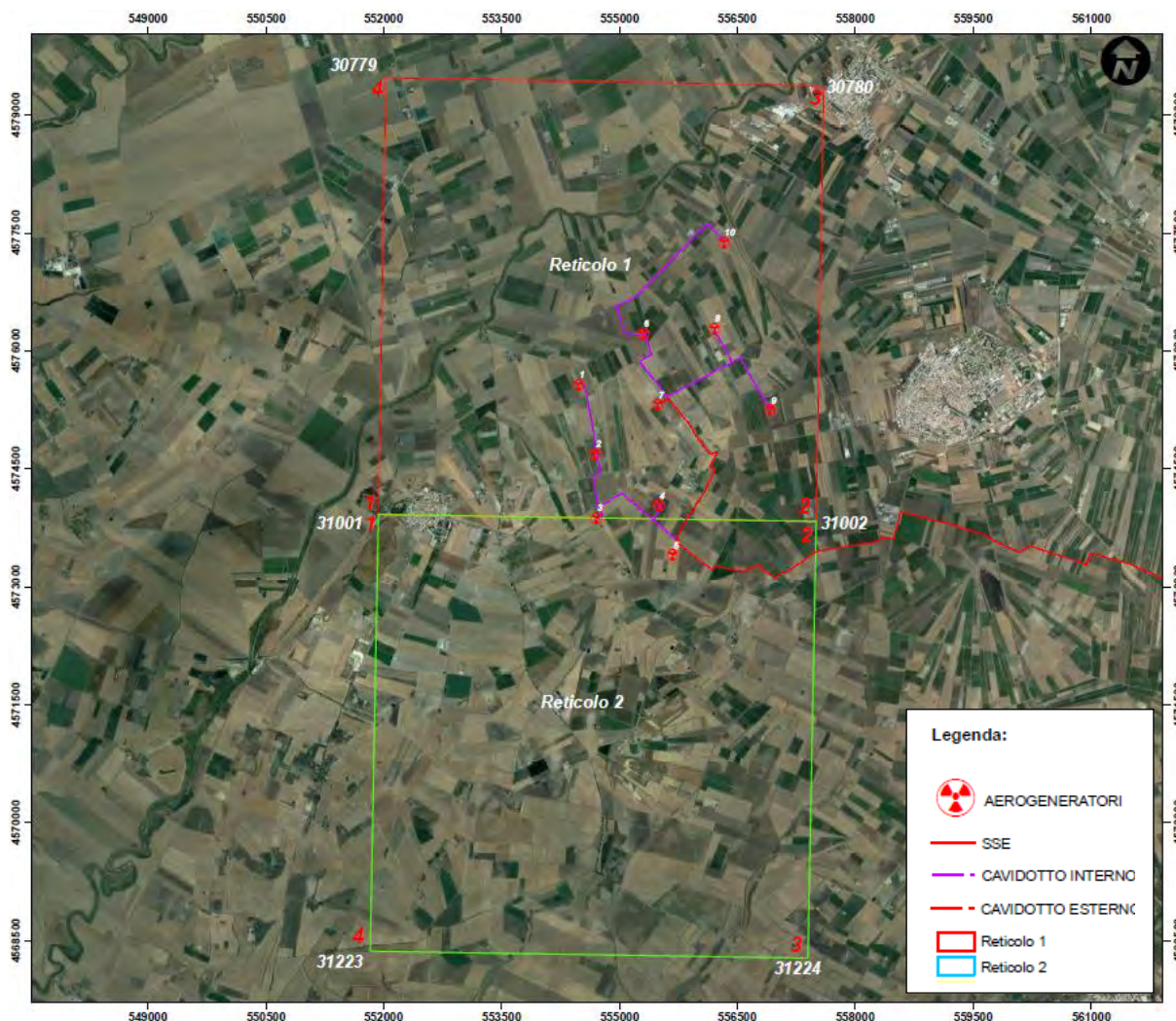


La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini della normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- "ag" accelerazione orizzontale massima al sito;
- "Fo" valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- "Tc*" periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Sito in esame:

L'area oggetto di studio, risulta essere interessata da più reticoli come da figura che segue.



Reticolo 1

latitudine: 41,328571 [°]

longitudine: 15,664189 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

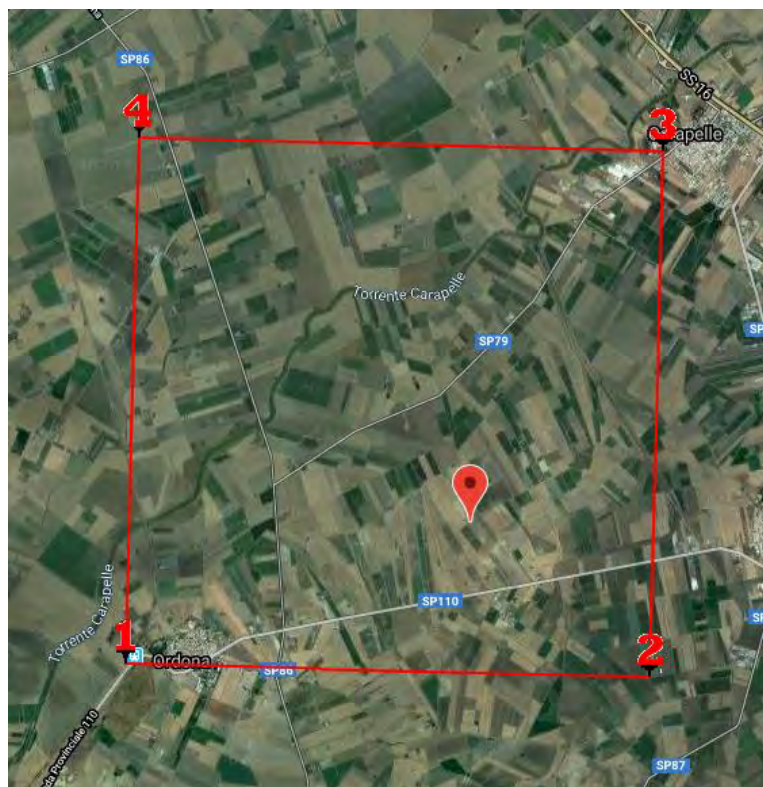
Vita nominale: 50 [anni]

Nodi di riferimento

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	31001	41,3151	15,6205	3946,186
Sito 2	31002	41,3139	15,6870	2510,985

Sito 3	30780	41,3638	15,6887	4424,187
Sito 4	30779	41,3651	15,6221	5369,465

(coordinate geografiche espresse in ED50)



Dettaglio del reticolo di riferimento con individuazione del sito d'intervento

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50

anni Coefficiente cu: 1,0

Stato Limite	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,044	2,476	0,287
Danno (SLD)	63	50	0,055	2,559	0,323
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,197	2,449	0,403
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,278	2,377	0,415

Coefficienti sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
--	--------	--------	--------	--------	--------	--------------------------	----------

SLO	1,500	1,580	1,000	0,013	0,007	0,649	0,200
SLD	1,500	1,530	1,000	0,017	0,008	0,814	0,200
SLV	1,470	1,380	1,000	0,052	0,026	2,111	0,240
SLC	1,400	1,370	1,000	0,066	0,033	2,681	0,240

(* I valori di Ss, Cc e St possono essere variati)

Reticolo 2

latitudine: 41,311281 [°]

longitudine: 15,666035 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Nodi di riferimento

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	31001	41,3151	15,6205	3830,279
Sito 2	31002	41,3139	15,6870	1773,335
Sito 3	31224	41,2639	15,6853	5512,122
Sito 4	31223	41,2651	15,6188	6473,312

(coordinate geografiche espresse in ED50)



Dettaglio del reticolo di riferimento con individuazione del sito d'intervento



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 22 di 39

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50

anni Coefficiente cu: 1,0

Stato Limite	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,045	2,479	0,286
Danno (SLD)	63	50	0,056	2,564	0,316
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,158	2,542	0,423
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,216	2,496	0,433

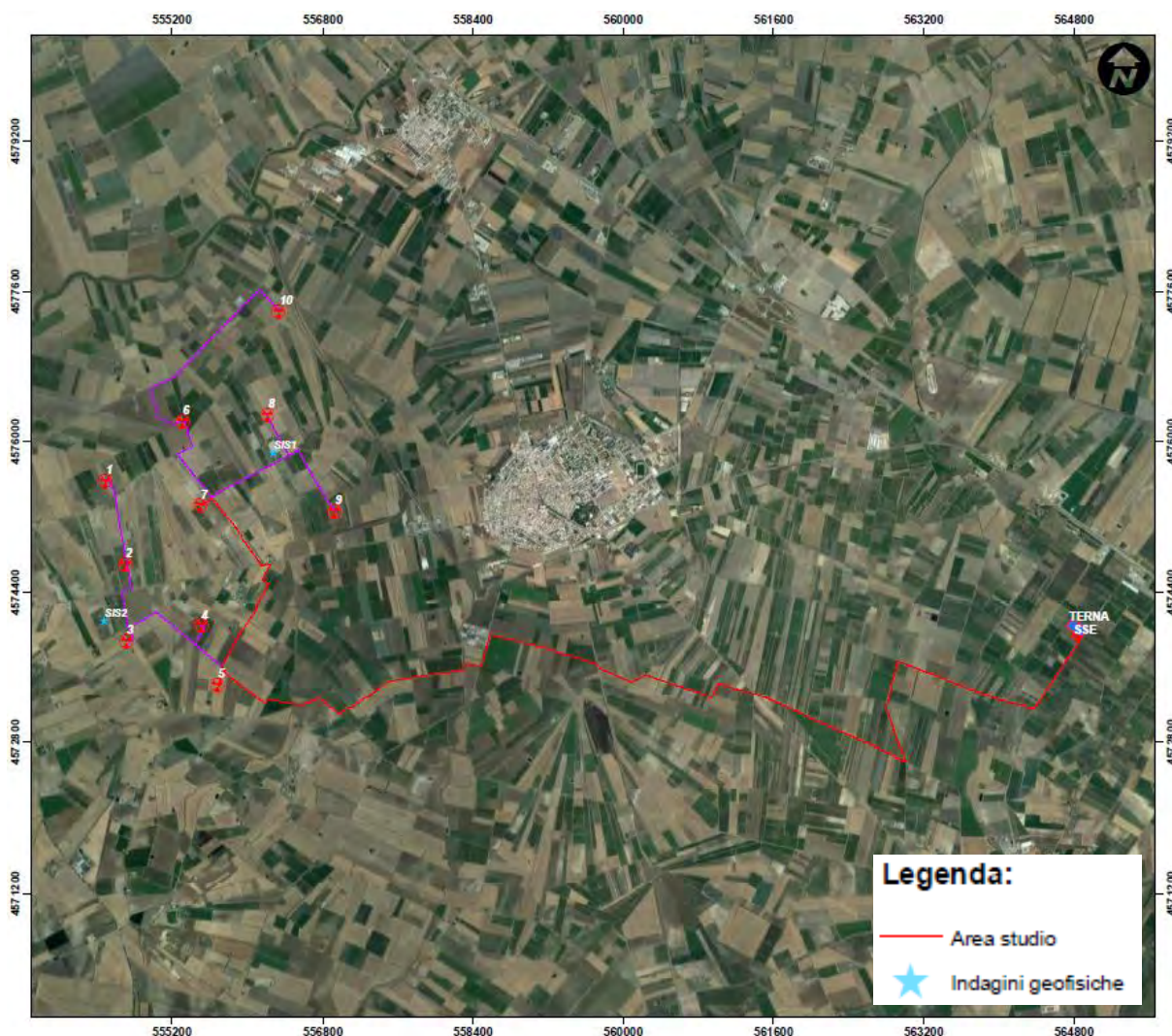
Coefficienti sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,590	1,000	0,013	0,007	0,655	0,200
SLD	1,500	1,540	1,000	0,017	0,008	0,826	0,200
SLV	1,460	1,390	1,000	0,055	0,028	2,265	0,240
SLC	1,380	1,380	1,000	0,083	0,042	2,917	0,280

(* I valori di Ss, Cc e St possono essere variati)

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO ALL'INTERNO DEL PARCO EOLICO

La caratterizzazione sismica dell'area oggetto di studio ai sensi delle NTC 2018, finalizzata alla determinazione della categoria di sottosuolo, oltre che ai moduli elasto-dinamici, è stata eseguita mediante prospezione Masw e prospezione sismica a rifrazione.



Le coordinate dei siti investigati (centro dello stendimento) sono le seguenti:

MASW 1 – SR 1: 41°19'56.61"N - 15°40'22.09"E

MASW 2 – SR 2: 41°19'09.42"N - 15°39'10.02"E

Le indagini e le conseguenti elaborazioni delle informazioni raccolte hanno consentito di classificare il suolo nell'area di indagine:

MASW 1 - Vs30 = Vseq = 341 m/s **Categoria di suolo C**

MASW 2 - Vs30 = Vseq = 517 m/s **Categoria di suolo B**



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 24 di 39

Per l'attribuzione della categoria del suolo di fondazione, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

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

5.1 PROSPEZIONE SISMICA DI TIPO MASW

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

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

dove

h_i = spessore dello strato i esimo;

V_{si} = 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/sec.

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



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 25 di 39

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tale parametro può essere determinato attraverso indagini indirette ed in particolar modo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh, ossia onde di superficie generate dall'interazione tra onde di pressione (P) e le onde di taglio verticali (Sv) ogni qualvolta esiste una superficie libera in un mezzo omogeneo ed isotropo.

In presenza di un semispazio non omogeneo la loro velocità presenta dipendenza dalla frequenza, provocando dispersione della loro energia.

La dispersione è la deformazione di un treno d'onde nel sottosuolo dovuta ad una variazione di velocità di propagazione al variare della frequenza; per le onde di Rayleigh questa deformazione non si manifesta all'interno di un semispazio omogeneo e isotropo ma solo quando questi presenta una stratificazione.

Nelle nuove metodologie sismiche d'indagine del sottosuolo si considerano le onde di superficie in quanto la percentuale di energia convertita è di gran lunga predominante rispetto alle onde P ed S; inoltre l'ampiezza di tali onde dipende da \sqrt{r} anziché da r (distanza dalla sorgente in superficie) come per le onde di volume.

La propagazione delle onde di Rayleigh, sebbene influenzata dalla V_p e dalla densità, è funzione anzitutto della V_s , che rappresenta un parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito.

L'analisi delle onde S mediante tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, che, a seguito di una trasformata di Fourier, restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio è possibile separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria ecc.

Osservando lo spettro di frequenza è possibile evidenziare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della sua frequenza, come risultato del fenomeno della dispersione.

La metodologia Masw risulta particolarmente indicata in ambienti con spazature limitate e, a differenza della sismica a rifrazione, consente di individuare la presenza di inversioni di velocità con la profondità, associabili alla presenza di strati "lenti" al di sotto del bedrock roccioso.

Tuttavia, un limite di tale metodologia è che esso risente particolarmente del principio di indeterminazione e, fornendo un modello mono-dimensionale del sottosuolo, rende necessaria l'applicazione di altre metodologie d'indagine per fornire un modello geofisico-geologico più attendibile.



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 26 di 39

5.2 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

La prospezione sismica considera i tempi di propagazione di onde elastiche che, generate al suolo, si propagano nel semispazio riflettendosi e rifrangendosi su eventuali superfici di discontinuità presenti.

Quando un'onda sismica incontra una superficie di separazione tra due mezzi con caratteristiche elastiche differenti, una parte dell'energia dell'onda si riflette nello stesso mezzo in cui si propaga l'onda incidente, e una parte si rifrange nel mezzo sottostante.

Le relazioni matematiche dei principi fisici della riflessione e rifrazione sono regolate dalle note leggi di Snell. La condizione necessaria per la riflessione e la rifrazione di un raggio sismico è la variazione del parametro impedenza sismica fra i 2 mezzi separati dalla superficie di discontinuità. L'impedenza sismica si determina attraverso il prodotto tra la velocità di propagazione dell'onda nel mezzo per la densità del materiale attraversato.

Ogni litotipo è caratterizzato da una particolare velocità di propagazione, determinata sperimentalmente attraverso prove di laboratorio o in situ. La velocità di propagazione delle onde sismiche nelle rocce dipende essenzialmente dai parametri elastici che sono influenzati, a loro volta, da numerosi fattori quali, ad esempio, la densità, la porosità, la tessitura, il grado di alterazione e/o di fratturazione, la composizione mineralogica, la pressione, il contenuto di fluidi, ecc.

Questi parametri rendono piuttosto ampio il campo di variabilità della velocità per uno stesso litotipo. Per questo motivo, non sempre un orizzonte individuato con metodologie sismiche coincide con un orizzonte litologico.

Un impulso generato da una sorgente sismica in superficie genera un treno d'onde sismiche di varia natura; in fase di acquisizione e di elaborazione è possibile analizzare onde sismiche di volume o di superficie, a seconda delle modalità con cui esse si propagano nel sottosuolo.

In funzione del tipo di analisi delle onde sismiche investigate, è possibile distinguere fra la metodologia d'indagine sismica a rifrazione (analisi di onde di volume) e di tipo MASW (analisi di onde di superficie).

Disponendo un certo numero di sensori (geofoni) sul terreno lungo uno stendimento sismico e osservando il tempo di percorrenza delle onde per giungere ai sensori, è possibile determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche che attraversano i vari strati nel sottosuolo, consentendo una ricostruzione attendibile delle sue caratteristiche elastico-dinamiche.

Al fine di una corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante sottolineare che:

- a) i sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;
- b) la risoluzione del metodo è funzione della profondità di indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore h ubicato a profondità z dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui $h < 0.25 * z$;
- c) nelle indagini superficiali, le onde di taglio (onde S), meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P; quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;
- d) le velocità delle onde p, misurate in terreni saturi o molto umidi dipende, talora in maniera decisiva, dalle vibrazioni trasmesse dall'acqua interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, perciò tale valore può non essere rappresentativo delle proprietà meccaniche del materiale in questione. Ne consegue che per alcuni terreni al di sotto della falda, le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidità del terreno sono quelle di taglio.

5.3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le prospezioni geofisiche sono state eseguite con l'ausilio della seguente strumentazione:
Sismografo PASI mod. GEA24.





Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 28 di 39

5.4 MODALITA' DI ESECUZIONE DEI RILIEVI: ATTIVITA' DI CAMPO

Indagine sismica di tipo MASW

La tecnica MASW prevede l'utilizzo di una sorgente attiva per l'energizzazione (massa battente di peso pari a 8 Kg) e la registrazione simultanea di 12 o più canali, utilizzando geofoni a bassa frequenza. Infatti l'esigenza di analizzare con elevato dettaglio basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz e corrispondenti a maggiori profondità d'investigazione) richiede la necessità di utilizzare geofoni ad asse verticale con frequenza di taglio non superiore a 4,5 Hz.

Per i 2 profili Masw eseguiti è stata adottata la seguente configurazione:

- lunghezza stendimento = 16.50 m;
- numero geofoni = 12;
- Spaziatura = 1.50 m;
- offset di scoppio = 3.00 metri;
- durata dell'acquisizione = 1 secondo;
- tempo di campionamento = 1 millisecondo.

Per energizzare il terreno è stata usata una sorgente impulsiva del tipo "mazza battente" di peso pari a 8 Kg, ad impatto verticale su piastra per la generazione delle onde sismiche.

Contrariamente a quanto richiesto nell'indagine sismica a rifrazione, il segnale sismico acquisito nella tecnica MASW deve includere tutto il treno d'onda superficiale; pertanto la durata dell'acquisizione deve essere definita in modo da contenere tutto il segnale e non troncato nelle ultime tracce.

Per quanto concerne il tempo di campionamento, mentre nella sismica a rifrazione si utilizza un tempo di campionamento più basso per ricostruire con dettaglio i primi arrivi dell'onda sismica, nell'indagine sismica Masw è sufficiente un campionamento più ampio per ricostruire tutto il segnale sismico.

Indagine sismica a rifrazione

L'indagine sismica a rifrazione è consistita nell'esecuzione di n. 02 profili con acquisizione di onde longitudinali (P), avente la seguente configurazione spaziale e temporale:

- lunghezza stendimento = 44.00 m;
- numero geofoni = 12;
- Spaziatura = 4.00 m;
- End Shot A = 0.00 metri;
- Central Shot E = 24.00 metri;
- End Shot B = 48.00 metri;



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 29 di 39

- durata dell'acquisizione = 128 msec;
- tempo di campionamento = 250 μ sec;
- Frequenza geofoni = 10.00 Hz;
- Sistema di energizzazione = "massa battente".

5.5 RISULTATI INDAGINE GEOFISICA

La topografia delle superfici dei siti investigati risulta essere subpianeggiante, il rumore ambientale è risultato essere poco rilevante.

Per tutte le stese si è utilizzato un sistema di riferimento relativo, la cui origine è posta in corrispondenza dell'end shot esterno al 1° geofono per l'indagine sismica a rifrazione e Masw.

5.6 ELABORAZIONE INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW

La fase di elaborazione si sviluppa in due fasi:

- 1) determinazione della curva di dispersione e la valutazione dello spettro di velocità;
- 2) inversione della curva di dispersione interpretata, mediante picking di un modo dell'onda di Rayleigh e successiva applicazione di algoritmi genetici.

La sovrapposizione della curva teorica e sperimentale fornisce un parametro abbastanza indicativo sull'attendibilità del modello geofisico risultante.

Per l'inversione dei dati sperimentali è stato utilizzato il software WinMasw 4.0 della Eliosoft.

Le curve di dispersione ed i sismogrammi sperimentali, nonché le relative sezioni elaborate sono mostrati negli allegati, dove viene indicato con MnA – MnB, rispettivamente la progressiva iniziale e finale della stesa.

Le indagini sismiche hanno consentito di determinare le caratteristiche elastodinamiche del terreno investigato e definire la categoria del sottosuolo di fondazione.

Di seguito si riportano le risultanze delle due prospezioni Masw eseguite.

Prospezione Masw 1

L'indagine Masw, eseguita ai sensi delle NTC 2018, ha restituito un valore di $V_{s30}=341$ m/s, coincidente dal valore della $V_{s,eq}$, in quanto non è stato intercettato il bedrock (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, con $V_s>800$ m/sec) ad una profondità $H = 30.00$ m dal p.c..

Di seguito si riportano i valori delle V_s in funzione delle profondità considerate:

Valore del $V_{s30} = 341$ m/sec

Valore del $V_{s,eq} = 341$ m/sec

MASW	Velocità di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	174	2.60	0.00 – 2.60
SISMOSTRATO II	311	7.20	2.60 – 9.80
SISMOSTRATO III	405	Semispazio	Semispazio
Vs,eq = 341 m/sec			

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Terreno di riporto; inferiormente sabbia con ghiaia;	0.00 – 2.60
SISMOSTRATO II	Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa;	2.60 – 9.80
SISMOSTRATO III	Limo argilloso con ciottoli;	Semispazio

Prospezione Masw 2

L'indagine Masw, eseguita ai sensi delle NTC 2018, ha restituito un valore di $V_{s30}=517$ m/s, coincidente dal valore della $V_{s,eq}$, in quanto non è stato intercettato il bedrock (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, con $V_s > 800$ m/sec) ad una profondità $H = 30.00$ m dal p.c..

Di seguito si riportano i valori delle V_s in funzione delle profondità considerate:

Valore del $V_{s30} = 517$ m/sec
Valore del $V_{s,eq} = 517$ m/sec

MASW	Velocità di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	155	2.10	0.00 – 2.10
SISMOSTRATO II	441	5.00	2.10 – 7.10
SISMOSTRATO III	656	2.50	7.10 – 9.60
SISMOSTRATO IV	695	Semispazio	Semispazio
Vs,eq = 517 m/sec			

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Terreno vegetale; inferiormente ciottolame incoerente in matrice sabbioso – limosa;	0.00 – 2.10
SISMOSTRATO II	Sabbia addensata con ghiaietto sparso;	2.10 – 7.10



Geol. Domenico DEL CONTE
 Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)
 Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012
 E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
 PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
 RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
 IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
 Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 31 di 39

SISMOSTRATO III	Ciottolame a luoghi cementato in matrice sabbioso - limosa;	7.10 - 9.60
SISMOSTRATO IV	Conglomerato in matrice sabbioso - limosa;	Semispazio

5.7 ELABORAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

Dai sismogrammi sperimentali sono stati letti i tempi di arrivo dei "first-break" attraverso l'utilizzo del software SISMOPC per la costruzione delle relative dromocrone (diagrammi tempo-distanza), mostrate in allegato.

L'interpretazione delle dromocrone, anche questa eseguita con processi computerizzati, è stata effettuata attraverso il software INTERSISM della Geo&Soft, utilizzando come tecnica di interpretazione il Metodo GRM.

Sempre in allegato sono riportate le sezioni sismostratigrafiche interpretative, ottenute, scegliendo un modello a 3 strati, dove viene indicato con SnA - SnB, rispettivamente la progressiva iniziale e finale della stesa.

Di seguito si riportano le risultanze delle prospezioni sismiche a rifrazione eseguite.

Prospezione Sismica 1

Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	424	174	0.00	2.10 - 2.70
SISMOSTRATO II	758	311	2.10 - 2.70	8.90 - 10.50
SISMOSTRATO III	1502	405	indefinito	

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata
SISMOSTRATO I	Terreno vegetale; inferiormente sabbia con ghiaia;
SISMOSTRATO II	Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa;
SISMOSTRATO III	Limo argilloso con ciottoli;

Nella tabella sottostante sono indicati i principali parametri elastici ricavati dall'indagine sismica, dove si è indicato con E (modulo di Young), G (modulo di taglio) e K (modulo di incompressibilità) espressi in Kg/cm², γ (peso di volume) è espresso in kN/m³, mentre ν (coefficiente di Poisson) rappresenta un numero adimensionale.

MODULI DINAMICI PROFILO 1

	Strato 1	Strato 2	Strato 3
Velocità Onde P (m/s):	424	758	1502
Velocità Onde S (m/s):	174	311	405
Modulo di Poisson:	0,40	0,40	0,46
Peso di volume (KN/m ³):	16,85	18,52	19,00
Peso di volume (g/cm ³):	1,72	1,89	1,94
SPESORE MEDIO STRATO (m)	2,60	7,20	9,80
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Kg/cm ²)	1485	5213	9476
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Mpa o Nmm ²)	146	511	929
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Kg/cm ²)	52	183	318
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Mpa o Nmm ²)	5	18	31
MODULO DI BULK (K) (Kg/cm ²) (mod. di incompressibilità di volume)	2444	8585	40285
MODULO DI BULK (K) (Mpa o Nmm ²)	240	842	3951
MODULO DI YOUNG STATICO E _{stat} (Kg/cm ²)	179	628	1142
POROSITA' % (correlazione Rzheshvky e Novik (1971) (%))	46,79	43,66	36,71
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm ²) (valido per le terre)	309	1085	4372
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm ²) (Relazione di Navier)	379	1333	5374
RIGIDITA' SISMICA (m/sec · KN/m ³)	2932	5758	7697
Frequenza dello strato	16,73	10,80	10,33
Periodo dello strato	0,06	0,093	0,097



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 33 di 39

B (Larghezza fondazione in m.)	1,0	1,0	1,0
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in Kg/cm ³)	6,08	24,48	46,15
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in N/cm ³)	59,58	240,11	452,57
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in Kg/cm ³)	3,04	12,24	23,07
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in N/cm ³)	29,79	120,06	226,28

Prospezione Sismica 2

Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	658	155	0.00	2,00 – 2.50
SISMOSTRATO II	1373	441	2.00 – 2.50	6.70 – 7.50
SISMOSTRATO III	2350	656	indefinito	

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata
SISMOSTRATO I	Terreno vegetale; inferiormente ciottolame incoerente in matrice sabbioso – limosa;
SISMOSTRATO II	Sabbia addensata con ghiaietto sparso;
SISMOSTRATO III	Ciottolame a luoghi cementato in matrice sabbioso – limosa;

Nella tabella sottostante sono indicati i principali parametri elastici ricavati dall'indagine sismica, dove si è indicato con E (modulo di Young), G (modulo di taglio) e K (modulo di incompressibilità) espressi in Kg/cm², γ (peso di volume) è espresso in kN/m³, mentre ν (coefficiente di Poisson) rappresenta un numero adimensionale.

MODULI DINAMICI PROFILO 2			
	Strato 1	Strato 2	Strato 3
Velocità Onde P (m/s):	658	1373	2350
Velocità Onde S (m/s):	155	441	656
Modulo di Poisson:	0,47	0,44	0,46
Peso di volume (KN/m³):	18,32	19,75	21,70



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

PROGETTO DEFINITIVO

**PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 34 di 39

Peso di volume (g/cm ³):	1,87	2,01	2,21
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	2,10	5,00	2,50
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Kg/cm ²)	1347	11528	28329
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Mpa o Nmm ²)	132	1130	2778
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Kg/cm ²)	45	392	952
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Mpa o Nmm ²)	4	38	93
MODULO DI BULK (K) (Kg/cm ²) (mod. di incompressibilità di volume)	7641	33404	111737
MODULO DI BULK (K) (Mpa o Nmm ²)	749	3276	10958
MODULO DI YOUNG STATICO E _{stat} (Kg/cm ²)	162	1389	3413
POROSITA' % (correlazione Rzheshvky e Novik (1971) (%))	44,60	37,92	28,79
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm ²) (valido per le terre)	809	3796	12220
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm ²) (Relazione di Navier)	993	4666	15023
RIGIDITA' SISMICA (m/sec · KN/m ³)	2839	8708	14235
Frequenza dello strato	18,45	22,05	65,60
Periodo dello strato	0,05	0,045	0,015
B (Larghezza fondazione in m.)	1,0	1,0	1,0
K _v (Coeff. Di Winkler Vert. in Kg/cm ³)	4,60	56,61	146,84
K _v (Coeff. Di Winkler Vert. in N/cm ³)	45,14	555,19	1439,99
K _h (Coeff. Di Winkler Orizz. in Kg/cm ³)	2,30	28,31	73,42
K _h (Coeff. Di Winkler Orizz. in N/cm ³)	22,57	277,60	720,00



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 35 di 39

Moduli Elastici Dinamici

- **Rapporto V_p / V_s** - Questo parametro può fornire utili informazioni sullo stato di consolidazione e sulla presenza di gas nei mezzi porosi. Alcuni Autori (Gardner & Harris, 1968) affermano che rapporti maggiori di 2 si riscontrano in presenza di sabbie saturate non consolidate; alti rapporti risultano altresì per terreni incoerenti argillo-limosi ad alto grado di saturazione. Valori inferiori a 2 si registrano in presenza di rocce compatte o sedimenti gas saturati. In rocce saturate tale rapporto risulta dipendente dalla litologia, dalla quantità e geometria dei pori e dalle microfratture e potrebbe, nota la litologia, fornire indicazioni su questi ultimi due parametri.
- **Coefficiente di Poisson Dinamico** - Tra i moduli elastici dinamici tale parametro è l'unico che non necessita della conoscenza della densità per la sua determinazione. E' definito dalla seguente equazione:

$$\nu = 0.5 \cdot \frac{(V_p / V_s)^2 - 2}{(V_p / V_s)^2 - 1}$$

Sebbene in teoria sia considerato stress indipendente ed i suoi valori risultino compresi tra 0.25 e 0.33, nei mezzi porosi risulta stress dipendente, e presenta un campo di variabilità più esteso e può addirittura arrivare secondo GREGORY (1976) a valori negativi. I valori più bassi, in natura, si registrano per litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione litostatica e gas saturati, in alcuni sedimenti incoerenti e saturi i valori possono risultare uguali o superiori a 0.49; nelle sospensioni assume il valore di 0.5.

- **Modulo di Taglio Dinamico** - E' definito dalla seguente equazione:

$$G = \gamma \cdot V_s^2$$

dove γ = densità

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua. Il campo di variabilità nei mezzi porosi è molto esteso.

- **Modulo di Young Dinamico** - E' definito dalla seguente equazione:

$$E = (9 \gamma \cdot V_s^2 \cdot R^2) / (3R^2 + 1)$$

dove:

γ = densità

$$R^2 = K / (\gamma \cdot V_s^2)$$

$$K = \gamma \cdot (V_p^2 - 4/3 V_s^2)$$

Tale modulo dipende dalla porosità, dalla pressione litostatica e dagli altri moduli elastici. Aumenta in misura considerevole quando al campione "dry" a bassa porosità vengono

aggiunte piccole quantità di acqua, diminuisce quando un campione ad alta porosità viene sottoposto allo stesso trattamento.

I minimi valori del modulo si registrano in litotipi ad alta porosità saturi in gas, mentre i valori massimi si hanno per litotipi sotto pressione saturati in acqua ed a bassa porosità.

Il campo di variabilità è considerevole.

- **Modulo di Incompressibilità** - Esso è definito rispetto alle V_p , V_s e densità dalla seguente equazione:

$$K = \gamma \cdot (V_p^2 - 4/3 V_s^2)$$

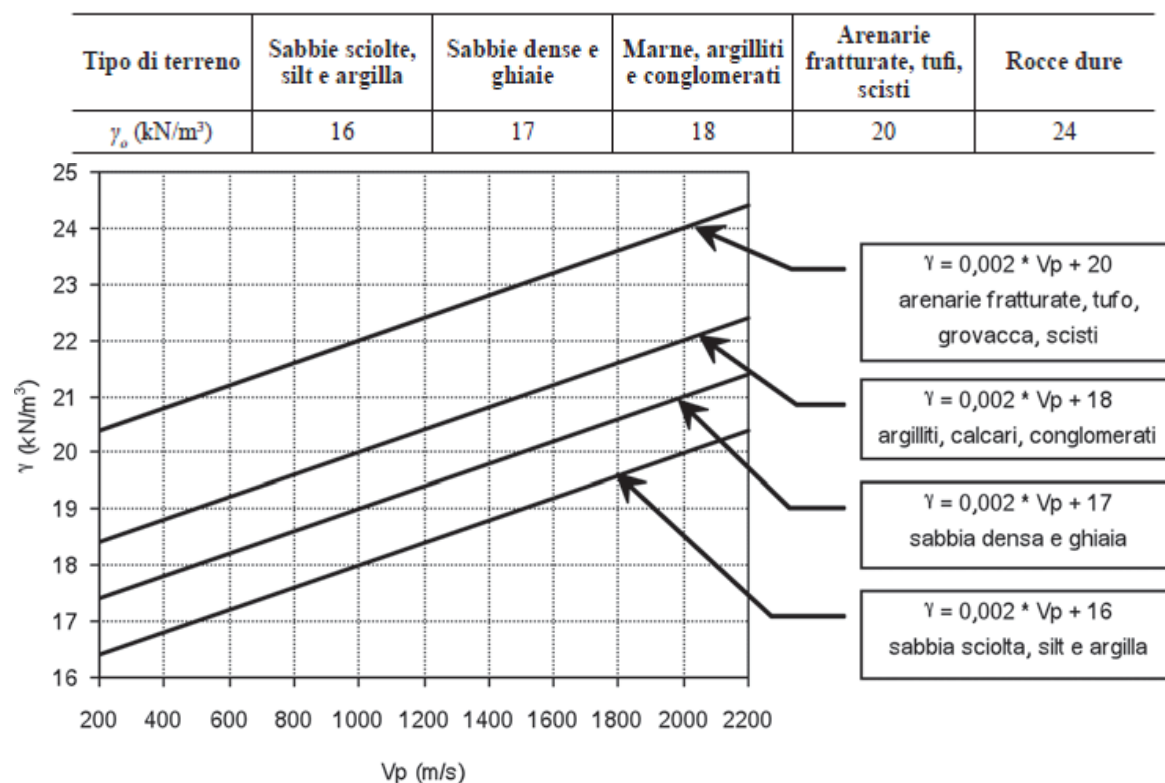
dove:

γ = densità

Questo Modulo varia con la porosità, con la pressione e con la quantità di fluido saturante. Esso aumenta con il grado di saturazione con il decrescere della porosità e con l'aumentare della pressione. Nelle rocce sedimentarie varia di oltre 30 volte.

- **Peso di volume** - ricavato dalla relazione empirica di Tezcan et al. (2009) che lega tale parametro alla velocità di propagazione delle onde P, tenendo conto del tipo di terreno:

$$\gamma = \gamma_0 + 0,002 \cdot V_p$$





Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 37 di 39

dove γ è la densità espressa in kN/m^3 e V è la velocità delle onde di tipo P (longitudinali o di pressione) espressa in m/s .

➤ **Rigidità sismica (R):**

$$R = \gamma \cdot Vs \text{ (KN/m}^2\text{-sec)}$$

dove γ è la densità espressa in kg/m^3 e V è la velocità delle onde di tipo S (trasversali o di taglio) espressa in m/s .

E' un parametro strettamente legato alla amplificazione sismica locale: infatti l'incidenza dei danni tende a diminuire all'aumentare della rigidità sismica.

6. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI AFFIORANTI

Per la determinazione delle caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni di fondazione si è fatto riferimento ai risultati dello studio geologico dell'area, alle indagini geognostiche e geotecniche eseguite in precedenza sia in sito, sia in laboratorio.

L'elaborazione delle informazioni di cui sopra consente di stabilire che il terreno di fondazione in esame, nella sua variabilità granulometrica e nei rapporti geometrici verticali tra i vari strati, presenta disuniformità di comportamento geotecnico dovute alla modalità di deposizione e ai rapporti che questa ha creato tra i sedimenti (storia geologica).

Perciò, per l'impossibilità di considerare la notevole variabilità di comportamento, il terreno di fondazione è stato suddiviso in unità litotecniche per ognuna delle quali sono state definite le caratteristiche geotecniche principali modello geologico-geotecnico di riferimento.

La comparazione delle informazioni prima descritte, consente di definire la **parametrizzazione geotecnica** (parametri iniziali da adeguare alla normativa NTC/18) e la **successione dei terreni** che, dalla quota di riferimento 0.00 (piano campagna), può essere sintetizzata come schematizzato nelle seguenti tabelle.

TABELLE PARAMETRI GEOTECNICI

1ª Unità litotecnica da 0.00 a - 2.60 m

Strato di copertura superficiale costituito da terreno vegetale al di sotto del quale è presente terreno sabbioso con ciottoli in dispersione. Si tratta di un complesso scarsamente consistente, dotato delle caratteristiche geotecniche riportate in tabella:

h=2.60 m	spessore considerato
$\gamma=16.87 \text{ KN/m}^3$	peso volume
$\varphi=18.00^\circ \div 20.00^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$C_u=0.00 \text{ KN/m}^2$	coesione non drenata
$V_s=174 \text{ m/s}$	velocità media delle onde di taglio (da Prospezione Masw)

2ª Unità litotecnica da -2.60 m a -9.80 m



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 38 di 39

Rientra l'orizzonte caratterizzato da ghiaia poligenica eterometrica in matrice sabbiosa con concrezioni carboniose, dotato delle caratteristiche geotecniche riportate in tabella:

h=7.30 m	spessore considerato
$\gamma=19.50 \text{ KN/m}^3$	peso volume
$\phi=32^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$C_u=0.00 \text{ KN/m}^2$	coesione non drenata
$V_s=311 \text{ m/s}$	velocità media delle onde di taglio (da Prospezione Masw)

3^a Unità litotecnica da -9.80 m - intervallo indefinito

Strato costituito da limo argilloso debolmente ghiaioso, dotato delle caratteristiche geotecniche riportate in tabella:

h= indefinito	spessore considerato
$\gamma=19.49 \text{ KN/m}^3$	peso volume
$\phi=23.16^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c'=22.52 \text{ KPa}$	coesione efficace
$V_s=405 \text{ m/s}$	velocità media delle onde di taglio (da Prospezione Masw)

7. CONCLUSIONI

Il presente rapporto è stato redatto a supporto del progetto per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **POSTA DELLE CANNE s.r.l.** .

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un *impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da n. 10 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 5,6 MW per una potenza complessiva di 56,00 MW*, da realizzarsi nella Provincia di Foggia, nel territorio comunale di Orta Nova e Ordona, in cui ricadono gli aerogeneratori e parte dell'elettrodotto esterno, mentre nel territorio comunale di Stornara ricade la restante parte dell'elettrodotto esterno e le opere di connessione alla RTN.

Dallo studio effettuato emerge quanto segue:

Le esplorazioni dirette del sottosuolo, hanno permesso di definire i caratteri litostratigrafici del primo sottosuolo.

- I terreni su cui insisterà l'opera in progetto possono essere suddivisi in unità litologiche di seguito denominate U.L. In particolare, sono stati definiti cinque orizzonti litologici a partire dalla quota di riferimento 0.00 (piano campagna):

U.L. 1 – COPERTURA SUPERFICIALE COSTITUITA DA COLTRE VEGETALE

Strato di copertura superficiale costituito da terreno vegetale al di sotto del quale è presente terreno sabbioso con ciottoli in dispersione. Si rinviene nella parte più superficiale del terreno e presenta uno spessore variabile da -2.1 m a -2.7 metri.

U.L. 2 – GHIAIA ETEROMETRICA IN MATRICE SABBIOSA

Si rinviene da circa -2.1÷-2.7 m fino a -8.9÷-10.5 m dal p.c.

U.L. 3 – ARGILLA COMPATTA CON LIVELLETTI SABBIOSI



Geol. Domenico DEL CONTE

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG)

Cell. +39 329.7160866 Fax +39 0884.89012

E-mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0
Luglio 2020

cod. elaborato
DC20053D-V19

Pagina 39 di 39

Si rinviene a profondità a partire da 8.9÷-10.5 m dal p.c.

U.L. 4 – SABBIA GIALLASTRA COMPATTA

Si rinviene a profondità a partire da -22 m dal p.c.

U.L. 5 – ARGILLA SABBIOSA COMPATTA

Si rinviene a profondità a partire da -30 m dal p.c.

- Relativamente al sondaggio S1, la presenza della falda rinvenuta nel corso della terebrazione si attesta alla profondità di 6 m dal p.c..
- La vita nominale dell'opera strutturale di progetto VN è ≥ 50 anni;
- La classe d'uso è definita: II;
- Il periodo di riferimento è: $VR = VN \times CU = 50 \times 1,0 = 50$ anni;
- Dal punto di vista geomorfologico e geotecnico, in prospettiva sismica ed in relazioni alle condizioni globali dei terreni, si conferma la fattibilità geologica delle opere in progetto in ottemperanza delle normative vigenti.

Dalle informazioni precedentemente esposte, si evince che la zona oggetto dell'intervento è stabile e che le opere di che trattasi non determinano turbativa all'assetto idrogeologico del suolo.

Tuttavia, nella fase di progettazione esecutiva, lo scrivente si riserva di approfondire lo studio con ulteriori indagini.

Considerate le risultanze delle indagini e le finalità del presente studio, si esprime un giudizio positivo alla fattibilità dell'opera.

Cagnano Varano, Luglio 2020



Domenico Del Conte

Geol. Domenico DEL CONTE

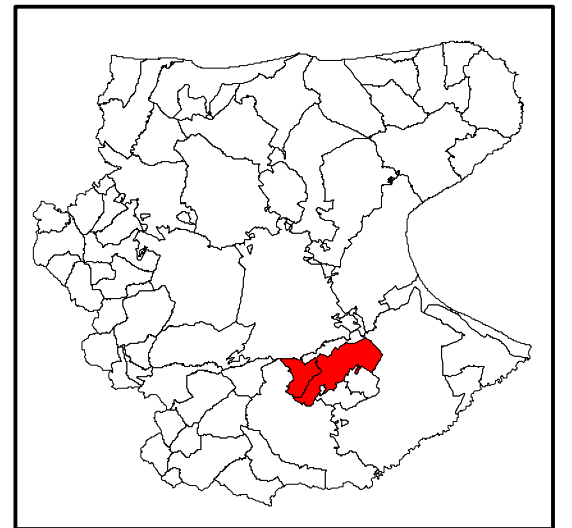
**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

ALLEGATO 1

UBICAZIONE PROSPEZIONI SISMICHE



TAV. IX - PROSPEZIONI GEOFISICHE



Legenda:

- AEROGENERATORI
- SSE
- TERNA
- Progetto_Cavidotto Esterno
- Progetto_Cavidotto Interno
- Prospezione Geofisica

Sistema di coordinate: WGS 1984 UTM Zone 33N
 Proiezione: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 0.0000
 Central Meridian: 15.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Unità: Meter

Scala 1:40000

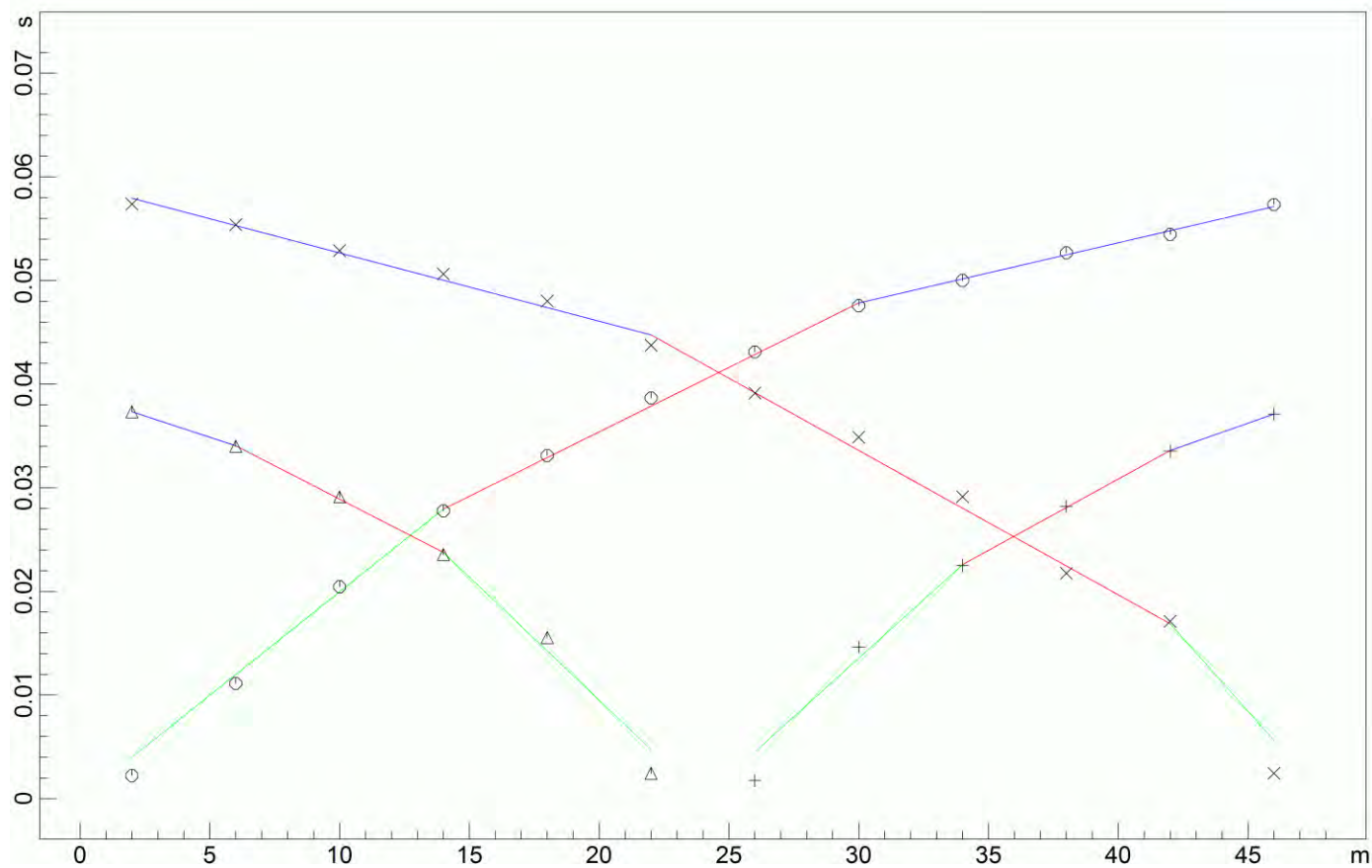
dott. Domenico Del Conte
geologo

Corso Giannone, 184 - 71010 Cagnano Varano (FG)
 Tel/Fax 0884.89012 - Cell. 329.7160866

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

ALLEGATO 2

PROSPEZIONI SISMICHE



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG) IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"

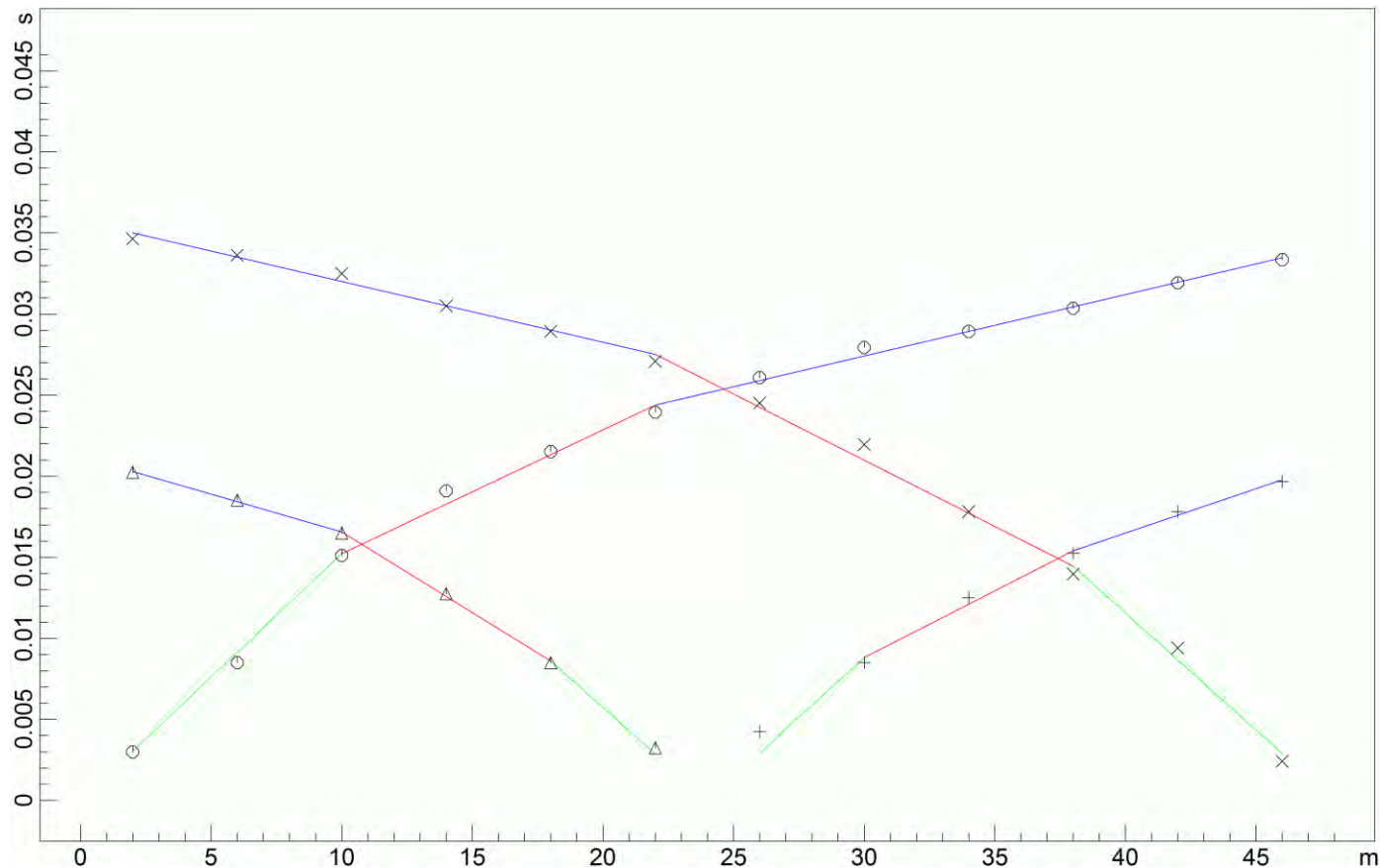


Geol. Domenico Del Conte
 Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG) - tel. 329.7160866
 Web Site: <http://www.geoapulia.it> - mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**DROMOCRONE ONDE LONGITUDINALI (P)
 PROFILO 1**

A 2

Luglio
 2020



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG) IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"

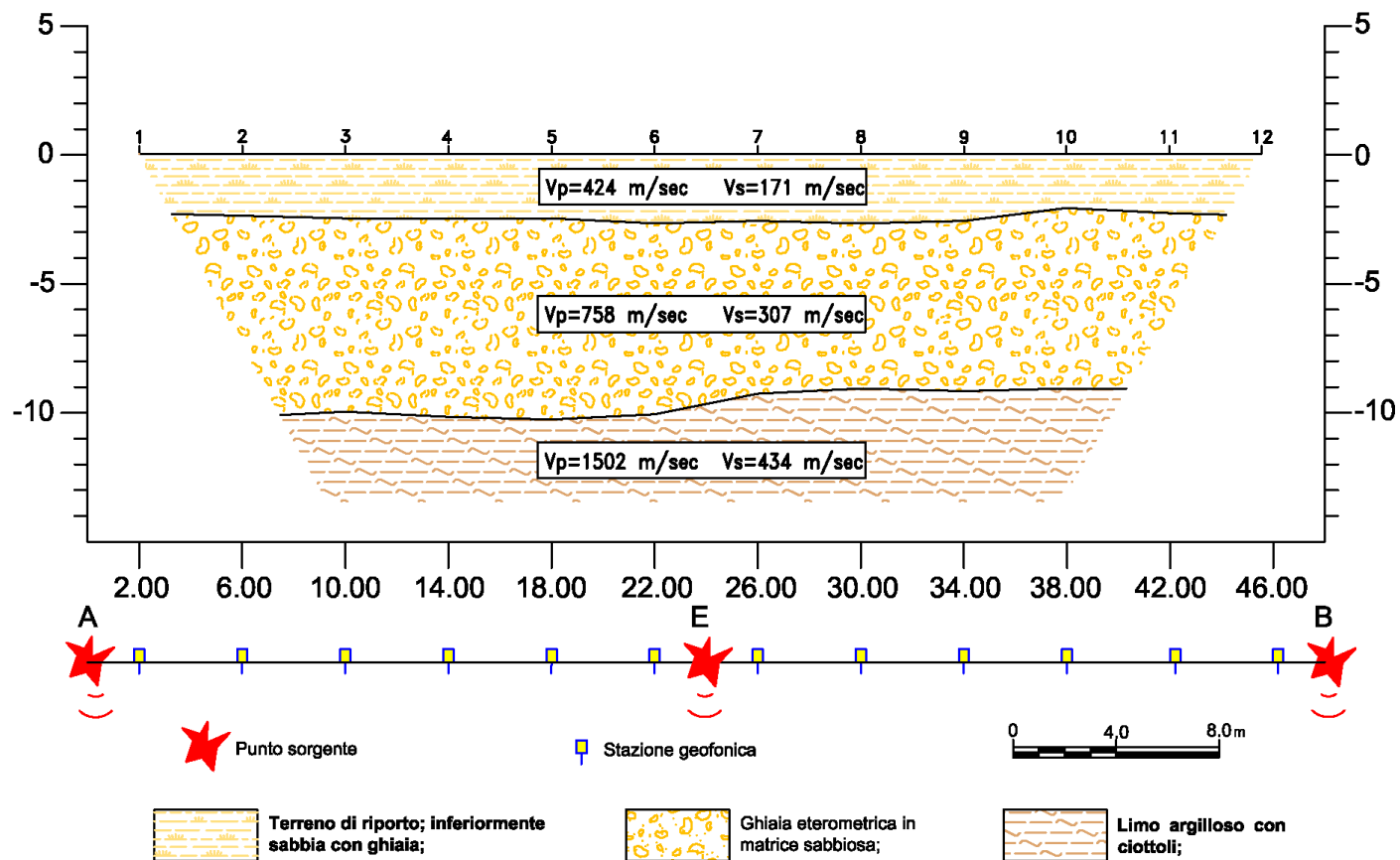


Geol. Domenico Del Conte
 Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG) - tel. 329.7160866
 Web Site: <http://www.geoapulia.it> - mail: domenico.delconte@geoapulia.it

DROMOCRONE ONDE LONGITUDINALI (P) PROFILO 2

A 3

Luglio
 2020



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG) IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"

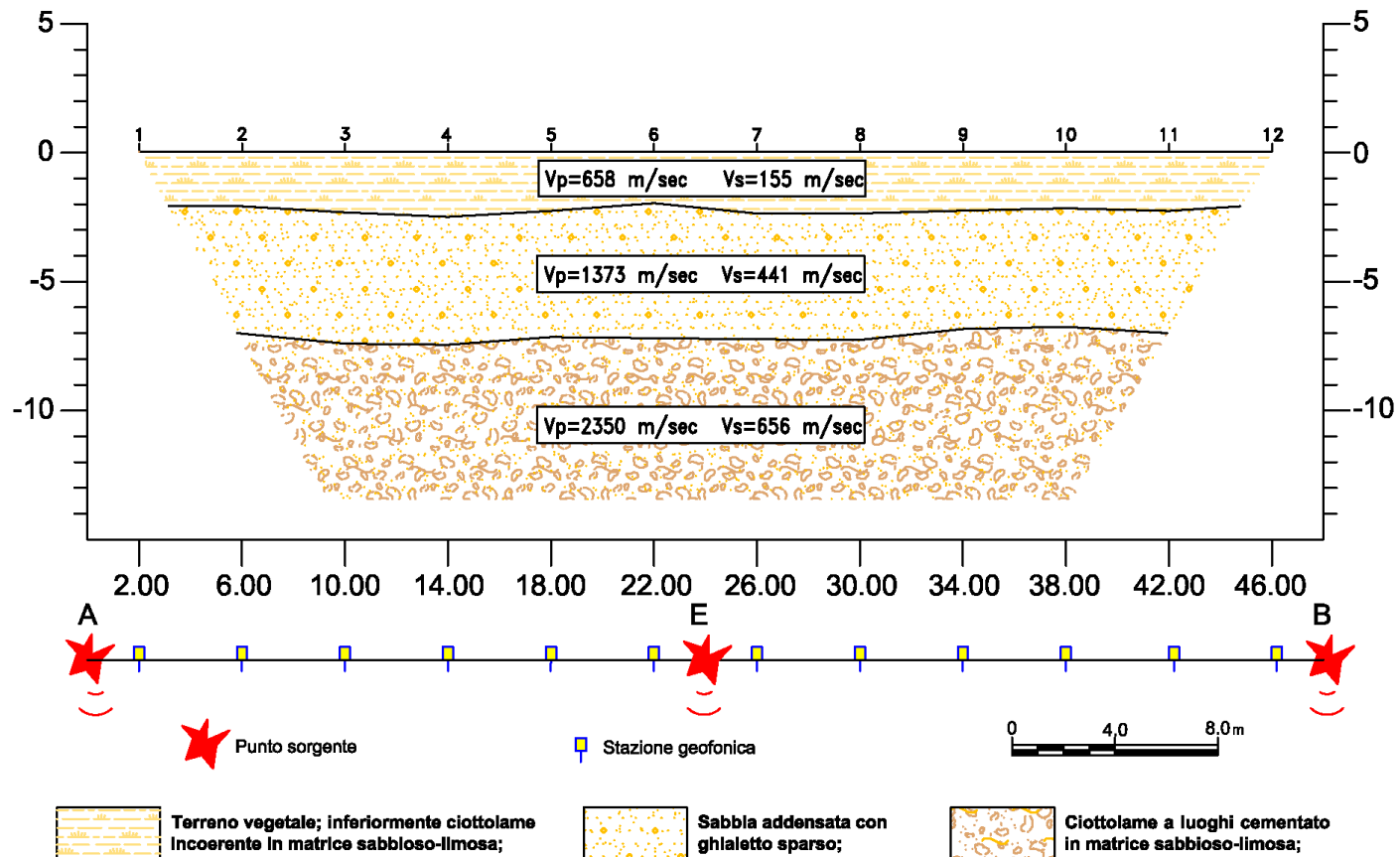


Geol. Domenico Del Conte
 Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG) - tel. 329.7160866
 Web Site: <http://www.geoapulia.it> - mail: domenico.delconte@geoapulia.it

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA 1

A 4

Luglio
2020



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG) IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"



Geol. Domenico Del Conte
 Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG) - tel. 329.7160866
 Web Site: <http://www.geoapulia.it> - mail: domenico.delconte@geoapulia.it

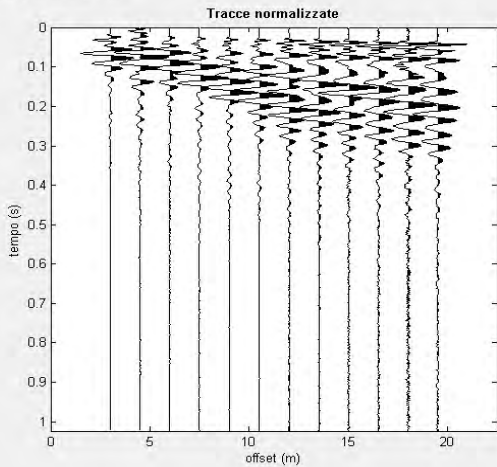
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA 2

A 5

Luglio
2020

Primo: trattamento dati

dataset: PARCO ORDONA.DAT
 offset minimo: 3 m
 distanza intergeofonica: 1.5 m
 campionamento: 1 ms



Utilità

ruota le tracce

movie ?

Selezione dati

Attiva

Selezione 20

Annulla Salva



Invia e-mail

ver. 4.0 Standard

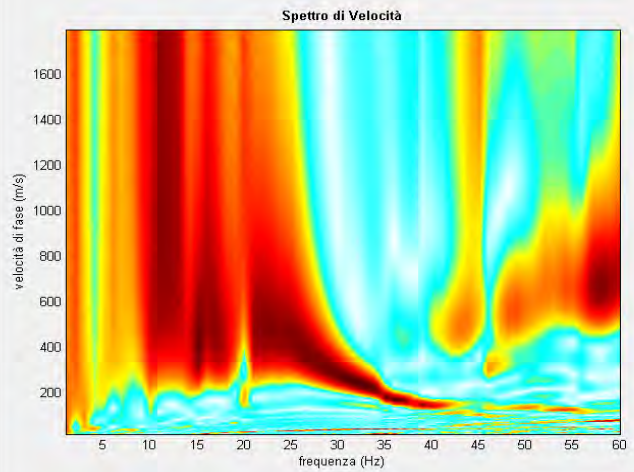
Secondo: determinazione spettro di velocità e picking

calcolo spettro di velocità

Tau - v

visualizza curve

input curva ?



Esplora spettro

modellazione diretta

parametri

salva modello

carica modello

3

? refresh

picking

selezione modo ?

selezionare l'ultimo punto del modo utilizzando il tasto destro

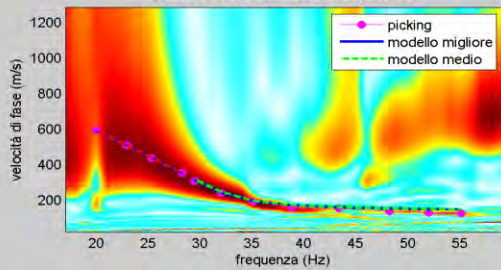
salva picking ?

cancella picking

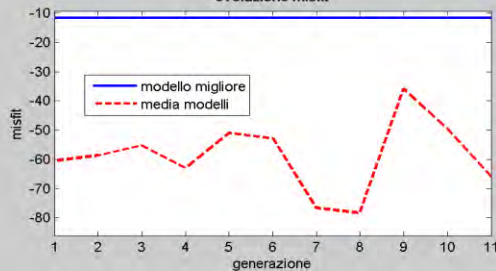
Inverti

Esci

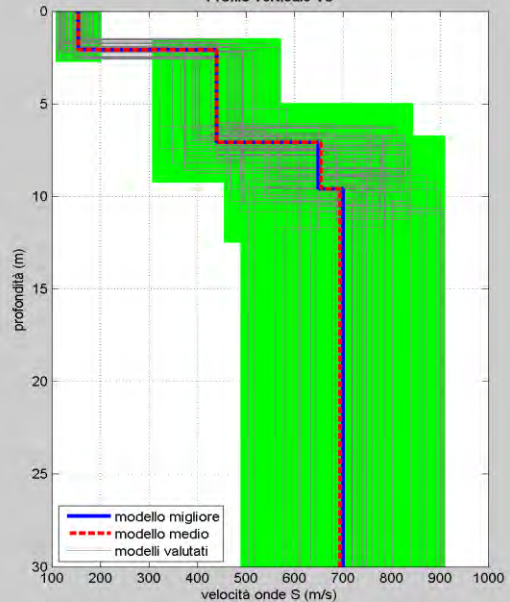
spettro di velocità e curve di dispersione



evoluzione misfit



Profilo verticale Vs



dataset: PARCO ORDONA.DAT

curva di dispersione: PARCO ORDONA.cdp

modello migliore VS30: 518 m/s

modello medio VS30: 517 m/s



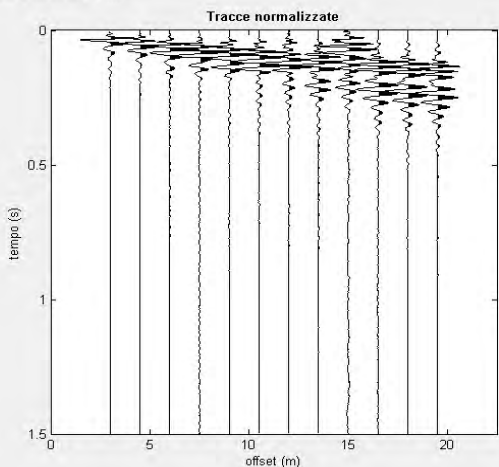
PROSPEZIONE MASW

A 6

Luglio 2020

Primo: trattamento dati

dataset: TETTOIA ORTOFRESCO.dat
 offset minimo: 3 m
 distanza intergeofonica: 1.5 m
 campionamento: 1 ms



Utilità: ruota le tracce, movie, ?

Selezione dati: Attiva, Selezione: 20, Annulla, Salva



Invia e-mail

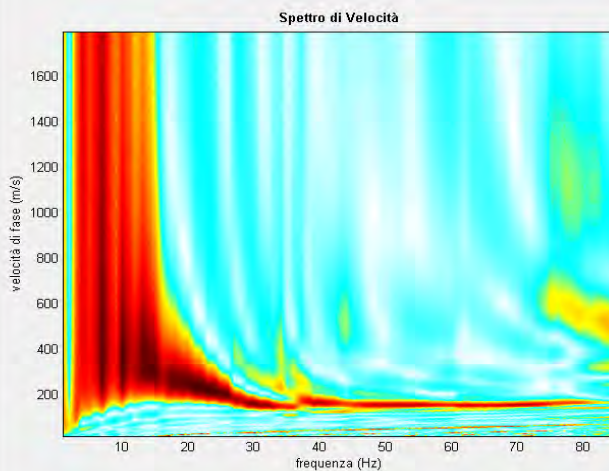
ver. 4.0 Standard

Secondo: determinazione spettro di velocità e picking

calcolo spettro di velocità Tau - v

visualizza curve

input curva ?



Esplora spettro

modellazione diretta

parametri, salva modello, carica modello: 3, refresh, ?

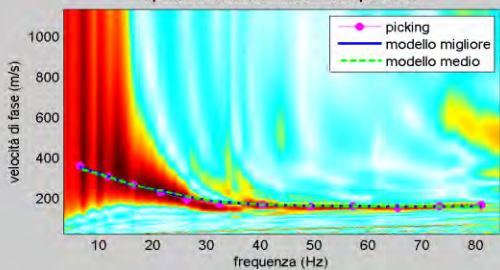
picking

selezione modo, seleziona l'ultimo punto del modo utilizzando il tasto destro, salva picking, ?, cancella picking

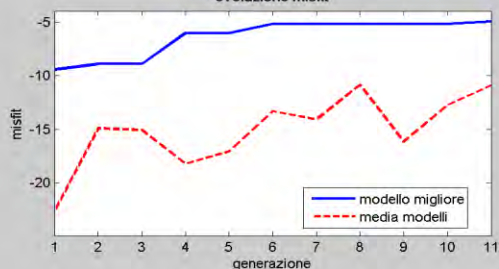
Inverti

Esci

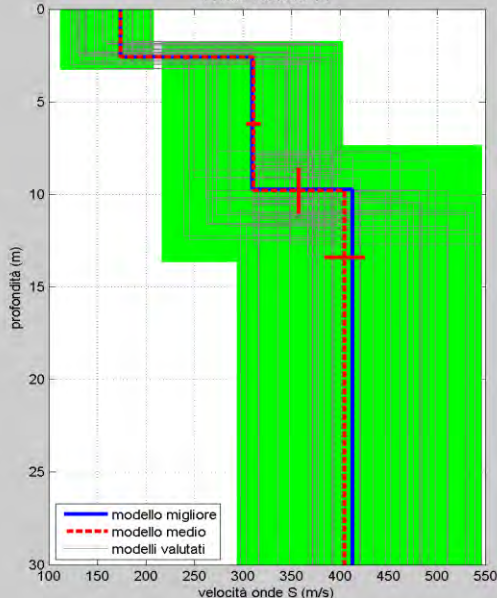
spettro di velocità e curve di dispersione



evoluzione misfit



Profilo verticale Vs



dataset: TETTOIA ORTOFRESCO.dat
 curva di dispersione: TETTOIA ORTOFRESCO.cdp
 modello migliore VS30: 345 m/s
 modello medio VS30: 341 m/s



PROSPEZIONE MASW

A7

Luglio 2020

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG)
IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"**

ALLEGATO 2

UBICAZIONE PROSPEZIONI SISMICHE



Prospezione Sismica a Rifrazione



Prospezione Masw

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG) IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"



Geol. Domenico Del Conte
Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG) - tel. 329.7160866
Web Site: <http://www.geoapulia.it> - mail: domenico.delconte@geoapulia.it

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA PROFILO 1

A 8

**Luglio
2020**



Prospezione Sismica a Rifrazione



Prospezione Masw

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG) IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"



Geol. Domenico Del Conte

Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG) - tel. 329.7160866

Web Site: <http://www.geoapulia.it> - mail: domenico.delconte@geoapulia.it

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA PROFILO 2

A 9

**Luglio
2020**