



NEW GREEN ENERGY s.r.l.

Via Diocleziano, 107 – 80125 NAPOLI

REGIONE PUGLIA
COMUNI DI ORTA NOVA E CERIGNOLA (FG)

PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI
DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG)
IN LOCALITA' "SALICE - LA PADULETTA"

PROGETTISTI:

PROPONENTE:

M&M ENGINEERING S.r.l.

Sede Operativa:
Via I Maggio, n.4

71045 Orta Nova (FG) - Italy
tel./fax (+39) 0885791912 -
ing.marianomarseglia@gmail.com

NEW GREEN ENERGY s.r.l.

Via Diocleziano, 107
80125 NAPOLI

newgreen@pec.it - info@newgreen.it

Progettisti :

ing. Mariano Marseglia

ing. Giuseppe Federico Zingarelli

Consulente:

Geol. Domenico Del Conte



Domenico Del Conte

ELABORATO	TITOLO	COMMESSA			
32	RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA	02EOL-2018			
		CODICE ELABORATO			
		GEO-05			
REVISIONE	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio M&M Engineering S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. (art. 2575 c.c.)	NOME FILE	PAGINE		
00		GEO-05.doc	57 + copertina		
REV		DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato
00	03/12/2018	Prima Emissione	Del Conte	Marseglia	De Vita
01					
02					
03					
04					
05					
06					



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA'
"SALICE – LA PADULETTA"**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 1 di 48

***"PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO
EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG)
IN LOCALITA' "SALICE – LA PADULETTA"***

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		cod. elaborato GEO-05
		Pagina 2 di 48

INDICE

1. **PREMESSA**
2. **INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE**
3. **ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE E GEOMORFOLOGICO**
4. **CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA**
5. **CARATTERIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO ALL'INTERNO DEL PARCO EOLICO**
6. **INDAGINI GEOFISICHE MEDIANTE PROSPEZIONE MASW E SISMICA A RIFRAZIONE**
7. **CONCLUSIONI**



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

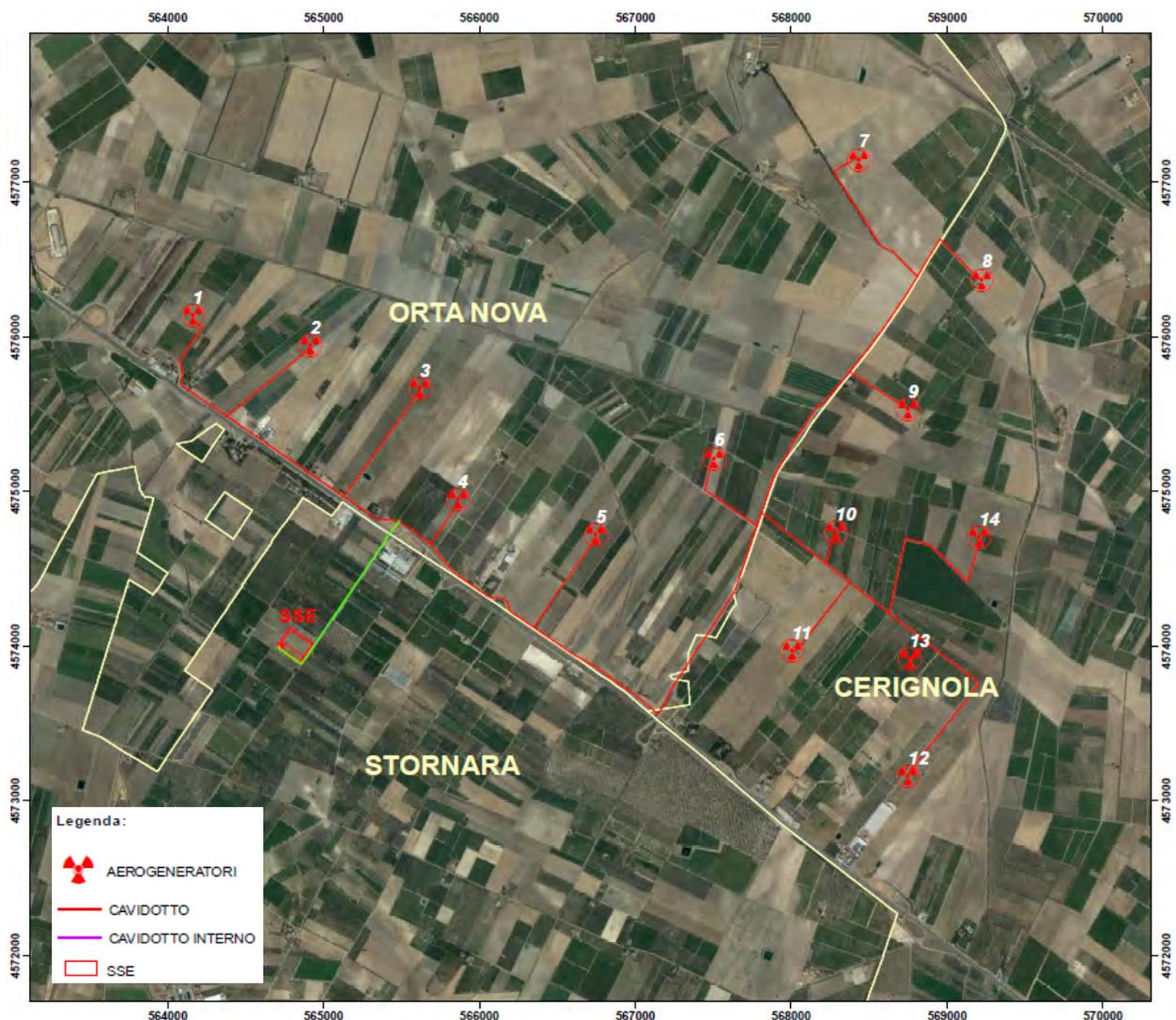
Pagina 3 di 48

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

1. PREMESSA

Il presente rapporto è stato redatto a supporto del progetto relativo a: “*Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico nei territori dei comuni di Cerignola e Orta Nova (FG) in località “Salice – La Paduletta”.*”

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 14 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 4,2 MW per una potenza complessiva di 58,80 MW, da realizzarsi nella Provincia di Foggia, nei territori comunali di Orta Nova e Cerignola.



 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		cod. elaborato GEO-05
		Pagina 4 di 48

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

- Cartograficamente le opere di che trattasi ricadono nelle seguenti aree:
- Foglio 164 “Foggia” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:100.000;
- Foglio 175 “Cerignola” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:100.000;
- Foglio 422 “Cerignola” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:50.000;
- Tavoletta “Stazione di Orta Nova” 164 II SO, 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. 422064 – 422061 – 422063 – 422062, in scala 1.5000;
- **Fogli catastali Comune di Orta Nova**
 - Foglio N. 32 (p.lla 300 – Aerogeneratore WTG1);*
 - Foglio N. 37 (p.lla 79 – Aerogeneratore WTG2);*
 - Foglio N. 37 (p.lla 484 – Aerogeneratore WTG3);*
 - Foglio N. 37 (p.lla 615 – Aerogeneratore WTG4);*
 - Foglio N. 35 (p.lla 558 – Aerogeneratore WTG5);*
 - Foglio N. 35 (p.lla 178 – Aerogeneratore WTG6);*
 - Foglio N. 34 (p.lla 326 – Aerogeneratore WTG7);*
- **Fogli catastali Comune di Cerignola**
 - Foglio N. 99 (p.lla 203 – Aerogeneratore WTG8);*
 - Foglio N. 101 (p.lla 253 – Aerogeneratore WTG9);*
 - Foglio N. 101 (p.lla 453 – Aerogeneratore WTG10)*
 - Foglio N. 101 (p.lla 103 – Aerogeneratore WTG11);*
 - Foglio N. 101 (p.lla 851 – Aerogeneratore WTG12);*
 - Foglio N. 101 (p.lla 405 – Aerogeneratore WTG13);*
 - Foglio N. 101 (p.lla 624 – Aerogeneratore WTG14);*
 - Foglio N. 91 (p.lla 3 – SSE);*

Di seguito si riportano le coordinate piane (WGS 1984 UTM Zone 33 N), relative alla posizione di installazione dei singoli aerogeneratori:



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

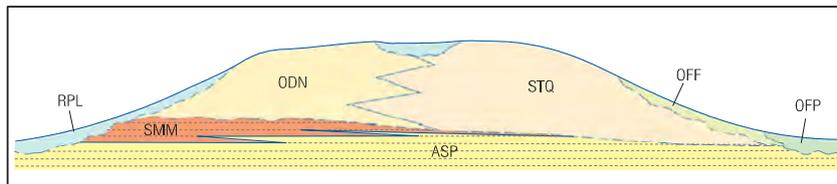
cod. elaborato
GEO-05

Pagina 5 di 48

COORDINATE UTM 33 WGS84		
WTG	E	N
1	564160	4576134
2	564914	4575941
3	565616	4575665
4	565860	4574951
5	566745	4574718
6	567504	4575214
7	568431	4577147
8	569220	4576371
9	568747	4575527
10	568281	4574738
11	568004	4573969
12	568746	4573159
13	568755	4573915
14	569202	4574702

Topograficamente le aree oggetto di studio presentano quote variabili da circa 51 m s.l.m. (in corrispondenza della turbina WTG7) a 79 m s.l.m. (in corrispondenza della turbina WTG12).

Geologicamente l’area del Foglio 422 “Cerignola” è 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
	depositi antropici	h	Non distinti



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 6 di 48

Olocene	Unità non distinte in base al bacino di appartenenza	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		OF _P	Alluvioni terrazzate
		sintema di Fontana Figura	subsintema di Salve Regina	OF _{F2}	Alluvioni terrazzate
			subsintema di Masseria Pignatella	OF _{F1}	
	SUPERSINTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA (TP)	sintema dei Torrenti Carapelle e Cervaro	subsintema delle Marane La Pidocchiosa - Castello	RPL ₃	Alluvioni terrazzate
			subsintema di Masseria Torricelli	RPL ₂	
			subsintema 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

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		cod. elaborato GEO-05
		Pagina 7 di 48

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.

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.

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		<p>cod. elaborato GEO-05</p>
		<p>Pagina 8 di 48</p>

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

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		cod. elaborato GEO-05
		Pagina 9 di 48

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 radio-carbonio 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 Navigata, 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.

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



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

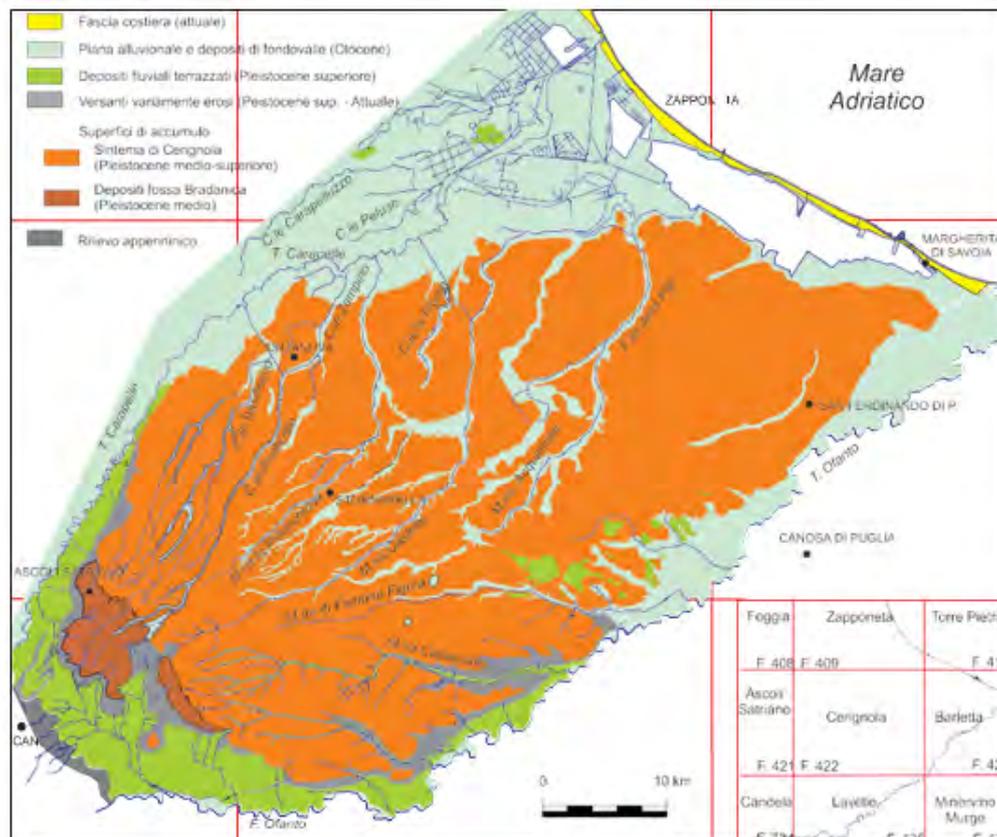
**“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI
 UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 10 di 48



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



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

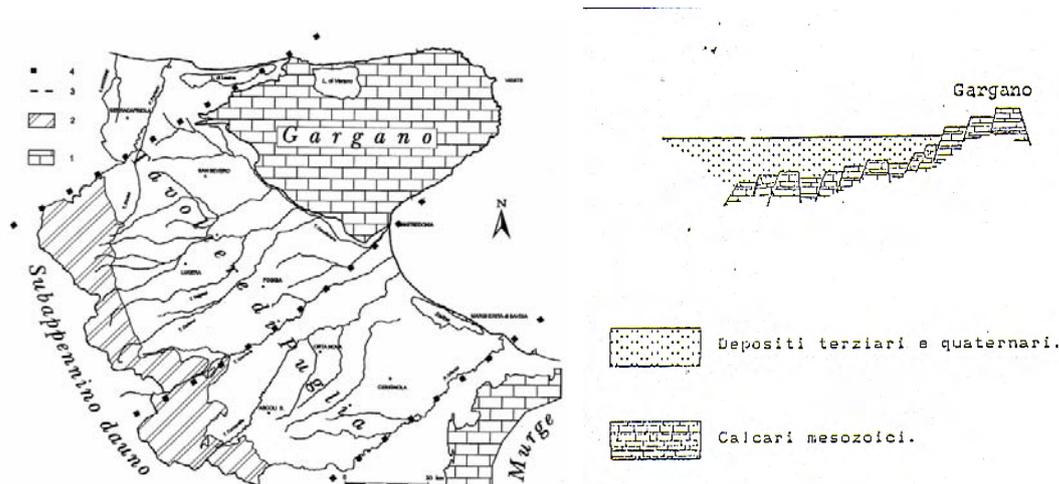
cod. elaborato
GEO-05

Pagina 11 di 48

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'Avampaease 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 rinvencono, 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.



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

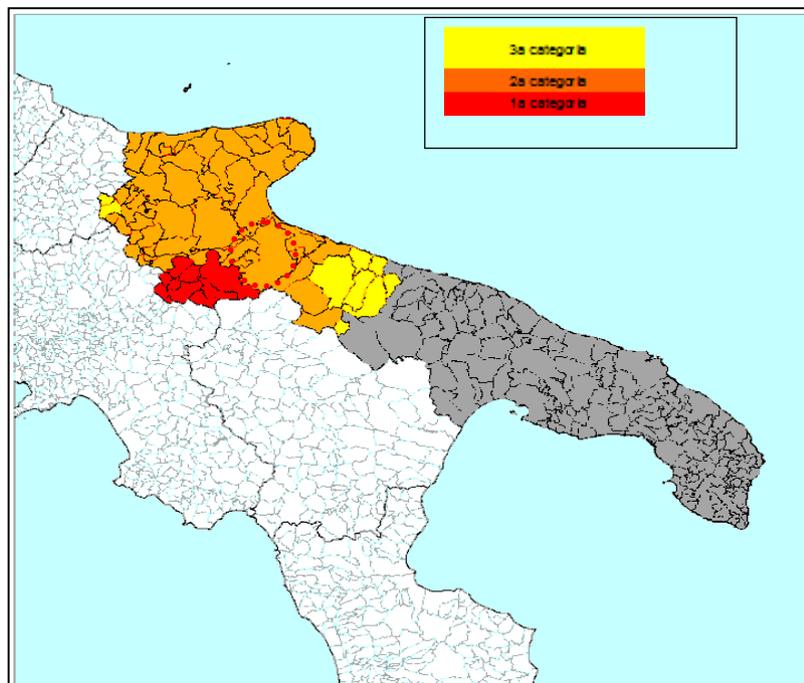
cod. elaborato
GEO-05

Pagina 12 di 48

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 2 (medio Rischio) corrispondente ad un grado di sismicità pari a $S=9$, con coefficiente d'intensità sismica da adottare per tutte le opere d'ingegneria civile, pari a 0.07 (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



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 13 di 48

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 due comuni interessati dalle opere in progetto:

COMUNE DI CERIGNOLA:

Effetti	in occasione del terremoto del				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7-8	1627 07 30 10 50	Capitanata	64	10	6,66
5	1691 09 26	Tavoliere delle Puglie	1	5	4,16
9	1731 03 20 03	Tavoliere delle Puglie	49	9	6,33
6-7	1731 10 17 11	Tavoliere delle Puglie	6	6-7	4,86
7	1851 08 14 13 20	Vulture	103	10	6,52
4-5	1852 12 09 21 15	Gargano	12	5	4,31
6-7	1857 12 16 21 15	Basilicata	340	11	7,12
4-5	1858 05 24 09 20	Tavoliere delle Puglie	13	4-5	4,35
5	1875 12 06	Gargano	97	8	5,86
2-3	1882 06 06 05 40	Isernino	50	7	5,2
4	1889 12 08	Gargano	122	7	5,47
NF	1892 06 06	Isole Tremiti	68	6	4,88
4	1893 01 25	Vallo di Diano	134	7	5,15
4-5	1897 05 28 22 40 02.00	Ionio	132	6	5,46
4-5	1900 12 23 22 30	Gargano	20	5	4,37
3	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6,95
2	1905 11 26	Irpinia	122	7-8	5,18
NF	1908 09 16 20 15	Gargano	14	3-4	3,72
4	1908 12 28 04 20 27.00	Stretto di Messina	772	11	7,1
5	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8	5,76
5	1912 07 02 07 34	Tavoliere delle Puglie	49	5	4,55
4	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8	5,35
6	1925 07 28 03 33	Tavoliere delle Puglie	6	5	4,2
3	1925 08 25 05 10	Gargano	14	5	4,92
7	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6,67



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 14 di 48

3	1930 11 06 21 56	Alta Murgia	16	5	4,41
3	1931 05 10 10 48 55.00	Irpinia	43	5-6	4,64
7	1931 12 03 09 32	Tavoliere delle Puglie	12	6	4,59
7	1948 08 18 21 12 20.00	Gargano	58	7-8	5,55
4	1951 01 16 01 11	Gargano	73	7	5,22
3	1954 08 06 19 21 12.00	Potentino	13	5-6	5,18
NF	1955 02 09 10 06	Gargano	31	6-7	5,05
NF	1955 07 12 04 02	Gargano	8	5	4,16
2	1956 01 09 00 44	Materano	45	6	4,72
5	1956 09 22 03 19 39.00	Gargano	57	6	4,64
2-3	1962 01 19 05 01 25.00	Gargano	31	5	4,42
5	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6,15
NF	1978 09 24 08 07 44.00	Materano	121	6	4,75
6	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
NF	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
4	1988 04 26 00 53 43.83	Adriatico centrale	78		5,36
NF	1990 02 18 20 10 48.71	Adriatico centrale	46		4,24
5	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5,77
4	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5,08
2-3	1992 11 05 13 34 27.86	Gargano	32	5	4,34
5	1995 09 30 10 14 33.86	Gargano	145	6	5,15
3-4	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4,9
5	1998 04 07 21 36 55.30	Valle dell'Ofanto	45	5	4,31
4	2002 11 01 15 09 01.92	Molise	638	7	5,72
NF	2003 06 01 15 45 18.04	Molise	501	5	4,44
NF	2004 09 03 00 04 12.75	Potentino	156	5	4,41
4-5	2006 05 29 02 20 06.26	Gargano	384		4,64
2	2006 12 10 11 03 41.57	Adriatico centrale	54		4,48

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



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

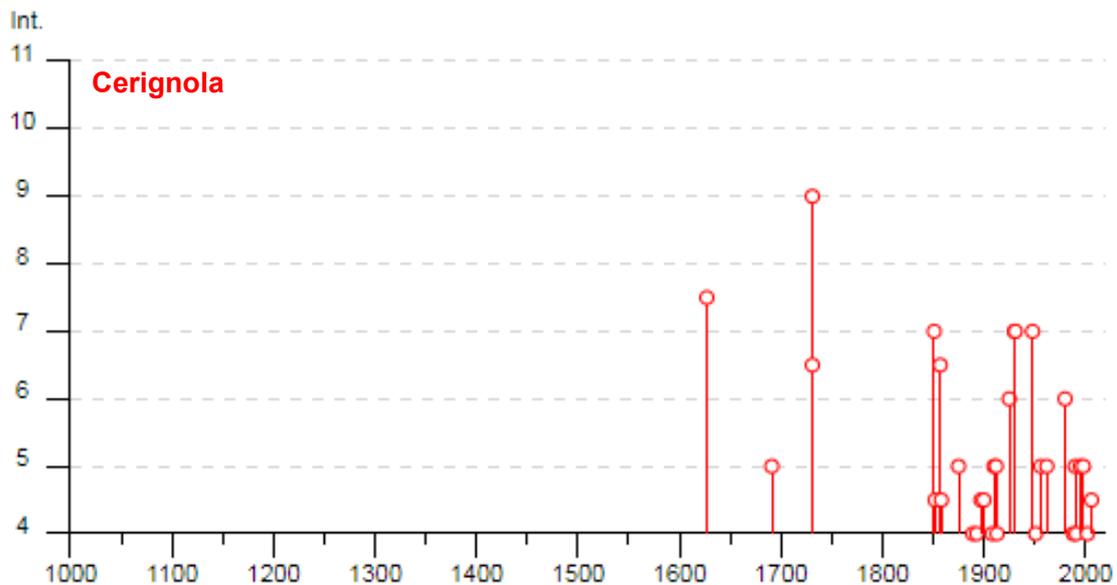
“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI
 UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 15 di 48



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 Cerignola** i seguenti parametri:

Codice ISTAT 2001	Classificazione 2003
160 71020	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



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 16 di 48

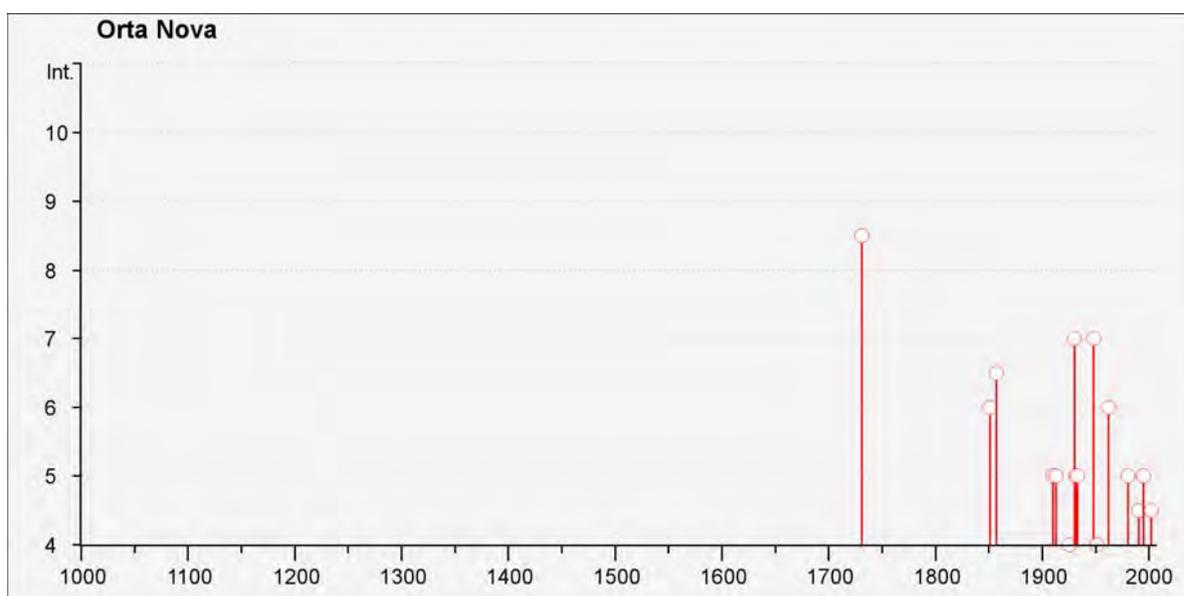
COMUNE DI ORTA NOVA:

Effetti	in occasione del terremoto del				
	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
8-9	1731 03 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 06:48:44	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 00:08:43	Irpinia	547	10	6.62 ±0.09
5	1931 12 03 09:32	CERIGNOLA	12	6	4.62 ±0.30
5	1933 03 07 14:40:16	BISACCIA	42	6	4.97 ±0.19
3	1937 07 17 17:11:05	SAN SEVERO	40	6	5.05 ±0.19
7	1948 08 18 21:12:25	Puglia settentrionale	59	7-8	5.64 ±0.21
4	1951 01 16 01:11:48	Gargano	73	7	5.35 ±0.20
F	1956 01 09 00:44	GRASSANO	45	6	4.88 ±0.20
6	1962 08 21 18:19:30	Irpinia	262	9	6.13 ±0.10
5	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
3-4	1984 05 07 17:49:43	Appennino abruzzese	912	8	5.89 ±0.09
3	1984 05 11 10:41:50	Appennino abruzzese	342		5.50 ±0.09
NF	1988 04 26 00:53:44	Adriatico centrale	78		5.39 ±0.09
2-3	1989 03 11 21:05:59	Gargano	50	5	4.52 ±0.16
4-5	1990 05 05 07:21:22	Potentino	1374		5.80 ±0.09
3-4	1991 05 26 12:26:01	Potentino	597	7	5.11 ±0.09
3	1992 11 05 13:34:30	Gargano	32	5	4.64 ±0.18
5	1995 09 30 10:14:34	Gargano	145	6	5.18 ±0.09
3-4	1996 04 03 13:04:36	Irpinia	557	6	4.93 ±0.09

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		cod. elaborato GEO-05
		Pagina 17 di 48

2-3	1998 09 22 23:23:39	GARGANO-FOGGIANO	30	5	4.57 ±0.19
4-5	2002 11 01 15:09:02	Subapp. Dauno	645		5.72 ±0.09

Tabella dei terremoti più significativi che hanno interessato il territorio di Orta Nova (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 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



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 18 di 48

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

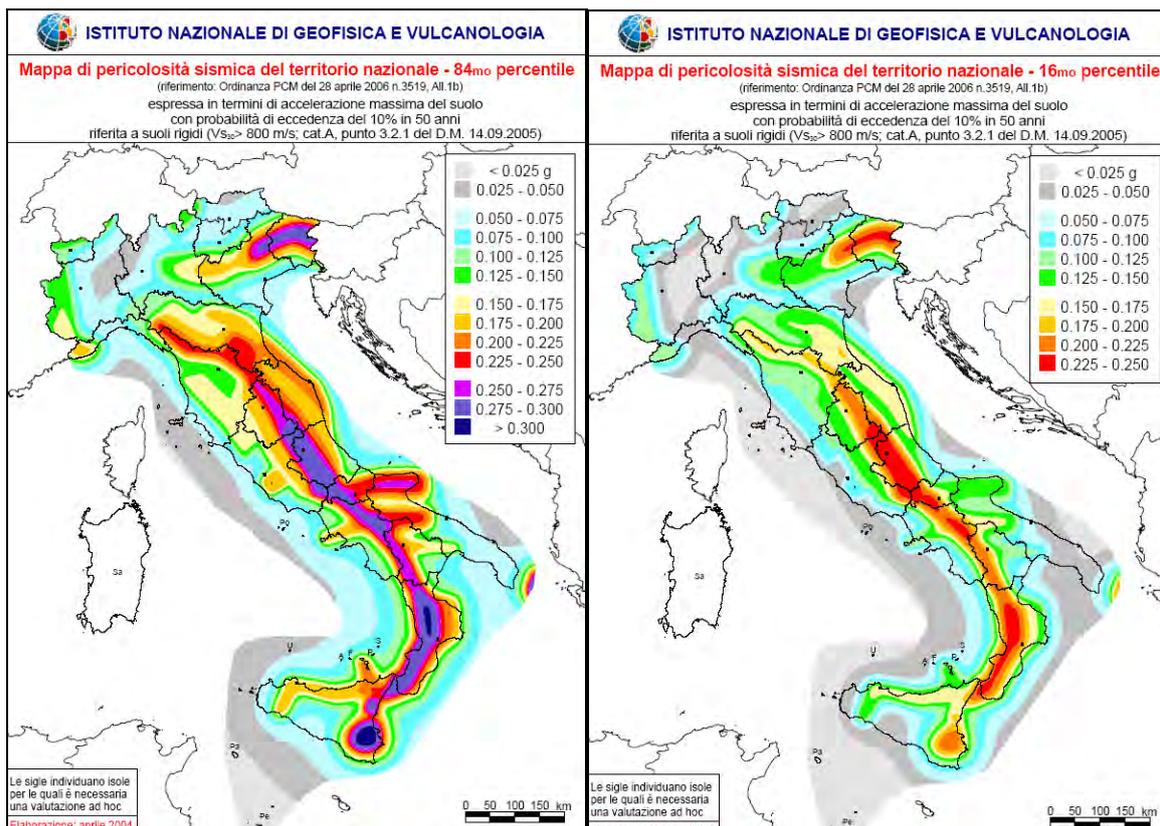
non classificato

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



Il D.M. 14/01/2008 ha introdotto una nuova modalità di valutazione dell’intensità dell’azione 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



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

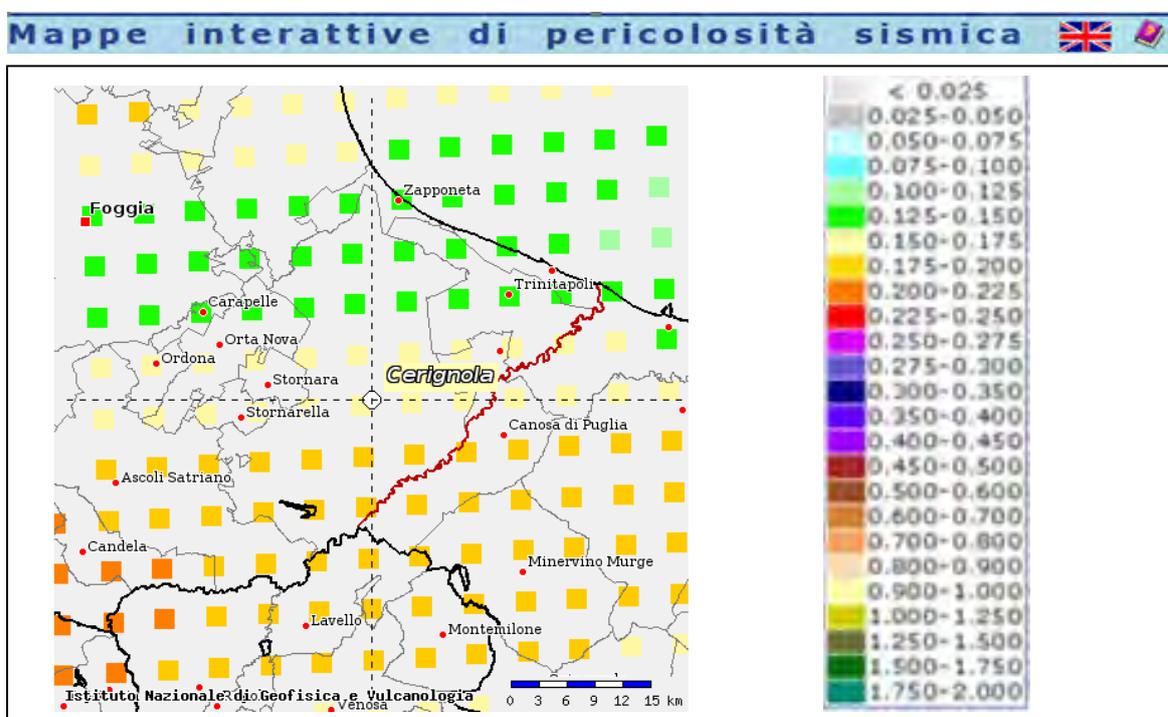
RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 19 di 48

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 ag 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

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 ag. 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



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

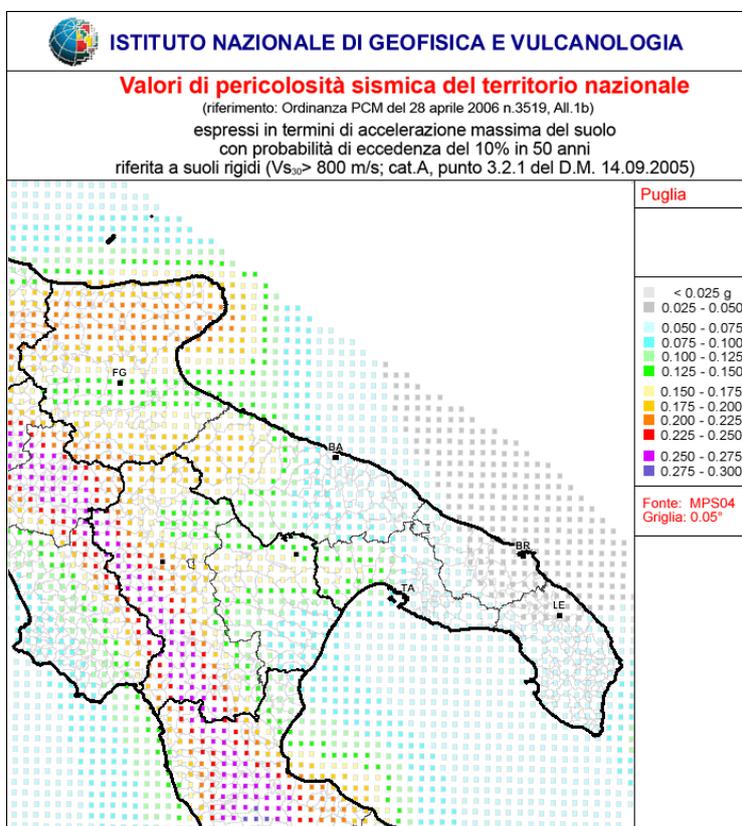
Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 20 di 48

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:



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

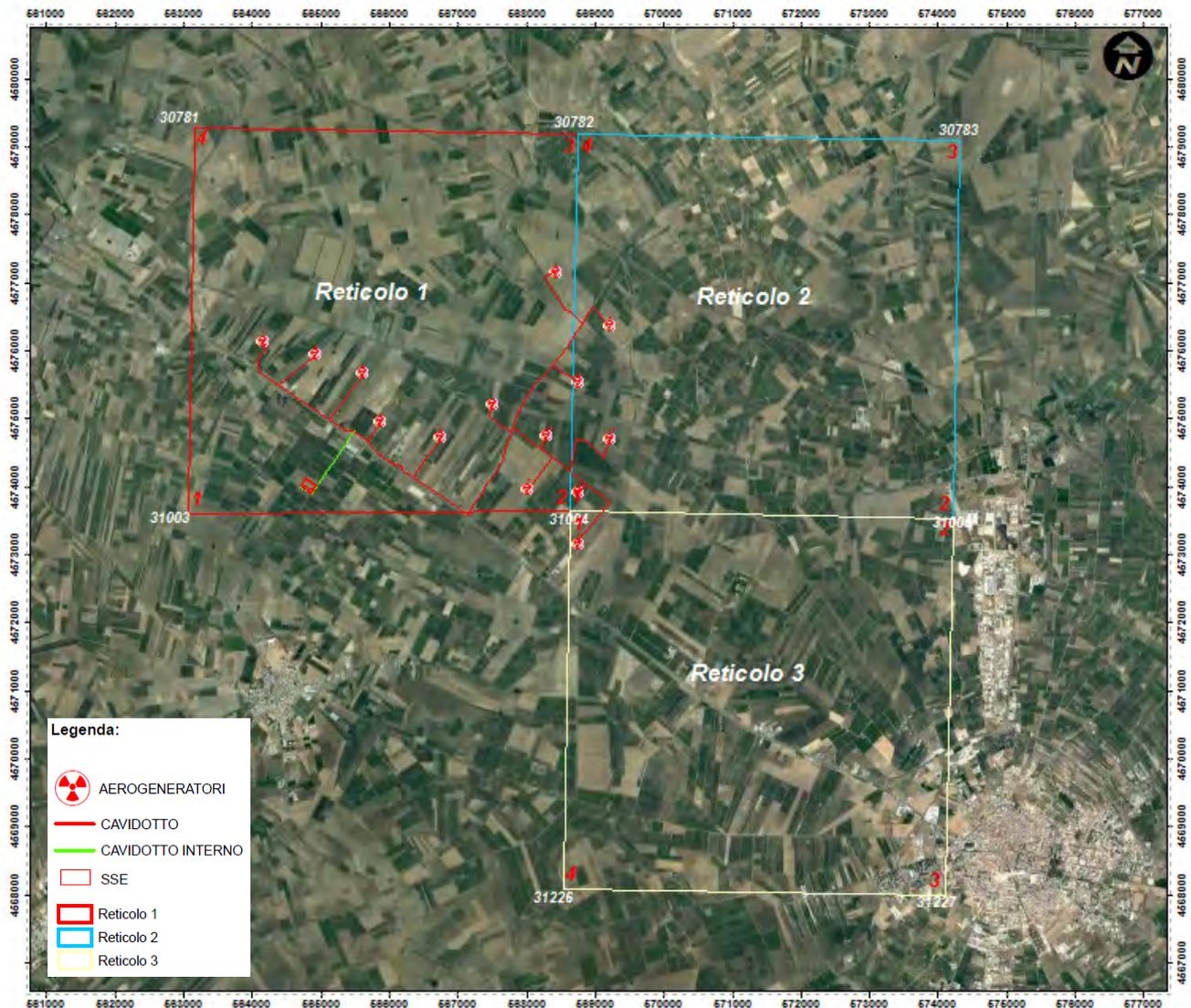
cod. elaborato
GEO-05

Pagina 21 di 48

- “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:

Data la vasta estensione dell’area oggetto di studio, essa risulta interessata da più reticoli come da figura che segue.





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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 22 di 48

Reticolo 1

latitudine: 41,313374 [°]

longitudine: 15,805549 [°]

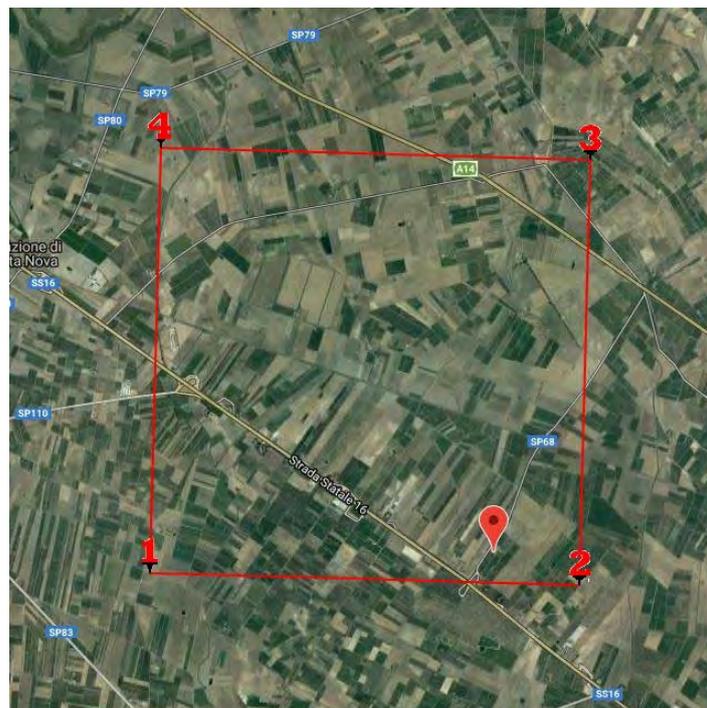
Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe 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	31003	41,312550	15,753530	4345,6
Sito 2	31004	41,311210	15,820060	1235,6
Sito 3	30782	41,361190	15,821880	5488,9
Sito 4	30781	41,362530	15,755290	6890,8

(coordinate geografiche espresse in ED50)



Dettaglio del reticolo di riferimento n. 01 con individuazione del sito d'intervento

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		cod. elaborato GEO-05
		Pagina 23 di 48

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	0,043	2,509	0,283
Danno (SLD)	63	50	0,054	2,561	0,320
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,149	2,562	0,426
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,250	2,523	0,435

Coefficienti sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,590	1,000	0,013	0,006	0,633	0,200
SLD	1,500	1,530	1,000	0,016	0,008	0,800	0,200
SLV	1,470	1,390	1,000	0,052	0,026	2,143	0,240
SLC	1,400	1,380	1,000	0,079	0,039	2,754	0,280

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

Reticolo 2

latitudine: 41,320752 [°]

longitudine: 15,822327 [°]

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	31004	41,311210	15,820060	1077,8



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”**

Rev. 0 Dicembre 2018

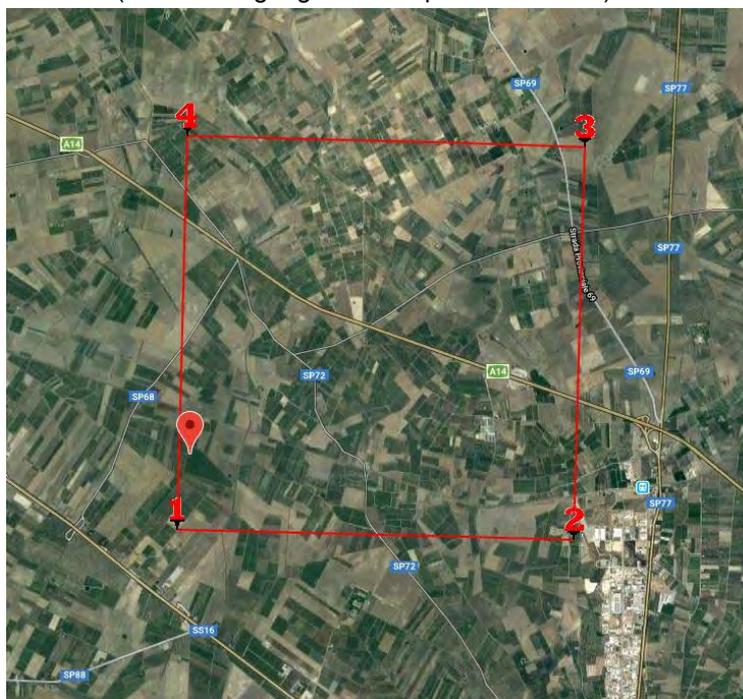
cod. elaborato
GEO-05

Pagina 24 di 48

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Sito 2	31005	41,309830	15,886580	5502,0
Sito 3	30783	41,359810	15,888450	7023,9
Sito 4	30782	41,361190	15,821880	4496,6

(coordinate geografiche espresse in ED50)



Dettaglio del reticolo di riferimento n. 02 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	0,043	2,515	0,282
Danno (SLD)	63	50	0,054	2,562	0,317
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,148	2,560	0,425
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,201	2,520	0,433



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 25 di 48

Coefficienti sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,590	1,000	0,013	0,006	0,629	0,200
SLD	1,500	1,530	1,000	0,016	0,008	0,797	0,200
SLV	1,470	1,390	1,000	0,052	0,026	2,140	0,240
SLC	1,400	1,380	1,000	0,079	0,039	2,755	0,280

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

Reticolo 3

latitudine: 41,307214 [°]

longitudine: 15,821726 [°]

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	31004	41,311210	15,820060	465,6
Sito 2	31005	41,309830	15,886580	5424,8
Sito 3	30227	41,259850	15,884750	7447,8
Sito 4	30226	41,261220	15,818260	5122,4

(coordinate geografiche espresse in ED50)



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

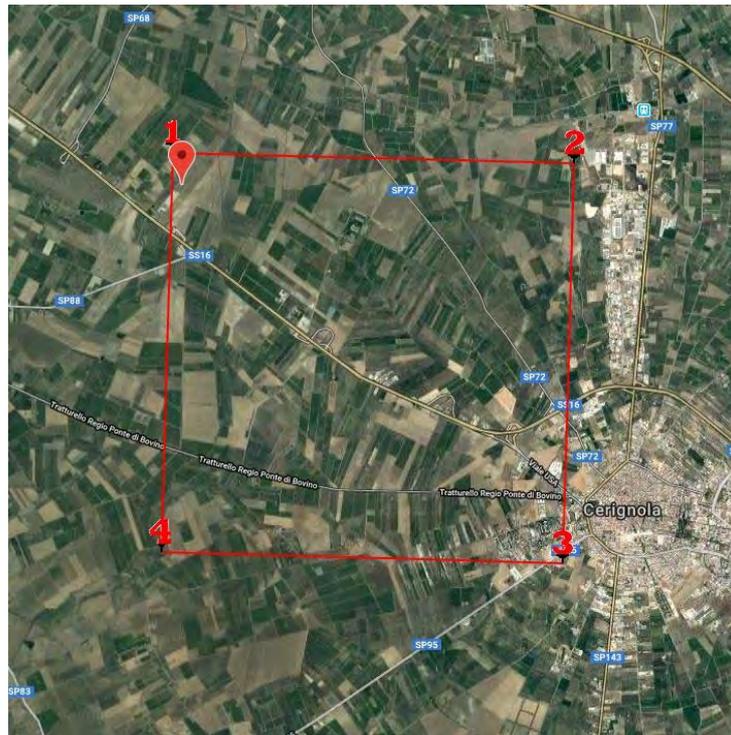
**“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI
 UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”**

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 26 di 48

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA



Dettaglio del reticolo di riferimento n. 03 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	0,043	2,519	0,281
Danno (SLD)	63	50	0,055	2,561	0,314
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,155	2,538	0,419
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,212	2,488	0,428

Coefficienti sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,600	1,000	0,013	0,006	0,632	0,200



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”**

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 27 di 48

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

SLD	1,500	1,540	1,000	0,016	0,008	0,805	0,200
SLV	1,460	1,400	1,000	0,054	0,027	2,218	0,240
SLC	1,380	1,390	1,000	0,082	0,041	2,865	0,280

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

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

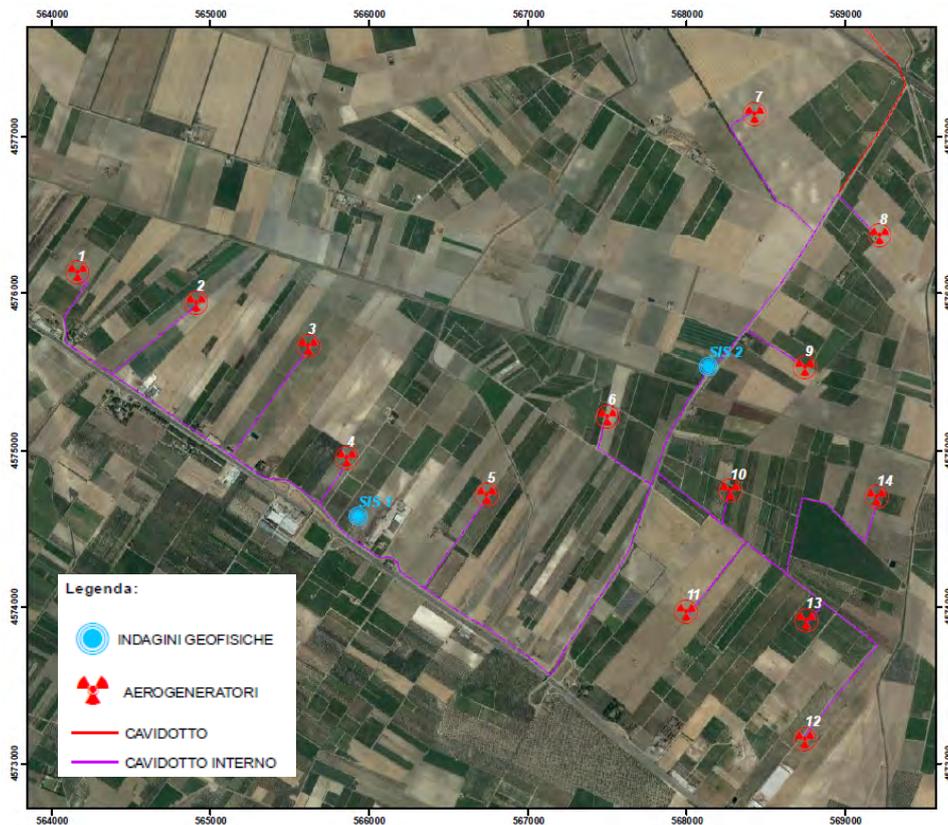
La caratterizzazione sismica dell’area oggetto di studio ai sensi delle NTC 2018, finalizzata alla determinazione della categoria di sottosuolo, oltre che ai moduli elasto-dinamici, è stata eseguita mediante prospezioni sismiche a rifrazione con onde P e prospezioni Masw.

a descrizione delle indagini è riportata in allegato al presente rapporto (*“Indagine geofisica combinata di sismica a rifrazione e Masw”*).

Le coordinate dei siti investigati (centro degli stendimenti) sono le seguenti (Figura seguente):

MASW1 - SR1: 41°19'11.85"N - 15°47'16.06"E

MASW2 - SR2: 41°19'42.26"N - 15°48'51.45"E



 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		cod. elaborato GEO-05
		Pagina 28 di 48

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.

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.

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		<p>cod. elaborato GEO-05</p>
		<p>Pagina 29 di 48</p>

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.

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

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		<p>cod. elaborato GEO-05</p>
		<p>Pagina 30 di 48</p>

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



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 31 di 48

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: **Combinata PASI mod. 16SG24 (sismica 24 canali + tomografia elettrica 32 elettrodi).**

Codice	Q.tà	Descrizione	Prezzo a q.tà IVA inclusa - EURO
Strumentazione combinata 16SG12 (sismica 12 canali + tomografia elettrica 32 el.)			
SIS-200-000	01	MOD. 16SG12 (24 bit, 12 canali + tomografia elettrica) completo di batteria ricaricabile, caricabatteria e manuale d'uso	
ACCESSORI PER SISMICA (12 canali)			
SIS-899-050	01	CAVO SISMICO, 12 TRACCE, 130 m, Intervallo 10m, con connettori NK27210 e attacchi singoli oppure	
SIS-003-017		CAVO SISMICO, 12 TRACCE, 130 m, Intervallo 10m, con connettori NK27210 e attacchi doppi	
SIS-901-050	12	GEOPONO 10 Hz, verticale con clip singola oppure	
SIS-060-017		GEOPONO 14 Hz, verticale con clip doppia	
SIS-020-000	01	MAZZA DI BATTUTA kg 8-9 CON STARTER	
SIS-040-000	01	CAVO SCHEMATO (su nullo) - lunghezza totale 200 m per prolunga mazza	
SIS-021-000	01	PIATTELLINO DI BATTUTA IN ALLUMINIO (dimensioni 20x20x5 cm)	
ACCESSORI PER TOMOGRAFIA ELETTRICA (32 elettrodi)			
GEO-320-000	02	CAVO CON CONNETTORI PER 16 ELETTRODI A-B-M-N (dist.elettrodo 5m, lungh.12,55m), con connettore per Link Box	
GEO-331-000	01	Cavo adattatore per configurazione 32 el a 4x4	
GEO-312-000	02	LINK-BOX per 16 elettrodi, completo di cavi di connessione	
GEO-013-000	32	PICCHETTI IN ACCIAIO INOX per tomografia	
GEO-102-000	01	ENERGIZZATORE PER GEOELETTRICA P-300T COMPLETO DI ACCESSORI	
TOTALE IVA 20%ESCL. Euro			



 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		<p>cod. elaborato GEO-05</p>
		<p>Pagina 32 di 48</p>

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), aventi entrambi la seguente configurazione spaziale e temporale:

- lunghezza stendimento = 44.00 m;
- numero geofoni = 12;

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		cod. elaborato GEO-05
		Pagina 33 di 48

- Spaziatura = 4.00 m;
- End Shot A = 0.00 metri;
- Central Shot E = 24.00 metri;
- End Shot B = 48.00 metri;
- durata dell’acquisizione = 128 msec;
- tempo di campionamento = 250 µsec;
- 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 EliaSoft.

Le curve di dispersione ed i sismogrammi sperimentali, nonché le relative sezioni elaborate sono mostrati negli allegati, dove vengono indicate con MnA – MnB, rispettivamente le progressive iniziali e finali delle stese.

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.



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 34 di 48

Prospezione Masw 1

L'indagine Masw, eseguita ai sensi delle NTC 2018, ha restituito un valore di $V_{s30}=357$ 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 $V_{s30} = 357$ m/sec
Valore del $V_{s,eq} = 357$ m/sec

MASW	Velocità di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	232	1,80	0.00 – 1.80
SISMOSTRATO II	301	7,70	1.80 – 9.50
SISMOSTRATO III	317	6.50	9.50 – 16.00
SISMOSTRATO IV	465	Semispazio	Semispazio
$V_{s,eq} = 357$ 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;	0.00 – 1.80
SISMOSTRATO II	Limo argilloso-sabbioso;	1.80 – 9.50
SISMOSTRATO III	Sabbia limosa addensata con intercalazioni di arenarie e argille;	9.50 – 16.00
SISMOSTRATO IV	Sabbia con intercalazioni argillose;	Semispazio

Prospezione Masw 2

L'indagine Masw, eseguita ai sensi delle NTC 2018, ha restituito un valore di $V_{s30}=327$ 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:

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		cod. elaborato GEO-05
		Pagina 35 di 48

Valore del Vs30 = 327 m/sec
Valore del Vs,eq = 327 m/sec

MASW	Velocità di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	170	3.40	0.00 – 3.40
SISMOSTRATO II	278	6.00	3.40 – 9.40
SISMOSTRATO III	353	6.00	9.40 – 15.40
SISMOSTRATO IV	439	Semispazio	Semispazio
Vs,eq = 327 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;	0.00 – 3.40
SISMOSTRATO II	Limo argilloso-sabbioso;	3.40 – 9.40
SISMOSTRATO III	Sabbia limosa addensata con intercalazioni di arenarie e argille;	9.40 – 15.40
SISMOSTRATO IV	Sabbia con intercalazioni argillose;	Semispazio

Di seguito si riporta la tabella di riferimento relativa alle categorie di sottosuolo:

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>Deposit</i> 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.
D	<i>Deposit</i> 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

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		cod. elaborato GEO-05
		Pagina 36 di 48

	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 e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Pur evidenziando che l'indagine MASW risente particolarmente del problema della non univocità del modello geofisico rispetto ai dati sperimentali ed è principalmente finalizzata alla determinazione del parametro $V_{s,eq}$, più che alla ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo, è stato possibile evidenziare una congruenza fra il modello ricavato dalle indagini Masw con quello determinato dall'indagine sismica a rifrazione.

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 dei modelli a 3 strati, dove vengono indicate con SnA – SnB, rispettivamente le progressive iniziali e finali delle stese.

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

Prospezione Sismica 1

Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	544	232	0.00	0,90 - 5,20
SISMOSTRATO II	802	301	0.90 – 5.20	8.00 – 10.10
SISMOSTRATO III	1147	317	<i>indefinito</i>	

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



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 37 di 48

Sismostrati	Litologia investigata
SISMOSTRATO I	Terreno vegetale;
SISMOSTRATO II	Limo argilloso-sabbioso;
SISMOSTRATO III	Sabbia limosa addensata con intercalazioni di arenarie e argille;

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):	544	802	1147
Velocità Onde S (m/s):	232	301	317
Modulo di Poisson:	0.39	0.42	0.46
Peso di volume (KN/m ³):	17.09	17.60	18.29
Peso di volume (g/cm ³):	1.74	1.80	1.87
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1.80	7.70	6.50
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Kg/cm ²)	2658	4707	5580
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Mpa o Nmm ²)	261	462	547
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Kg/cm ²)	94	163	187
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Mpa o Nmm ²)	9	16	18
MODULO DI BULK (K) (Kg/cm ²) (mod. di incompressibilità di volume)	3986	9569	22492



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 38 di 48

MODULO DI BULK (K) (Mpa o Nmm ²)	391	938	2206
MODULO DI YOUNG STATICO E _{stat} (Kg/cm ²)	320	567	672
POROSITA' % (correlazione Rzheshvky e Novik (1971) (%))	45.66	43.25	40.03
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm ²) (valido per le terre)	516	1155	2454
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm ²) (Relazione di Navier)	634	1419	3017
RIGIDITA' SISMICA (m/sec · KN/m ³)	3964	5299	5799
Frequenza dello strato	32.22	9.77	12.19
Periodo dello strato	0.03	0.102	0.082
B (Larghezza fondazione in m.)	1.0	1.0	1.0
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in Kg/cm ³)	12.12	22.64	25.63
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in N/cm ³)	118.84	222.00	251.38
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in Kg/cm ³)	6.06	11.32	12.82
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in N/cm ³)	59.42	111.00	125.69

Prospezione Sismica 2

Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	437	170	0.00	2,40 - 3,80
SISMOSTRATO II	996	278	2,40 – 3,80	7,70 – 9.70
SISMOSTRATO III	1442	353	indefinito	

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



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 39 di 48

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Sismostrati	Litologia investigata
SISMOSTRATO I	Terreno vegetale;
SISMOSTRATO II	Limo argilloso-sabbioso;
SISMOSTRATO III	Sabbia limosa addensata con intercalazioni di arenarie e argille;

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):	437	996	1442
Velocità Onde S (m/s):	170	278	353
Modulo di Poisson:	0.41	0.46	0.47
Peso di volume (KN/m ³):	16.87	17.99	18.88
Peso di volume (g/cm ³):	1.72	1.83	1.93
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	3.40	6.00	6.00
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Kg/cm ²)	1432	4218	7189
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Mpa o Nmm ²)	140	414	705
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Kg/cm ²)	50	142	240
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Mpa o Nmm ²)	5	14	24
MODULO DI BULK (K) (Kg/cm ²) (mod. di incompressibilità di volume)	2676	16642	37593



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 40 di 48

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

MODULO DI BULK (K) (Mpa o Nmm ²)	262	1632	3687
MODULO DI YOUNG STATICO E _{stat} (Kg/cm ²)	172	508	866
POROSITA' % (correlazione Rzheshvky e Novik (1971) (%))	46.66	41.44	37.27
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm ²) (valido per le terre)	329	1820	4004
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm ²) (Relazione di Navier)	404	2237	4922
RIGIDITA' SISMICA (m/sec · KN/m ³)	2869	5002	6666
Frequenza dello strato	12.50	11.58	14.71
Periodo dello strato	0.08	0.086	0.068
B (Larghezza fondazione in m.)	1.0	1.0	1.0
K _v (Coeff. Di Winkler Vert. in Kg/cm ³)	5.75	18.71	33.18
K _v (Coeff. Di Winkler Vert. in N/cm ³)	56.35	183.44	325.43
K _h (Coeff. Di Winkler Orizz. in Kg/cm ³)	2.87	9.35	16.59
K _h (Coeff. Di Winkler Orizz. in N/cm ³)	28.17	91.72	162.71

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 microfrazioni e potrebbe, nota la litologia, fornire indicazioni su questi ultimi due parametri.

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		<p>cod. elaborato GEO-05</p>
		<p>Pagina 41 di 48</p>

- **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:



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
 CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
 “SALICE – LA PADULETTA”

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 42 di 48

$$K = \gamma \cdot (Vp^2 - 4/3 Vs^2)$$

dove:

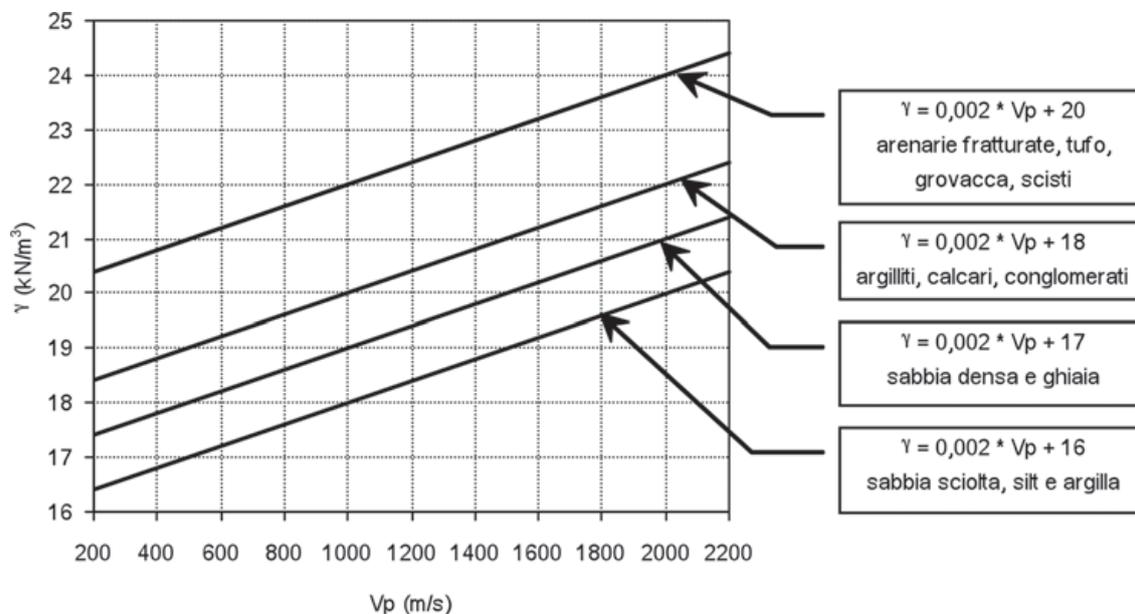
γ = densità

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:

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

Tipo di terreno	Sabbie sciolte, silt e argilla	Sabbie dense e ghiaie	Marne, argilliti e conglomerati	Arenarie fratturate, tufi, scisti	Rocce dure
γ_0 (kN/m ³)	16	17	18	20	24



dove γ è la densità espressa in kN/m³ e V è la velocità delle onde di tipo P (longitudinali o di pressione) espressa in m/s.

➤ **Rigidità sismica (R):**

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

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		cod. elaborato GEO-05
		Pagina 43 di 48

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

La caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni è stata determinata sia da prove di laboratorio su campioni prelevati, che dalle prove S.P.T.

A ciascuna delle unità litostratigrafiche sono stati attribuiti i valori delle proprietà fisico-meccaniche che meglio ne descrivono il comportamento globale. In funzione di quanto acquisito nel corso dello studio, di seguito verrà eseguita una parametrizzazione geomeccanica “media” dei litotipi presenti al fine di fornire i parametri caratteristici e i parametri di progetto per le singole unità geotecniche individuate.

Il sottosuolo può pertanto considerarsi costituito dalle seguenti unità geotecniche:

U.G.1: TERRENO VEGETALE:

È costituito da terreno organico limoso nerastro. Si tratta di terreno caratterizzato da caratteristiche meccaniche scadenti e che dovrà essere necessariamente sbancato. Per questo “complesso” geotecnico possono essere attribuiti i seguenti parametri:

Parametri caratteristici

Peso di Volume γ (KN/m^3)	Coesione C' (KPa)	ϕ (°)	C_u (KPa)	Mod Pressiometrico (MPa)
16,50	2,00	18,00	00,00	-

U.G.2: ARGILLA GRIGIASTRA E LIMO ARGILLOSO-SABBIOSO

È considerato terreno dal comportamento “coesivo” per il quale l'interpretazione delle prove di laboratorio hanno fornito i seguenti parametri fisici e meccanici:



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 44 di 48

Parametri caratteristici

Peso di Volume γ (KN/m ³)	Coesione C' (KPa)	ϕ (°)	Cu (KPa)	Mod Pressiometrico (MPa)
19,10	10,60	21,10	140,00	-

U.G.3: SABBIA LIMOSA ADDENSATA

È considerato terreno dal comportamento “granulare” per il quale la prova S.P.T. effettuata durante il sondaggio a 7.50 m dal p.c. ($N'_{spt} = 44$ colpi), ha fornito i seguenti parametri fisici e meccanici:

Parametri caratteristici

Peso di Volume γ (KN/m ³)	Coesione C' (KPa)	ϕ (°)	Cu (KPa)	Mod Pressiometrico (MPa)
18,60	00,00	36,00	00,00	-

U.G.4: LIMO ARGILLOSO CON INTERCALAZIONI SABBIOSE

È considerato terreno dal comportamento “coesivo” per il quale l'interpretazione delle prove di laboratorio hanno fornito i seguenti parametri fisici e meccanici:

Parametri caratteristici

Peso di Volume γ (KN/m ³)	Coesione C' (KPa)	ϕ (°)	Cu (KPa)	Mod Pressiometrico (MPa)
19,00	10,00	26,00	150,00	-

 <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</p>	<p>“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”</p> <p>RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA</p>	Rev. 0 Dicembre 2018
		<p>cod. elaborato GEO-05</p>
		<p>Pagina 45 di 48</p>

7. CONCLUSIONI

Il presente rapporto è stato redatto a supporto del progetto relativo a: *“Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico nei territori dei comuni di Cerignola e Orta Nova (FG) in località “Salice – La Paduletta”.*

Tali indagini, volte alla determinazione di alcune proprietà fisiche del sottosuolo sono consistite in:

- n. 02 prospezioni sismiche con tecnica MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves);
- n. 02 prospezioni sismiche a rifrazione;

L’analisi dei risultati ottenuti, sintetizzati nelle tabelle innanzi riportate, ha evidenziato per i due profili eseguiti quanto segue:

PROFILO 1

Presenza di terreni superficiali, con spessori variabili da 0.90 a 5.20 m, caratterizzati da velocità alquanto basse ($V_p=544$ m/sec e $V_s=232$ m/sec).

Segue in profondità un sismostrato contraddistinto da $V_p=802$ m/sec e $V_s=301$ m/sec, fino a profondità variabili da circa 8.00 a 10.10 m.

Successivamente si rileva la presenza del substrato rifrattore caratterizzato da velocità sensibilmente più alte $V_p=1147$ m/sec e $V_s=317$ m/sec.

Dalla correlazione delle proprietà fisico-dinamiche riscontrate con le litologie che insistono nella zona oggetto di studio, si deduce quanto segue:

Dalla correlazione delle proprietà fisico-dinamiche riscontrate con i risultati litostratigrafici dei sondaggi meccanici eseguiti nell’area oggetto d’indagine, si deduce quanto segue:

Il **primo sismostrato** ($V_p=544$ m/sec e $V_s=232$ m/sec) è riferibile a ***Terreno vegetale;***

Il **secondo sismostrato** ($V_p=802$ m/sec e $V_s=301$ m/sec) è riferibile a ***Limo argilloso-sabbioso;***

Il **terzo sismostrato** ($V_p=1147$ m/sec e $V_s=317$ m/sec) è riferibile a ***Sabbia limosa addensata con intercalazioni di arenarie e argille;***

PROFILO 2

Presenza di terreni superficiali, con spessori variabili da 2.40 a 3.80 m, caratterizzati da velocità alquanto basse ($V_p=437$ m/sec e $V_s=170$ m/sec).

Segue in profondità un sismostrato contraddistinto da $V_p=996$ m/sec e $V_s=278$ m/sec, fino a profondità variabili da circa 7.70 a 9.70 m.



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 46 di 48

Successivamente si rileva la presenza del substrato rifrattore caratterizzato da velocità sensibilmente più alte $V_p=1442$ m/sec e $V_s=353$ m/sec.

Dalla correlazione delle proprietà fisico-dinamiche riscontrate con le litologie che insistono nella zona oggetto di studio, si deduce quanto segue:

Dalla correlazione delle proprietà fisico-dinamiche riscontrate con i risultati litostratigrafici dei sondaggi meccanici eseguiti nell’area oggetto d’indagine, si deduce quanto segue:

Dalla correlazione delle proprietà fisico-dinamiche riscontrate con i risultati litostratigrafici dei sondaggi meccanici eseguiti nell’area oggetto d’indagine, si deduce quanto segue:

Il primo sismostrato ($V_p=437$ m/sec e $V_s=170$ m/sec) è riferibile a *Terreno vegetale*;

Il secondo sismostrato ($V_p=996$ m/sec e $V_s=278$ m/sec) è riferibile a *Limo argilloso-sabbioso*;

Il terzo sismostrato ($V_p=1442$ m/sec e $V_s=353$ m/sec) è riferibile a *Sabbia limosa addensata con intercalazioni di arenarie e argille*;

Nei casi innanzi esaminati, l’andamento della velocità, aumenta con la profondità. Tuttavia si deve tenere presente che qualunque tecnica di geofisica applicata, ha un margine di errore intrinseco variabile in funzione del tipo di tecnica usata, della strumentazione adottata e di problematiche incontrate durante l’indagine, che solo l’operatore è in grado di quantificare in modo ottimale. La risoluzione del metodo non consente *precisioni in termini di spessore inferiori al metro* e i valori di velocità sono da intendersi come velocità medie all’interno di ciascuna unità geofisica individuata.

Le indagini sismiche eseguite, hanno consentito di determinare le caratteristiche elasto-dinamiche dei terreni investigati e definire la categoria del sottosuolo di fondazione.

Le VS equivalenti calcolate, per le due prospezioni Masw eseguite, sono risultate essere, pari a:

$V_s, eq = 357$ m /s (Prospezione Masw 1)

$V_s, eq = 327$ m /s (Prospezione Masw 2)

Pertanto, con riferimento al piano campagna, sulla base del valore V_s,eq il sottosuolo è riferibile alla categoria “C” (tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato), riguarda perciò: “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.



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 47 di 48

La caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni è stata determinata sia da prove di laboratorio su campioni prelevati in corrispondenza de sondaggio meccanico pregresso S1, che da prove S.P.T. e da indagini sismiche eseguite dal sottoscritto.

Cagnano Varano, Dicembre 2018

IL TECNICO



Domenico Del Conte

Geol. Domenico DEL CONTE



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI
CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’
“SALICE – LA PADULETTA”**

RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

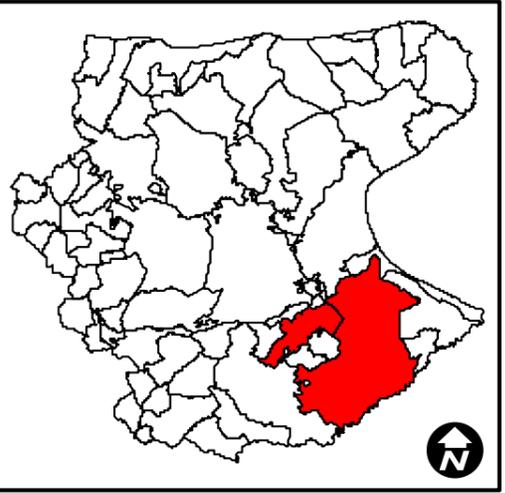
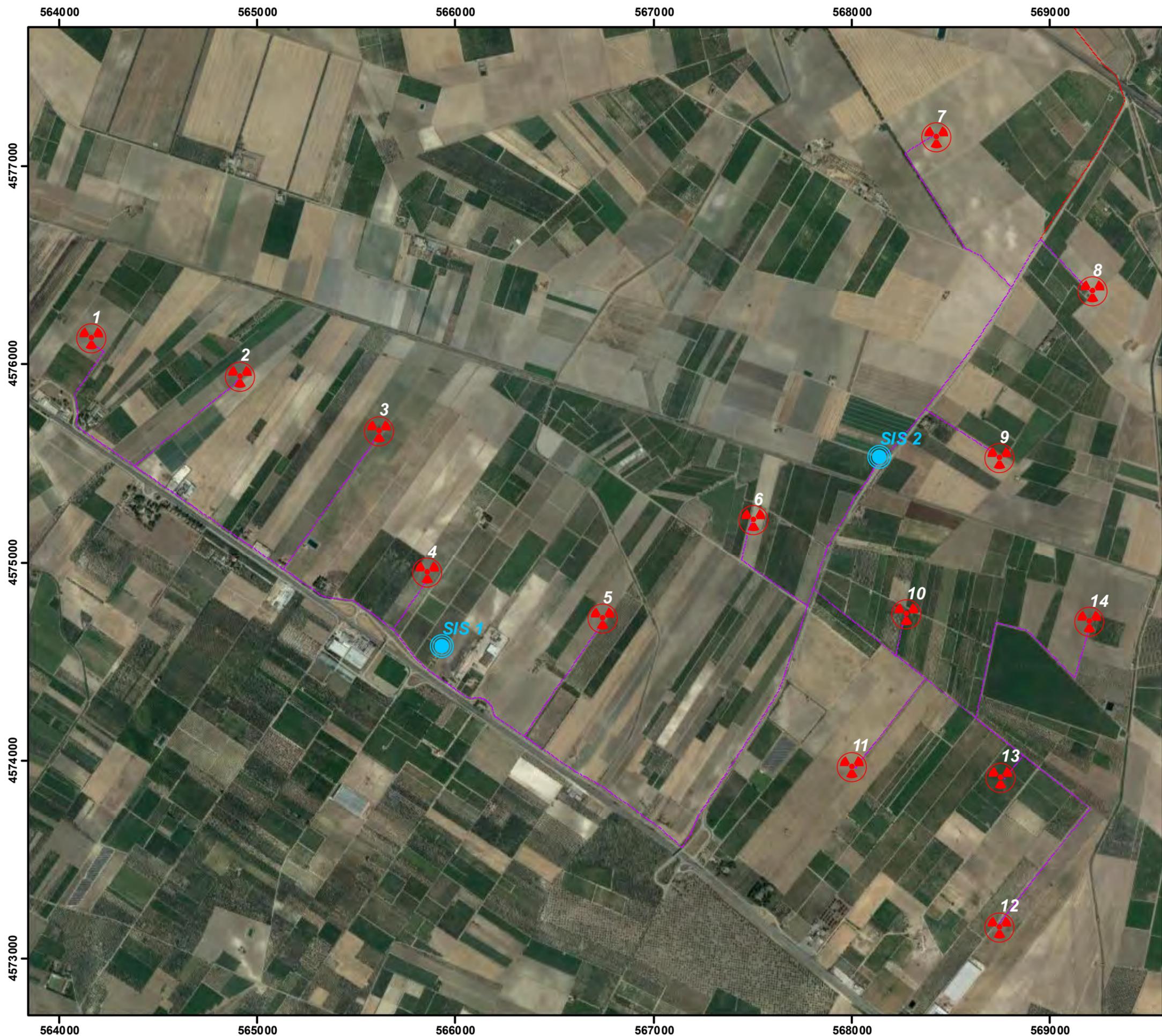
Rev. 0 Dicembre 2018

cod. elaborato
GEO-05

Pagina 48 di 48

ALLEGATI

- Ubicazione Prospezioni geofisiche;
- Dromocrone Onde P;
- Sezioni Sismostratigrafiche;
- Prospezioni Masw;
- Documentazione fotografica.

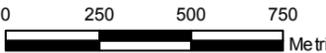


Legenda:

-  INDAGINI GEOFISICHE
-  AEROGENERATORI
-  CAVIDOTTO
-  CAVIDOTTO INTERNO



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

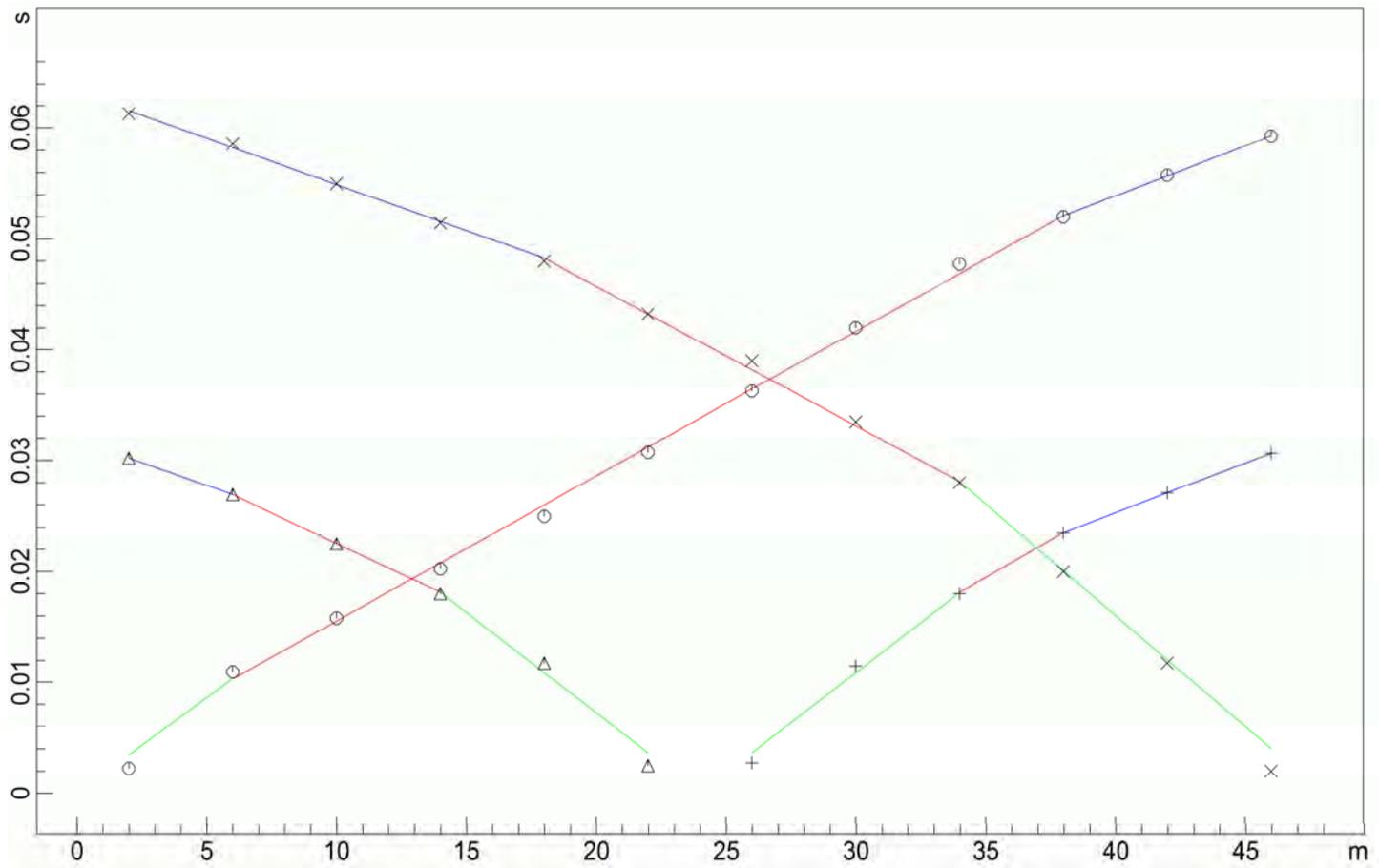
 0 250 500 750 Metri

Indagini Geofisiche



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 NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”

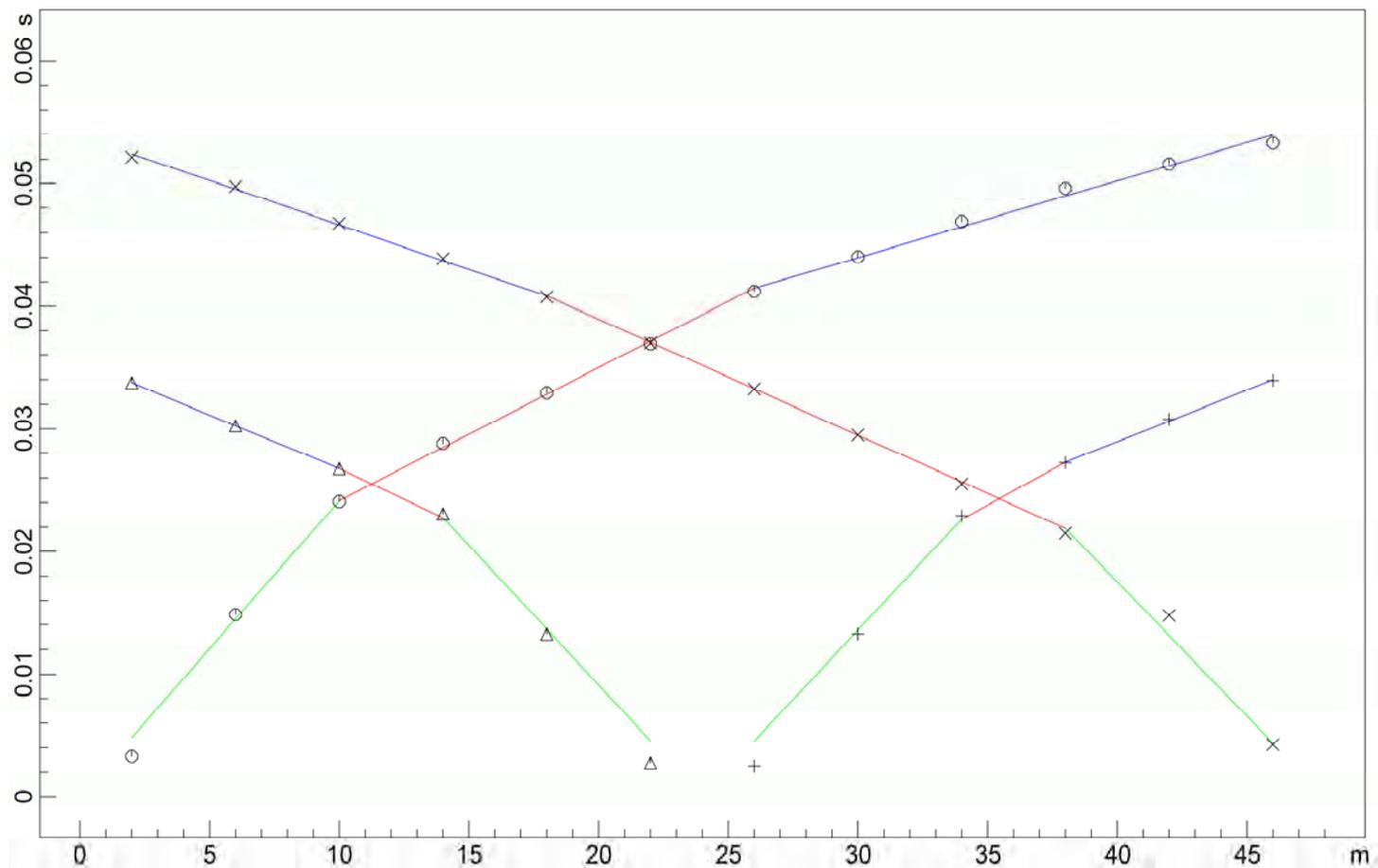


Geol. Domenico Del Conte
 Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG) - tel. 329.7160866
 Web Site: <http://www.geoapulia.it> - mail: domenico.delconte@geoapulia.it

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

A 2

Novembre
 2018



“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”



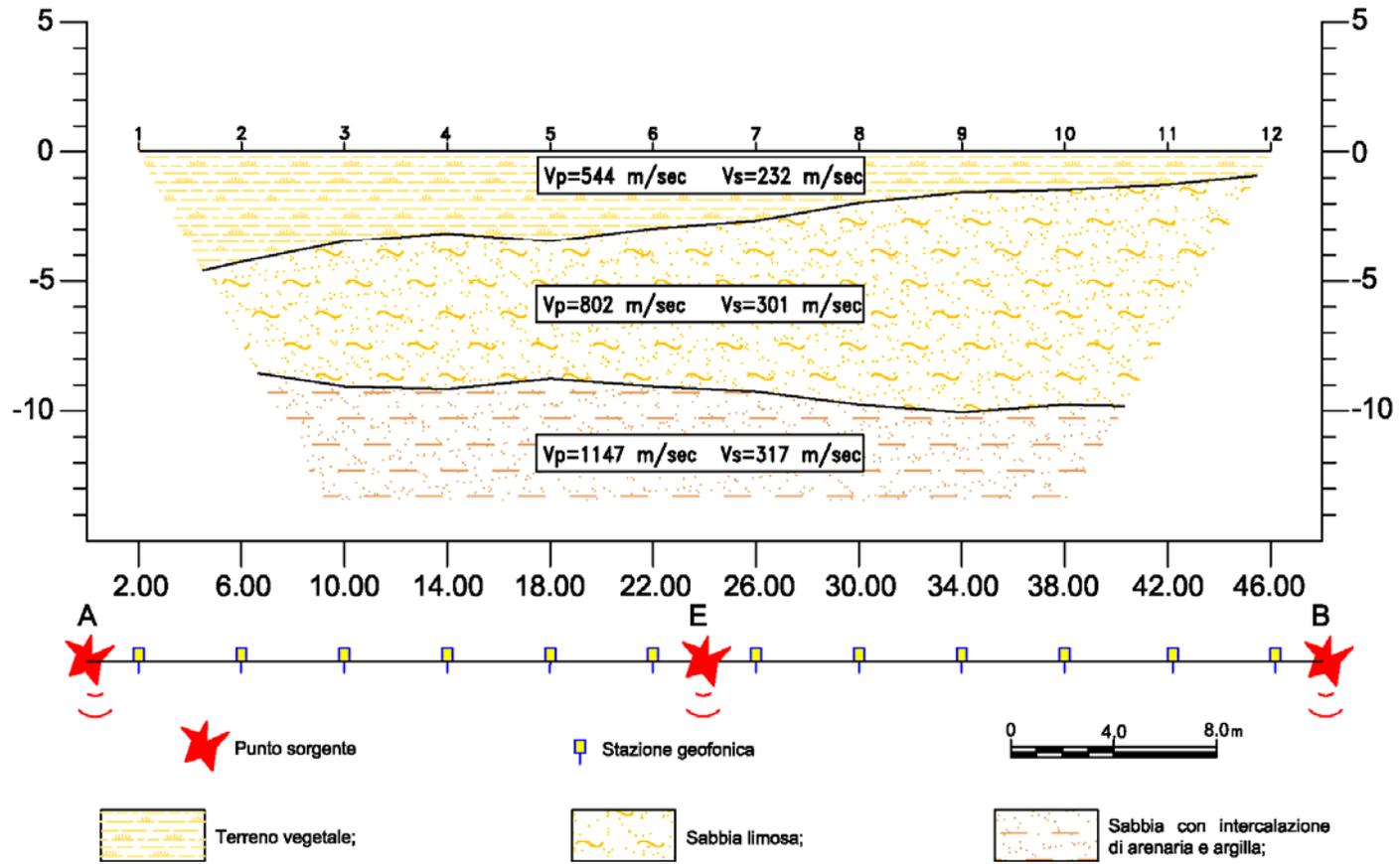
Geol. Domenico Del Conte
 Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG) - tel. 329.7160866
 Web Site: <http://www.geoapulia.it> - mail: domenico.delconte@geoapulia.it

**DROMOCRONE ONDE LONGITUDINALI (P)
 PROFILO 2**

A 3

Novembre
 2018

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA 1 "PARCO EOLICO ORTA NOVA CERIGNOLA"



"PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA' "SALICE - LA PADULETTA"



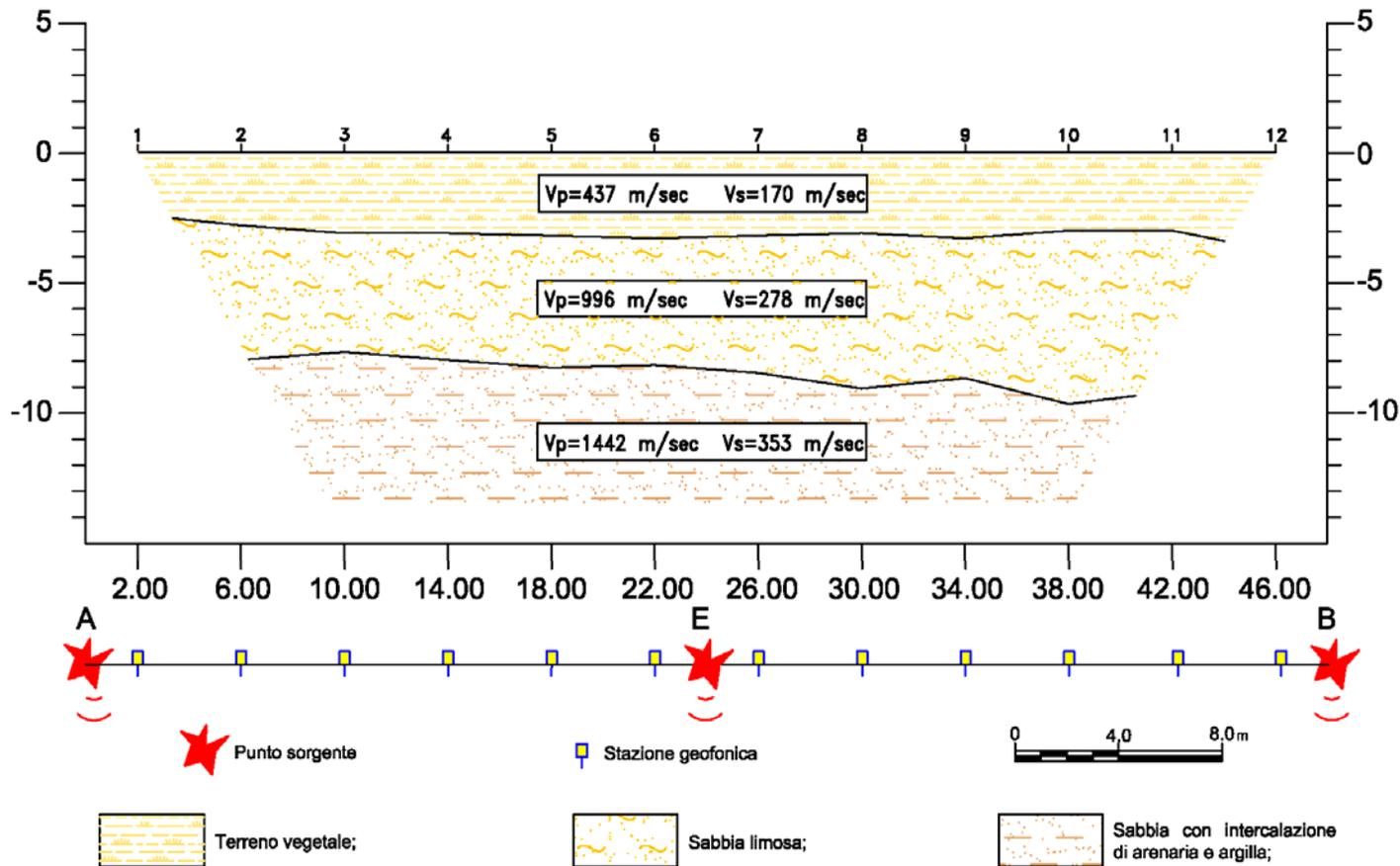
Geol. Domenico Del Conte
 Corso Giannone, 184 - Cagnano Varano (FG) - tel. 329.7160866
 Web Site: <http://www.geoapulia.it> - mail: domenico.delconte@geoapulia.it

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA 1

A 4

Novembre
 2018

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA 2 "PARCO EOLICO ORTA NOVA CERIGNOLA"



"PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA' "SALICE - LA PADULETTA"



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

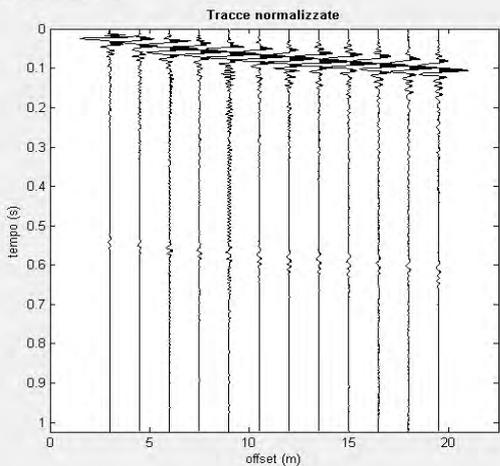
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA 2

A 5

Novembre
 2018

Primo: trattamento dati

dataset: PARCO EOLICO - ORTA NOVA CERIGNOLA M1.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

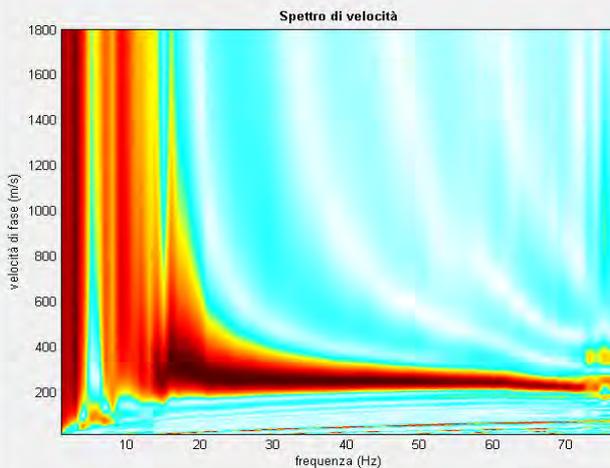
ver. 4.0 Standard

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

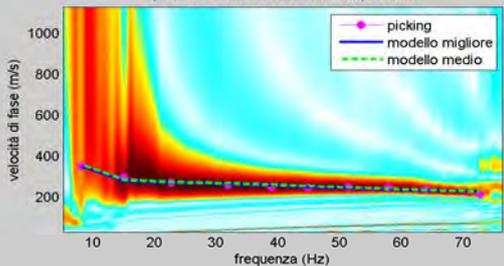
picking

modo fondamentale, selezionare l'ultimo punto del modo utilizzando il tasto destro, salva picking, cancella picking

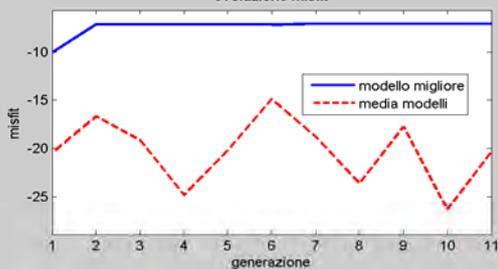
Inverti

Esci

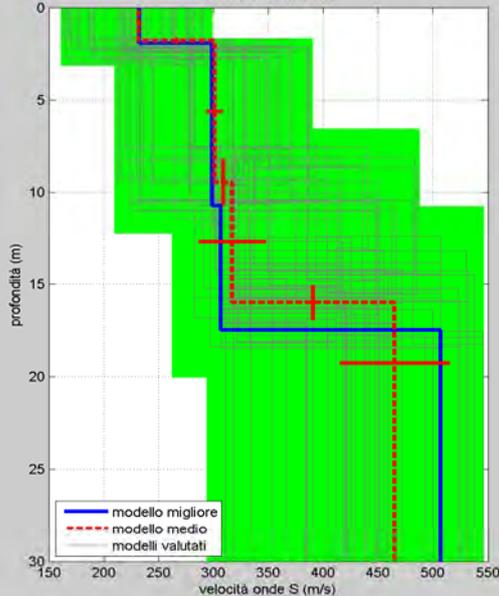
spettro di velocità e curve di dispersione



evoluzione misfit



Profilo verticale Vs



dataset: PARCO EOLICO - ORTA NOVA CERIGNOLA M1.DAT
 curva di dispersione: PARCO EOLICO - ORTA NOVA CERIGNOLA M1.cdp
 modello migliore VS30: 355 m/s
 modello medio VS30: 357 m/s



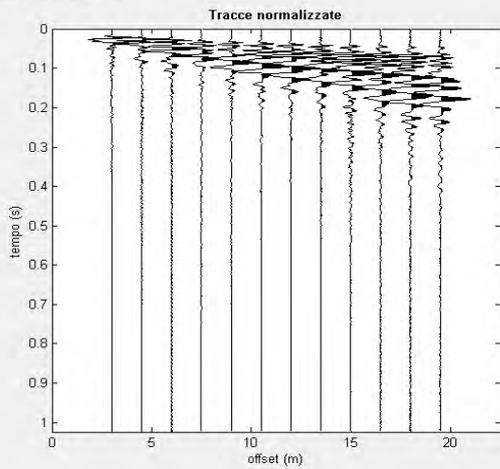
PROSPEZIONE MASW 1

A 6

Novembre 2018

Primo: trattamento dati

dataset: PARCO EOLICO - ORTA NOVA CERIGNOLA M2.DAT
 offset minimo: 3 m
 distanza intergeofonica: 1.5 m
 campionamento: 1 ms



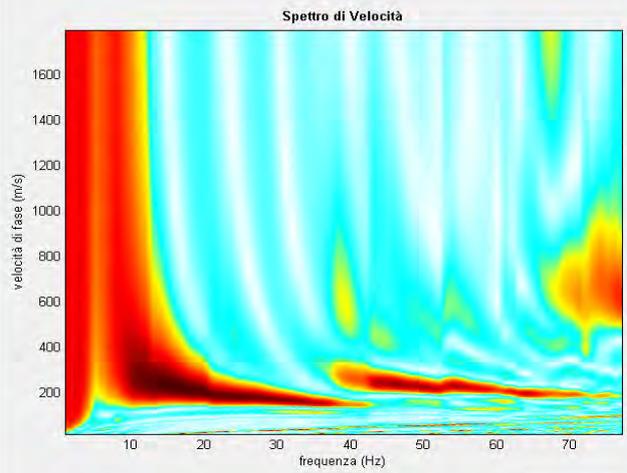
Utilità: ruota le tracce, movie, ?

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



Secondo: determinazione spettro di velocità e picking

calcolo spettro di velocità, Tau - v, visualizza curve, input curva, ?

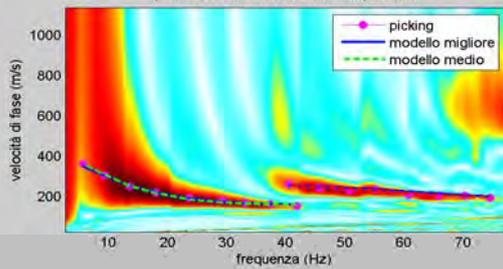


modellazione diretta: parametri, salva modello, carica modello: 3, refresh

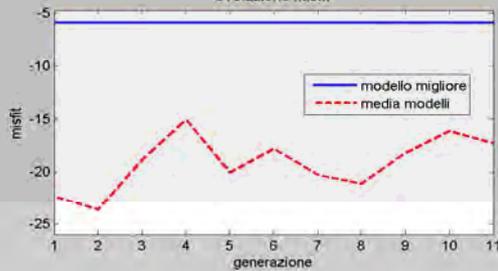
picking: selezione modo, seleziona l'ultimo punto del modo utilizzando il tasto destro, salva picking, ?, cancella picking

Inverti, Esci

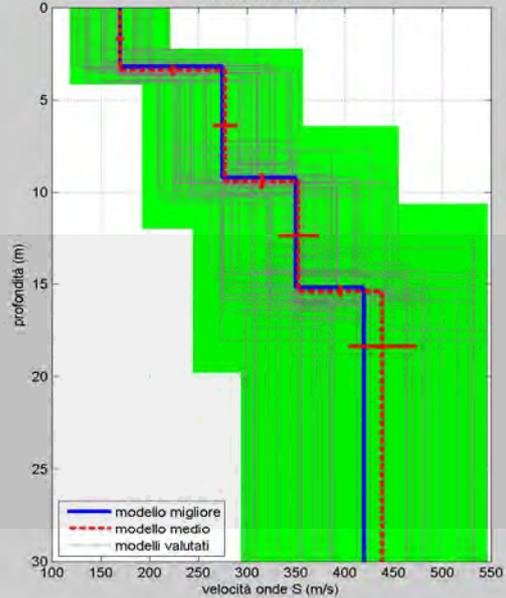
spettro di velocità e curve di dispersione



evoluzione misfit



Profilo verticale Vs



dataset: PARCO EOLICO - ORTA NOVA CERIGNOLA M2.DAT
 curva di dispersione: PARCO EOLICO - ORTA NOVA CERIGNOLA M2.cdp
 modello migliore VS30: 323 m/s
 modello medio VS30: 327 m/s



PROSPEZIONE MASW 2

A 7

Novembre 2018



“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”



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

A 8

**Novembre
2018**



“PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CERIGNOLA E ORTA NOVA (FG) IN LOCALITA’ “SALICE – LA PADULETTA”



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

A 9

**Novembre
2018**