



COMUNE DI CERIGNOLA

PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA

D.Lgs. 387/2003

PROCEDIMENTO UNICO AMBIENTALE (PUA)

Valutazione di

Impatto Ambientale (V.I.A.)

D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. (art. 27)

"Norme in materia ambientale"

PROGETTO

ALPHA 6

DITTA

AEP s.r.l.

RG

Pag.59

Titolo dell'allegato:

RELAZIONE GEOLOGICA

1	EMISSIONE	23/05/2022
		DATA

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

GENERATORE - Altezza mozzo: fino a 140 m
Diametro rotore: fino a 180 m
Potenza unitaria: fino a 6 MW

IMPIANTO - Numero generatori: 11
Potenza complessiva: fino a 66 MW

Il proponente:

AEP s.r.l.
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
aepvento@pec.it

Il progettista:

ATS Engineering srl
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
atseng@pec.it

Il tecnico:

Geo Tecnologie S.r.l.
Carmela Serafini
8801000@pec.it



INDICE

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	4
4	GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA	12
5	TETTONICA E SISMICITÀ	21
6	CAMPAGNA GEOGNOSTICA	27
6.1	Sismica a rifrazione	27
7	CONCLUSIONI	31

1 PREMESSA

La presente relazione geologica, commissionata alla **Geo Tecnologie s.r.l.** dalla **AEP s.r.l.**, è stata redatta per descrivere i caratteri geologici dell'area nella quale è previsto il **“Progetto per la realizzazione di un parco eolico”**, ricadente nel comune di Cerignola (Fg). Il parco eolico prevede la realizzazione di n. 11 aerogeneratori tutti ricadenti nel territorio comunale di Cerignola, a SO dall'abitato, più precisamente in un'area compresa tra l'autostrada A14, la strada provinciale 95 e la strada provinciale 143.

L'impianto avrà una potenza di 66 MW e comprenderà la realizzazione di linee elettriche in cavo sotterraneo (cavidotti di vettoriamento) oltre alla realizzazione di piazzole di assemblaggio, di nuove strade e all'adeguamento della viabilità esistente per consentire il transito di mezzi pesanti durante la fase di trasporto dei componenti degli aerogeneratori.

Per ricostruire la situazione litostratigrafica locale, i caratteri geomorfologici ed idrogeologici è stato effettuato un rilevamento di campo e diversi sopralluoghi nell'area di interesse subordinati ad una dettagliata ricognizione della cartografia tematica disponibile (Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 foglio n. 175 “Cerignola”; Carta Geologica d'Italia Progetto CARG in scala 1:50.000 foglio n. 422 “Cerignola”; Carta Topografica I.G.M. in scala al 25.000; Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia; Carte della Pericolosità e del Rischio Idraulico e Geomorfologico P.A.I. A.d.B. Puglia; ecc.).

È stata inoltre effettuata una campagna geognostica comprensiva di due basi sismiche a rifrazione di superficie in onde P ed S.

Alla presente relazione sono allegate le seguenti tavole ed elaborati:

- in testo - *Indagini geofisiche*
- fuori testo - *Carta geologica*
- *Carta idrogeomorfologica*
- *Carta pericolosità geomorfologica PAI*

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in conformità con quanto previsto dalla normativa al riguardo, ed in particolare:

- Decreto Ministeriale 14.17.2018. Testo Unitario-Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Istruzione per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009;
- Consiglio superiore dei Lavori Pubblici. Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27.07.2007;
- Eurocodice 8 (1998)-Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);
- Eurocodice 7.1 (1997). Progettazione geotecnica-Parte I: regole generali.UNI.
- Eurocodice 7.2 (2002). Progettazione geotecnica-Parte II: progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI.
- Eurocodice 7.3 (2002). Progettazione geotecnica-Parte II: progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI.
- Norme Tecniche di Attuazione PAI Adb Puglia (Novembre 2005).

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Al fine di una più immediata comprensione dei caratteri litologici delle unità geologiche affioranti nel territorio studiato, si ritiene opportuno effettuare un inquadramento preliminare geologico-strutturale a scala regionale. Con riferimento alla cartografia geologica CARG 1:50.000, l'area interessata dal progetto ricade nel settore meridionale del Foglio n. 422 "Cerignola" e nel Foglio n. 435 Lavello (non ancora consultabile). Con riferimento invece alla cartografia geologica I.G.M. 1:100.000, il parco ricade nel quadrante a NO del Foglio n. 175 "Cerignola".

Dal punto di vista paleogeografico, il Foglio n. 422 "Cerignola" rientra nel cosiddetto "Tavoliere della Puglia", una vasta zona pianeggiante delimitata a sud-est dall'altopiano murgiano, a sud-ovest dai primi rilievi collinari dell'Appennino Dauno e a nord dal promontorio del Gargano. (Fig. 1).

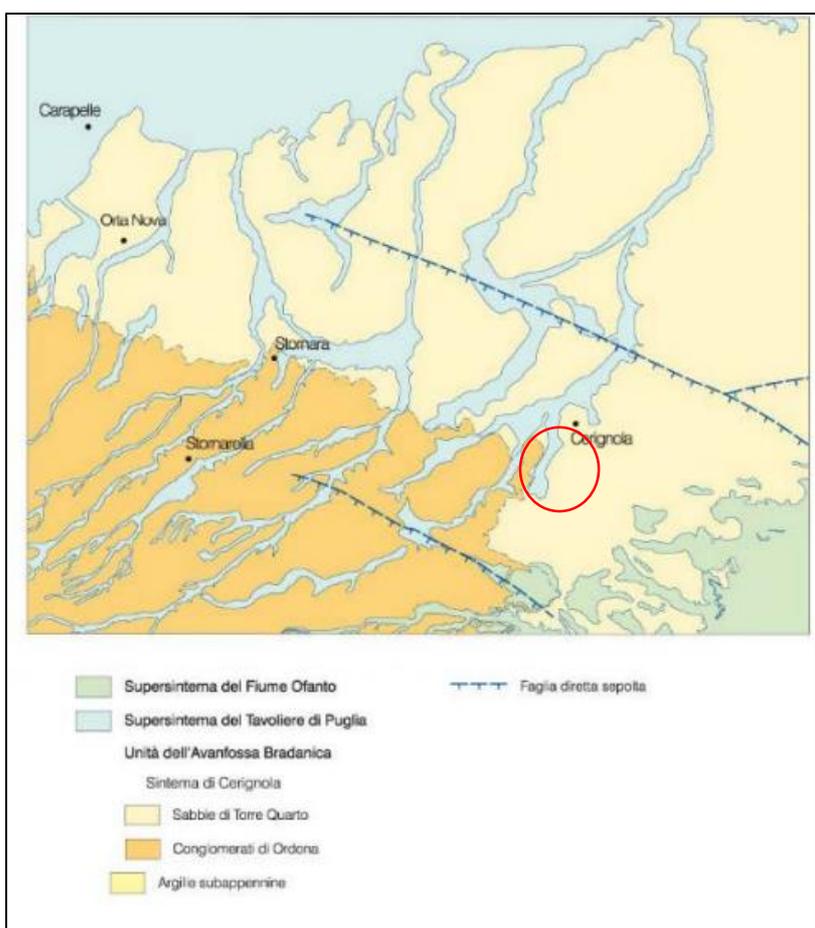


Figura 1 Inquadramento geologico schematico

Attraverso la lettura delle Note Illustrative del Foglio CARG n. 422 “Cerignola” e la consultazione di altri trattati riportati in bibliografia, è stato possibile ricostruire le fasi più significative dell’evoluzione geologica della regione pugliese.

Da un punto di vista geologico il Tavoliere della Puglia coincide con la parte settentrionale della Fossa Bradanica (Migliorini, 1937), un bacino di sedimentazione di età plio-pleistocenica situato al margine esterno della Catena sud-appenninica e l’Avampaese apulo-garganico.

Come è noto, le avanfosse sono dei bacini di sedimentazione che si formano tra il fronte di una catena in sollevamento e il settore di avampaese non ancora coinvolto dall’orogenesi. La loro origine è da porre in relazione alla subsidenza fessurale delle aree di avampaese dovuto a un progressivo processo di arretramento della cerniera della subduzione e al carico litostatico della catena. In questo contesto geodinamico settori crostali, in cui era presente una sedimentazione di mare sottile o continentale, sono interessati da una rapida sedimentazione clastica sottomarina con depositi provenienti in massima parte dalle aree di catena in via di sollevamento.

Il Bacino bradanico, in particolare, si inizia a delineare nel Pliocene inferiore e deve la sua formazione alla subduzione verso ovest della litosfera adriatica (Malinverno & Ryan, 1986; Royden et alii 1987; Patacca & Scandone, 1989; Doglioni, 1991), un processo già attivo a partire dal Miocene inferiore. Durante il processo di flessura l’avampaese apulo subisce un’intensa fratturazione con la formazione di una struttura ad horst e graben.

Come conseguenza di ciò si ha l’ingressione marina e un progressivo approfondimento del bacino. Tale approfondimento è guidato dalla retroflessione della litosfera adriatica e dal carico litostatico della catena appenninica il cui fronte progressivamente si sposta verso est sovrapponendosi agli stessi depositi di avanfossa.

A partire dal Pleistocene medio, l’arretramento della litosfera rallenta a causa della resistenza a subdurre della spessa litosfera continentale adriatica (Doglioni, 1991). Inizia una fase di sollevamento regionale e di regressione marina testimoniata dalla presenza di un trend regressivo nei sedimenti bradanici. Con il colmamento del bacino si ha l’emersione dell’intera area che da quel momento in poi non subisce movimenti significativi.

Per meglio comprendere le caratteristiche stratigrafiche e strutturali dell’area ricadenti nel Foglio 422 “Cerignola” e l’evoluzione geologica dell’area si ritiene opportuno fornire un quadro regionale delle unità affioranti e di quelle presenti nel sottosuolo.

E’ bene sottolineare che queste ultime rivestono una notevole importanza per la comprensione dell’evoluzione geologica dell’area; la gran parte della successione bradanica, infatti, non affiora, ma è stata ampiamente investigata attraverso studi geofisici, profili sismici a riflessione e perforazione per ricerche di idrocarburi e risorse idriche.

Sulla base dei dati di superficie e di sottosuolo è possibile distinguere nell'area del Foglio "Cerignola" due unità stratigrafiche che rivestono notevole importanza dal punto di vista paleogeografico:

- *La piattaforma apulo-garganica* appartenente al dominio strutturale di avampaese, costituita da una successione sedimentaria la cui età accertata va dal Permiano fino al Miocene;
- *La successione di riempimento della Fossa Bradanica* appartenente al dominio strutturale di avanfossa, la cui età, nell'area del Foglio, va dal Pliocene medio al Pleistocene medio.

La Piattaforma Apulo – Garganica è costituita da una successione di margine continentale passivo il cui spessore stimato è di circa 6000 metri (Richetti, 1981; Richetti et alii, 1992; Mostardini & Merlini, 1988). Il pozzo Puglia 1 (fondo pozzo -6100 m) terebrato sull'altopiano murgiano nei pressi di Barletta, ha attraversato, a partire dalla base, circa 1000 metri di depositi in gran parte costituiti da clasti, arenarie e peliti in facies continentale (attribuiti con riserva al Permiano-Triassico), a cui fanno seguito delle anidriti e delle dolomie per uno spessore ulteriore di circa 1000 metri (Triassico superiore). La sedimentazione prosegue con carbonati di mare sottile per uno spessore di 5000 metri e i cui termini giurassici e cretacei affiorano nel Gargano, nelle Murge e nel Salento. Alla sommità della piattaforma si rinvencono depositi del Cenozoico.

Successione di riempimento della Fossa Bradanica, l'avampaese apulo è ricoperto in discordanza da una spessa successione sedimentaria clastica che, nel settore bradanico interessato dal Foglio, ha una età compresa tra il Pliocene medio e il Pleistocene. Questa successione, in gran parte non affiorante, è costituita da depositi torbiditici ed emipelagici (Balduzzi e alii, 1984^o, a984b) che verso l'alto evolvono a depositi di piattaforma, di spiaggia e continentali (Caldara et alii, 1979).

In recenti lavori Patacca & Scandone (2001a, 2004), sulla base delle interpretazioni dei profili sismici a riflessione integrati da analisi micropaleontologiche e log di pozzo, hanno suddiviso la successione sedimentaria plio-pleistocenica della Fossa Bradanica in diverse sequenze deposizionali, proponendo in tal modo un quadro stratigrafico aggiornato in chiave sequenziale. Il lavoro ha come area di riferimento, a nord del Fiume Ofanto, un transetto compreso tra il fronte appenninico e il bordo sud-occidentale del Foglio.

Dai profili pubblicati si nota come le *unconformity*, evidenziate lungo il margine appenninico, diventano concordanze relative verso il bacino quindi nell'area del Foglio.

Il Pliocene è rappresentato da un cuneo clastico di età compresa tra 3.70 e 1.83 Ma, a sua volta suddiviso in diverse unità stratigrafiche. La gran parte di questo deposito è costituita da una

successione torbidity sabbioso-argillosa progradante verso l'area di avampaese che si è deposita durante una fase di subsidenza legata alla flessura della litosfera in subduzione verso ovest.

Il cuneo clastico "sin-rampa" è ricoperto da depositi argilloso-sabbiosi che vanno in onlap sul bordo appenninico; questa sequenza, la cui età è compresa nell'intervallo 1.50-0.25 Ma, testimonia la disattivazione del fronte appenninico. A questa fase segue lo sviluppo di un sistema trasgressivo la cui età è compresa fra 1.25 e 0.92 Ma. Questi depositi sono ricoperti da un sistema progradante (0.92-0.66 Ma) che verso il bacino passa a delle torbiditi bacinali. Questa unità corrisponde alle argille subappennine che affiorano nella zona compresa fra Candela ed Ascoli Satriano e nei settori bradanici a sud del Fiume Ofanto.

Le argille subappennine passano verso l'alto ad un sistema regressivo costituito da sabbie di spiaggia che a loro volta evolvono in depositi conglomeratici di ambiente fluvio-deltizio. Questi ultimi depositi nella cartografia geologica e nella letteratura vengono indicati come sabbie di Monte Marano e conglomerato di Irsina su cui poggiano i Depositi Marini Terrazzati (Bonardi et alii, 1988).

Nel Foglio "Cerignola" sui depositi di riempimento della Fossa Bradanica affiorano diffusamente dei depositi alluvionali del Pleistocene superiore-Olocene legati ai cicli alluvionali del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle.

3.1 Geologia del sito di progetto

In considerazione del Foglio n. 422 “Cerignola”, della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia e della Carta Geologica d’Italia in scala 1:100.000 foglio n. 175 “Cerignola”; è stato possibile definire le formazioni geologiche affioranti nell’area di intervento. Di seguito saranno descritti i termini formazionali presenti nel foglio 175 “Cerignola” e nella carta geologica di dettaglio (Fig. 2,3).

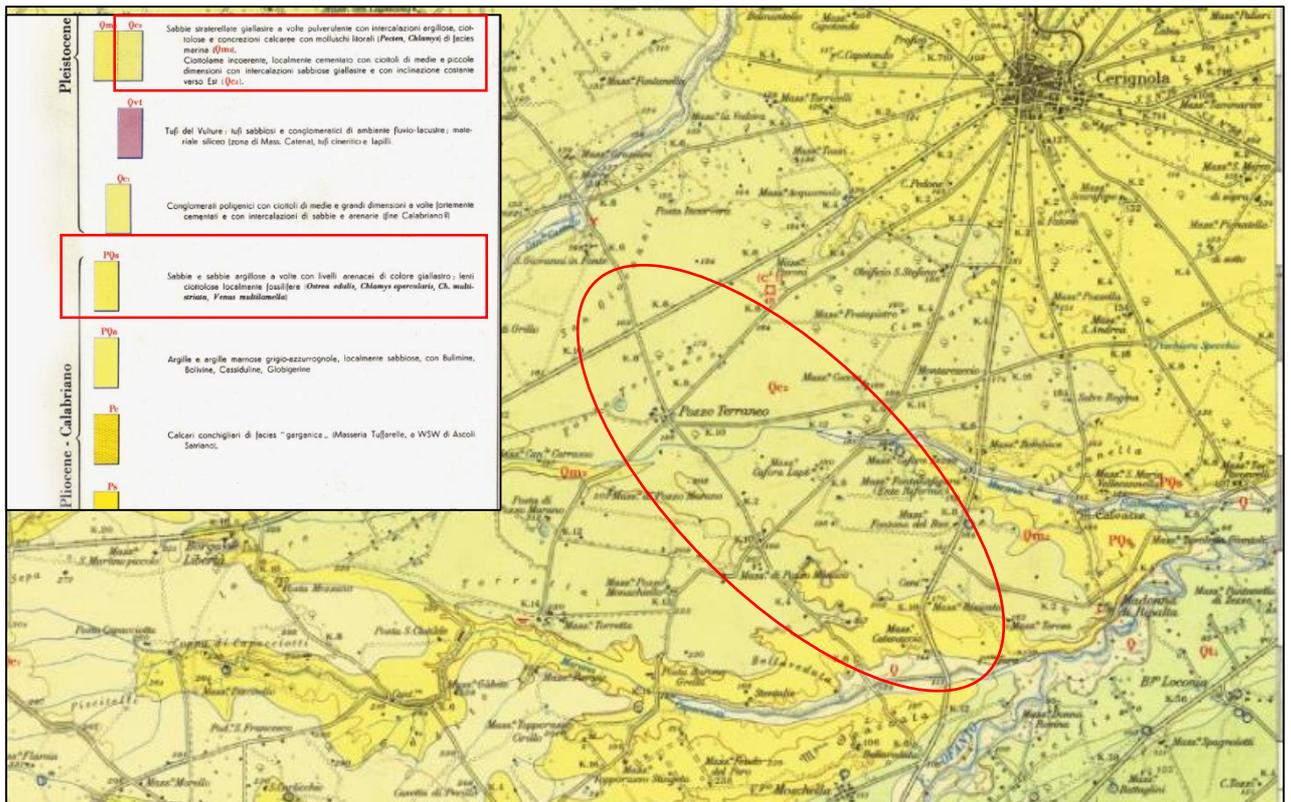


Figura 2 Stralcio Carta Geologica D'Italia foglio 175 “Cerignola”

Le sabbie e sabbie argillose a volte con livelli arenacei giallastri e lenti ciottolose PQs, in continuità di sedimentazione con le argille (PQa) si hanno, in alto, sedimenti sabbiosi a volte fittamente stratificate con intercalazioni e lenti ciottolose verso la parte superiore della serie.

Si tratta di sabbie più o meno argillose nelle quali la parte argillosa diminuisce progressivamente dal basso verso l’alto. Esse sono di colore generalmente giallastro ed hanno uno spessore di poco superiore ai 50 metri. In queste formazioni sono stati rinvenuti macrofossili, in base alle associazioni si ritiene che tali sedimenti debbano essere ascritti ad una fase del Pleistocene antico caratterizzato da un estremo impoverimento delle faune plioceniche in relazione all’abbassamento delle temperature.

L’altra formazione presente è rappresentata da ciottolame incoerente con intercalazioni sabbiose Qc2. Questi depositi anche se costituiti dagli stessi elementi arenacei e calcarei della formazione Qc1 possono tenersi distinti da essa. Due sono i principali motivi di questa distinzione. Un

gradino morfologico fra i due complessi, anche di modeste proporzioni, si riscontra con una certa costanza lungo una direttrice NO-SE tra il Torrente Carapelle a Nord e il fiume Ofanto a sud. Anche se la natura geologica risulta essere la stessa, tale formazione ciottolosa, a differenza della precedente, si presenta generalmente incoerente con elementi di più modeste dimensioni (massimo 10-15 cm) e frammista a sabbie finissime colore giallo-oro.

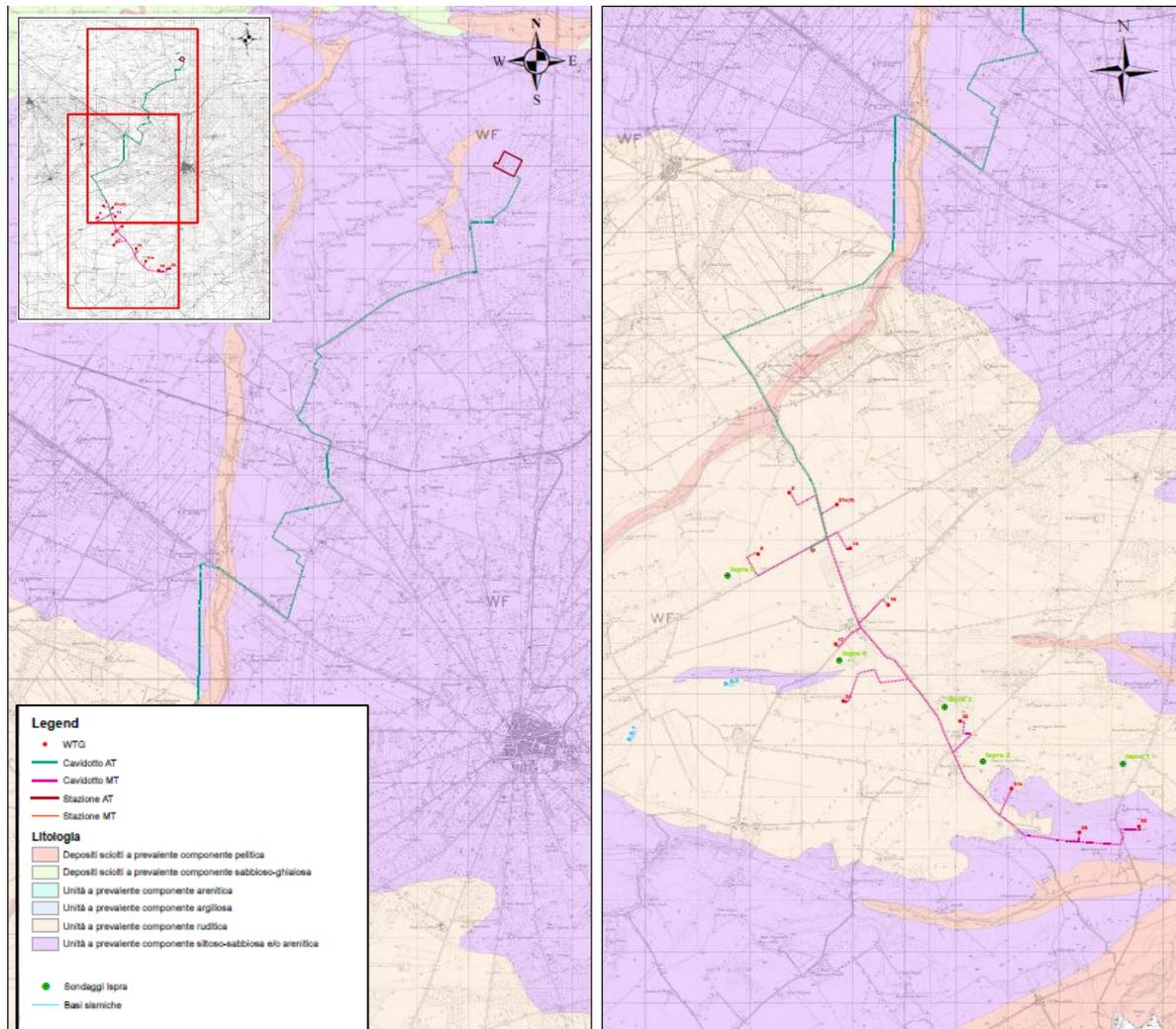


Figura 3 Carta Geologica di dettaglio

L'unità a prevalente componente siltosa-sabbiosa e/o arenitica e l'unità a prevalente componente ruditica fanno parte del Sintema di Cerignola.

Questa unità stratigrafica comprende a sua volta due unità litostratigrafiche fra loro eteropiche denominate rispettivamente conglomerati di Ordonà (ODN) e sabbie di Torre Quarto (STR).

Generalmente per questi depositi viene utilizzato il termine informale di Depositi Marini Terrazzati. Per la diffusa presenza di minerali del Vulture all'interno dei depositi sabbioso-conglomeratici delle unità ODN e STQ, l'età del sintema di Cerignola può essere riferita al Pleistocene medio.

I conglomerati di Ortona (**ODN**) sono conglomerati massivi, composti in prevalenza da clasti eterometrici e poligenici di media grandezza provenienti dalle successioni sedimentarie affioramenti nei rilievi appenninici, immersi in una matrice sabbiosa ma anche clasto-sostenuti, dotati di un buon grado di cementazione. I ciottoli prevalentemente arenacei e calcarei e subordinatamente marnosi, silicei e cristallini, con dimensioni massime fino a 15-20 cm, sono da sub arrotondati ad arrotondati, più raramente appiattiti. A luoghi sono presenti delle embriciature che documentano paleocorrenti provenienti mediamente dai quadranti sud-orientali. La frazione sabbiosa, oltre ai frammenti litici, è rappresentata da una componente detritica quarzoso-feldspatica e da minerali femici del Vulture. In tutto il deposito sono diffuse le lenti sabbiose costituite da sabbie giallastre grossolane a stratificazione piano-parallela o incrociata (Fig. 4).



Figura 4 Affioramento in cava in destra Canale Acqua Mala

Lo spessore complessivo del deposito, desunto dai dati di perforazione è di circa 20 metri. È possibile ricondurre l'ambiente genetico del conglomerato ad una piana alluvionale alimentata da più torrenti di provenienza appenninica.

Su tale formazione sono previsti 8 aerogeneratori.

Le sabbie di Torre Quarto (**STQ**) sono prevalentemente sabbie di colore giallastro, in genere poco cementate, in strati di spessore variabili da pochi centimetri fino a 50 centimetri, con intercalazioni arenitiche, marnose e argillose-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 fino ad un massimo di 55 metri.

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 rinvergono sabbie rossastre grossolane con laminazione incrociata concava a festoni la cui stratificazione spesso marcata da sottili livelli di paleosuolo. I macro fossili, nel complesso scarsi nei litotipi prevalentemente sabbiosi, risultano

localmente abbondanti e si rinvengono sia dispersi sia concentrati in nidi o livelli e sia accumulati. Lo stato di conservazione è molto variabile, soprattutto nelle sabbie, per cui molte volte la determinazione è solo generica. Oltre ai bivalvi, che si presentano spesso in posizione fisiologica o a valve spaiate, e ai gasteropodi, si ritrovano anche resti di pesce (soprattutto otoliti), briozoi, frammenti di echinoidi irregolari e di crostacei, foraminiferi ed ostracodi.

Dal punto di vista del paleo ambiente le macro faune forniscono indicazioni di ambienti molto variabili che vanno dall'infralitorale alle aree di transizione comprensiva di ambiente di spiaggia, lagunari e retrodunali.

Su tale formazione sono previsti 3 aerogeneratori.

del livello del mare che, a partire dal Pleistocene medio, si sono succedute durante il sollevamento regionale e la generale regressione del mare.

In letteratura, la superficie di accumulo di Cerignola è stata interpretata in vari modi: come superficie terrazzata di origine marina costituita da più ordini di terrazzai (Malatesta et alii 1967; Delano Smith, 1975, Ciaranfi et alii, 1980), ovvero come la superficie di chiusura del ciclo di riempimento dell'avanfossa bradanica (Ciaranfi & Rapisardi, 1979) o infine come lembo residuale della piana alluvionale che nel Pleistocene raccordava i primi rilievi appenninici con la linea di costa(Parea, 1988).

Queste diverse interpretazioni morfogenetiche sono dovute a difficoltà oggettive legate alla scarsa presenza di affioramenti, al difficile riconoscimento delle antiche linee di costa, soprattutto all'interno delle facies conglomeratiche, e alle modeste pendenze presenti che rendono arduo il riconoscimento di scarpate significative.

Gli aerogeneratori sono stati ubicati su aree sostanzialmente sub-pianeggianti che rappresentano morfologicamente dei terrazzi fluviali.

Elemento morfologico caratterizzante è l'idrografia superficiale, i due corsi d'acqua a maggiore rilevanza che si originano nell'Appennino e sfociano nel mare adriatico sono il Fiume Ofanto a sud e il Torrente Carapelle a nord.

Nell'area del parco, Fig. 6, sono presenti corsi d'acqua minori, localmente denominati "*marane*". Si tratta di incisioni povere di acqua con deflusso oramai effimero: infatti, i solchi erosivi sono percorsi soltanto dalle precipitazioni meteoriche e per periodi di norma giornalieri con portate molto variabili, in stretta correlazione con l'intensità e la durata delle precipitazioni alimentatrici. In prossimità del parco troviamo il Canale Marona Castello a nord e Canale Marona di Capaciolta a sud.

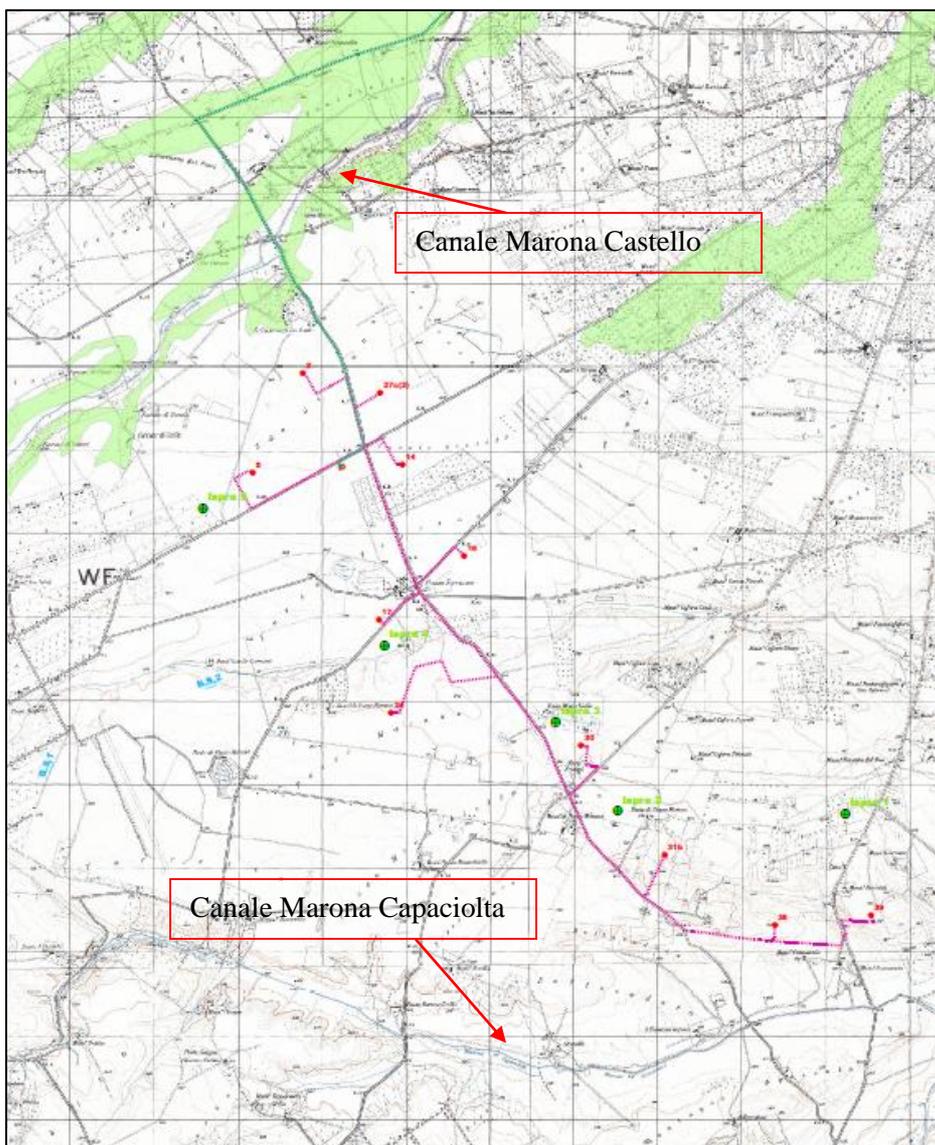


Figura 6 Principali corsi d'acqua nell'area di studio

Dal punto di vista idrogeologico, l'unità acquifera principale presente è rappresentata da un acquifero poroso superficiale. Questo si rinviene nei depositi quaternari che ricoprono con notevole continuità laterale le formazioni argillose pleistoceniche. Le stratigrafie dei numerosi pozzi per acqua evidenziano l'esistenza di una successione di terreni sabbioso – ghiaioso – ciottolosi, permeabili ed acquiferi, intercalati da livelli limo-argillosi, a luoghi sabbiosi, a minore permeabilità. I diversi livelli in cui l'acqua fluisce costituiscono orizzonti idraulicamente interconnessi, dando luogo ad un unico sistema acquifero. I sedimenti a granulometria grossolana che prevalgono nelle aree più interne svolgono il ruolo di acquifero, l'acqua circola in condizioni freatiche nelle aree più interne ed in pressione man mano che ci si avvicina alla linea di costa (Cotecchia, 1956; Maggiore et alii, 2004). La potenzialità reale della falda, essendo strettamente legata a fattori di ordine morfologico e stratigrafico, varia sensibilmente da

zona a zona. Le acque, infatti, tendono ad accumularsi preferenzialmente dove il tetto delle argille forma veri propri impluvi o laddove lo spessore dei terreni permeabili è maggiore e dove la loro natura è prevalentemente ghiaiosa (Caldara & Pennetta, 1993a). Circa la modalità di alimentazione della falda superficiale, un contributo importante proviene dalle precipitazioni.

In prossimità degli aerogeneratori, sono stati presi in considerazione 5 sondaggi meccanici per pozzi per acqua (fonte **ISPRA**), dagli stessi si evince che la profondità della falda si attesta tra i 50 e i 70 metri di profondità. Di seguito si riportano le stratigrafie dei 5 pozzi citati, ubicati nella figura 3 “Carta geologica di dettaglio” :

Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine			
Codice: 200302 Regione: PUGLIA Provincia: FOGGIA Comune: CERIGNOLA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 60,00 Quota pc s.l.m (m): 185,00 Anno realizzazione: 1991 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 3,000 Portata esercizio (l/s): 2,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 3 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 8 Longitudine WGS84 (dd): 15,872269 Latitudine WGS84 (dd): 41,183169 Longitudine WGS84 (dms): 15° 52' 20.18" E Latitudine WGS84 (dms): 41° 10' 59.42" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia					
DIAMETRI PERFORAZIONE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	0,00	60,00	60,00	500	
FALDE ACQUIFERE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	53,00	60,00	7,00		
POSIZIONE FILTRI					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	54,00	58,00	4,00	300	
MISURE PIEZOMETRICHE					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	
ago/1991	35,00	49,00	14,00	1,000	
ago/1991	35,00	50,00	15,00	1,500	
ago/1991	35,00	55,00	20,00	3,000	
STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	3,00	3,00	PLEISTOCENE	TERRENO VEGETALE
2	3,00	9,00	6,00	PLEISTOCENE	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA CEMENTATI
3	9,00	20,00	11,00	PLEISTOCENE	CONGLOMERATO ED ELEMENTI DI PICCOLE E MEDIE DIMENSIONI IN MATRICE SABBIOSA LIMOSA
4	20,00	30,00	10,00	PLEISTOCENE	SABBIE GIALLASTRE CON INTERCALAZIONI ARENACEE
5	30,00	45,00	15,00	PLEISTOCENE	ARGILLA GIALLA SABBIOSA
6	45,00	50,00	5,00	PLIOCENE CALABRIANO	SABBIE FINI TENDENTI ALL'ARGILLOSO
7	50,00	55,00	5,00	PLIOCENE CALABRIANO	GHIAIA SCIOLTA E STRATI DI CONGLOMERATO ACQUIFERO
8	55,00	60,00	5,00	PLIOCENE CALABRIANO	ARGILLA GRIGIO AZZURRA

Figura 7 Pozzo 1 Ispra

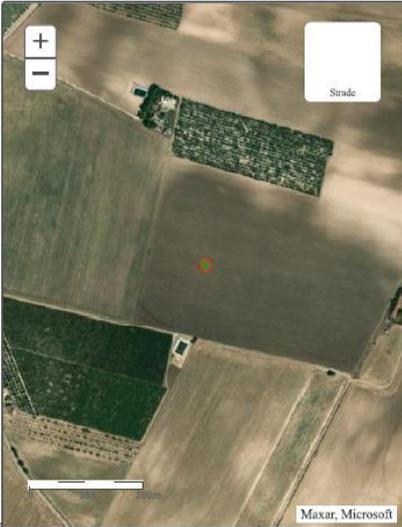
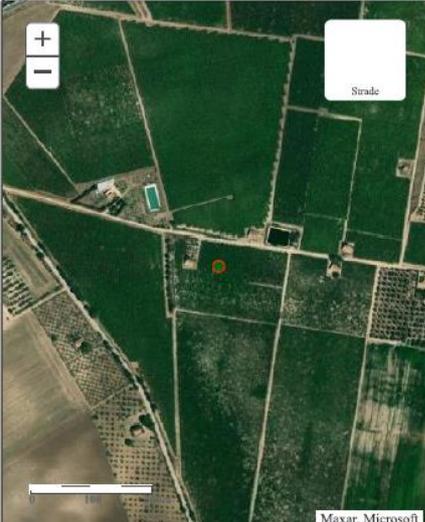
 		Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale			
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)					
Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine			
<p> Codice: 199659 Regione: PUGLIA Provincia: FOGGIA Comune: CERIGNOLA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 52,00 Quota pc slm (m): 201,00 Anno realizzazione: 1991 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 6,000 Portata esercizio (l/s): 4,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometriche: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 7 Longitudine WGS84 (dd): 15,840050 Latitudine WGS84 (dd): 41,183719 Longitudine WGS84 (dms): 15° 50' 24.18" E Latitudine WGS84 (dms): 41° 11' 01.39" N </p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>					
DIAMETRI PERFORAZIONE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	0,00	52,00	52,00	500	
FALDE ACQUIFERE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	37,00	45,00	8,00		
MISURE PIEZOMETRICHE					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	
lug/1991	33,00	38,00	5,00	4,000	
STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE
2	2,00	12,00	10,00		SABBIA GIALLA
3	12,00	25,00	13,00		ARGILLA GIALLA
4	25,00	37,00	12,00		SABBIA GIALLA ASCIUTTA
5	37,00	45,00	8,00		SABBIA GIALLA CON ACQUIFERO
6	45,00	47,00	2,00		ARGILLA GIALLA
7	47,00	52,00	5,00		ARGILLA BLE

Figura 8 Pozzo 2 Ispra

 	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)	
Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p> Codice: 200298 Regione: PUGLIA Provincia: FOGGIA Comune: CERIGNOLA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 56,00 Quota pc slm (m): 195,00 Anno realizzazione: 1998 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 5,000 Portata esercizio (l/s): 4,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 7 Longitudine WGS84 (dd): 15,831439 Latitudine WGS84 (dd): 41,193439 Longitudine WGS84 (dms): 15° 49' 53.18" E Latitudine WGS84 (dms): 41° 11' 36.38" N </p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	56,00	56,00	420

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	16,00	49,00	33,00

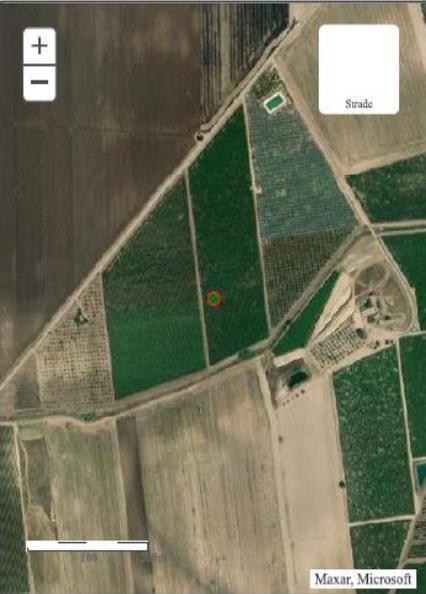
MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ott/1998	16,00	24,00	8,00	ND

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE
2	2,00	6,00	4,00		BRECCIA E ARENARIA
3	6,00	10,00	4,00		ARGILLA GIALLA CON SABBIA
4	10,00	16,00	6,00		SABBIA GIALLA
5	16,00	49,00	33,00		SABBIA GIALLA CON CROSTA
6	49,00	54,00	5,00		ARGILLA BLE CON SABBIA
7	54,00	56,00	2,00		ARGILLA BLE

Figura 9 Pozzo 3 Ispra

 	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)	
Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p> Codice: 199395 Regione: PUGLIA Provincia: FOGGIA Comune: CERIGNOLA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 50,00 Quota pc slm (m): ND Anno realizzazione: ND Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 8,000 Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 6 Longitudine WGS84 (dd): 15,807269 Latitudine WGS84 (dd): 41,201769 Longitudine WGS84 (dms): 15° 48' 26.18" E Latitudine WGS84 (dms): 41° 12' 06.38" N </p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	50,00	50,00	300

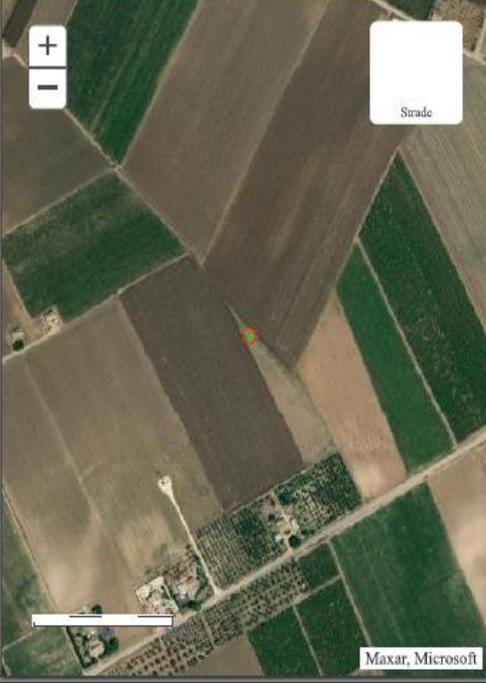
MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/1987	22,00	45,00	23,00	8,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	6,00	5,00		BRECCIA
3	6,00	22,00	16,00		ARENARIA GIALLA
4	22,00	35,00	13,00		ARGILLA GIALLA
5	35,00	48,00	13,00		ARENARIA GIALLA (ACQUA)
6	48,00	50,00	2,00		ARGILLA BLE'

Figura 10 Pozzo 4 Ispra

  <p>ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>	<p>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>
<p>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</p>	
<p>Dati generali</p>	<p>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</p>
<p> Codice: 200058 Regione: PUGLIA Provincia: FOGGIA Comune: CERIGNOLA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 70,00 Quota pc slm (m): ND Anno realizzazione: 1984 Numero diametri: 0 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 7 Longitudine WGS84 (dd): 15,781711 Latitudine WGS84 (dd): 41,216769 Longitudine WGS84 (dms): 15° 46' 54.17" E Latitudine WGS84 (dms): 41° 13' 00.38" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia </p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Maxar, Microsoft</p>

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
dic/1984	28,00	48,00	20,00	8,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	24,00	23,00		BRECCIA SCIOLTA
3	24,00	28,00	4,00		ARGILLA GIALLA
4	28,00	51,00	23,00		BRECCIA LEGATA
5	51,00	60,00	9,00		CROSTA CON SABBIA
6	60,00	67,00	7,00		SABBIA AZZURRA - MARNOSA
7	67,00	70,00	3,00		ARGILLA BLE'

Figura 11 Pozzo 5 Ispra

4.1 Conformità dell'opera alle prescrizioni del P.A.I. (A.d.B. Puglia)

Dall'analisi delle carte redatte dall'autorità di Bacino della Regione Puglia, si osserva, relativamente all'area in esame che, nessuna opera ricade in aree a pericolosità geomorfologica (Fig. 12). Tale indicazione è stata confermata dai sopralluoghi effettuati che hanno constatato bassissime pendenze sull'area in cui ricade il progetto e alcuna evidenza di instabilità geomorfologica.

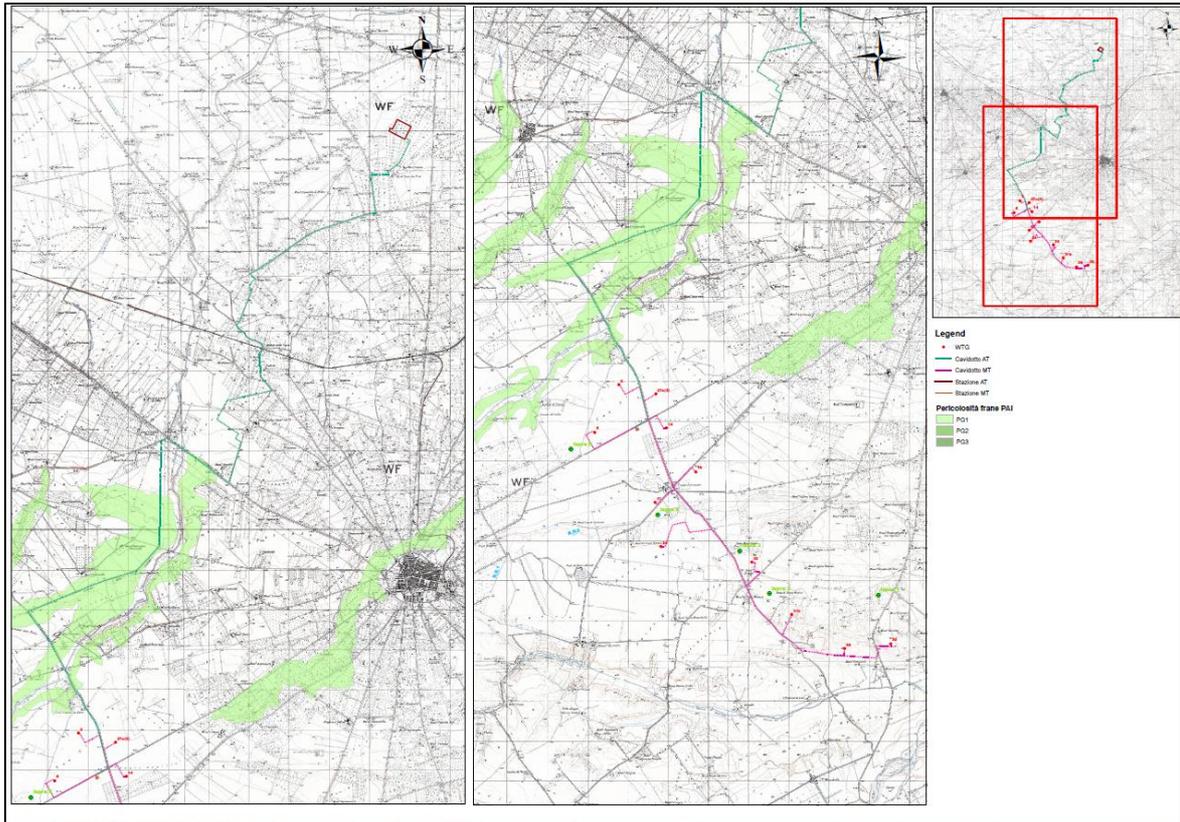


Figura 12 stralci PAI della Carta della Pericolosità Geomorfologica

5 TETTONICA E SISMICITÀ

Il Tavoliere, per il suo assetto morfo-strutturale, è collocato nel più ampio contesto geologico del sistema: avampaese, avanfossa, catena (fig. 13, 14).

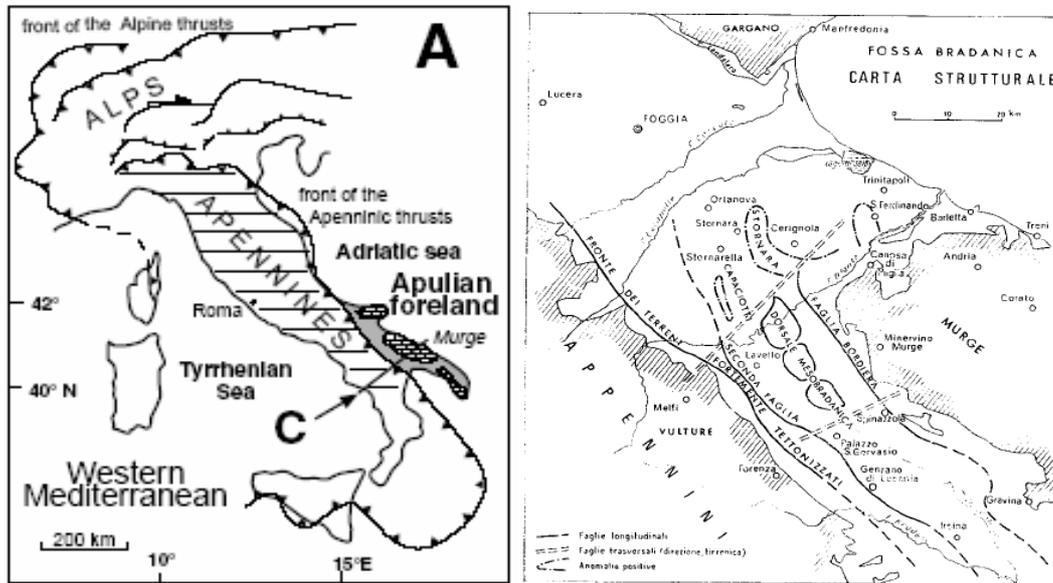


Figura 13 Schema morfo-strutturale della Puglia Figura 14 Carta strutturale della fossa Bradanica e della dorsale meso-bradanica *Da Jobeli D. E Roger (1954)*

Le attuali aree della Fossa Bradanica assunsero un assetto strutturale di ampi Graben. Le strutture plicative sono orientate in direzione NW-SE o WNW-ESE; le faglie in quelle WNWESE, EW, SW-NE e NS. Importanti serie di faglie a gradinate sono presenti lungo il margine della Fossa Bradanica, la bassa valle dell'Ofanto e nel versante adriatico, compresa la faglia che corre in mare parallelamente alla costa. Si tratta di faglie importanti a direzione EW, nonché appenninica, e antiappenninica con notevoli rigetti che hanno dato luogo alla struttura a gradinata che prosegue in corrispondenza della Fossa Bradanica, del Tavoliere e nell'Adriatico. Al margine occidentale dell'avanfossa, nel subappennino dauno, i sovrascorrimenti sono caratterizzati da vergenza adriatica, collegati al fronte compressivo dell'orogenesi appenninica.

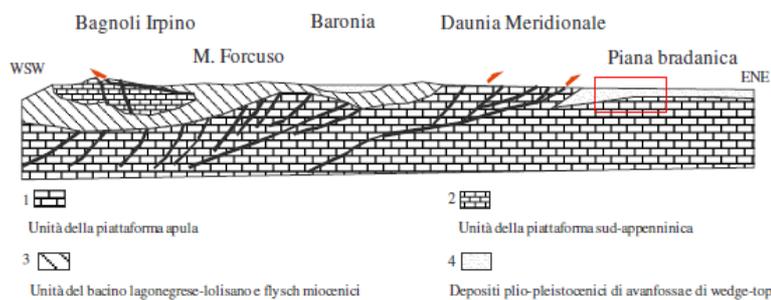


Figura 15 Sezione geologica schematica in riferimento all'Appennino centro-meridionale; in rosso il settore *in esame* (da Moscardini & Merlini, mod.).

La tettonica tardo-pliocenica e pleistocenica ha contribuito alla definizione dell'attuale assetto strutturale dell'area.

In base alla mappa della zonizzazione sismogenetica ZS9 redatta dall'INGV (2004) in sostituzione della precedente versione ZS4 datata 1996, l'area di Cerignola ricade nella zona 924, orientata circa E-O. Ad essa è riconducibile la sequenza sismica del Molise (ottobre-novembre 2002) originata da sorgenti con direzione E-O e dotate di cinematica trascorrente destra, il terremoto storico del 1627 e la faglia di Mattinata, generalmente ritenuta attiva con una cinematica simile a quella del terremoto del 2002. Per questa zona il meccanismo di fagliazione prevalente è appunto del tipo faglia trascorrente; la magnitudo dei sismi è di media intensità e la profondità degli ipocentri appartiene alla *classe 12-20 km* poiché la *profondità efficace* ovvero la profondità media degli ipocentri è di 13 km.

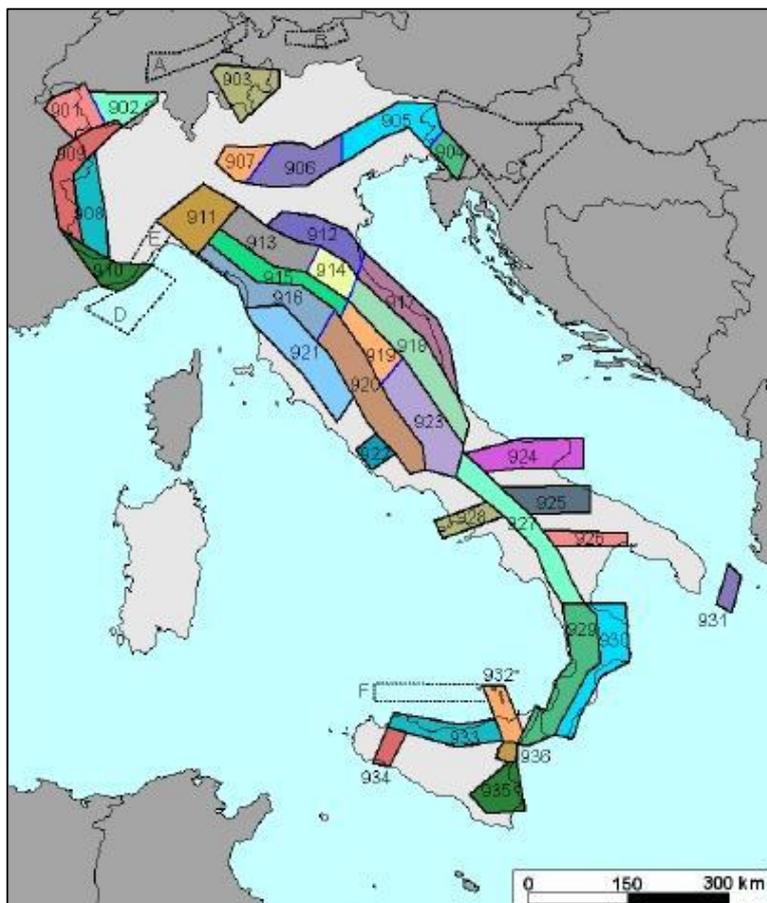


Figura 16 Zonazione sismogenetica ZS9. I limiti di colore blu separano zone con analogo significato cinematico, che differiscono principalmente per le caratteristiche di sismicità. Le ZS con bordo a tratteggio, identificate da una lettera, non sono state utilizzate nella valutazione della pericolosità.

La zona 924, accorpa e sostituisce le zone 59, 60 e 61 della precedente classificazione ZS4, ma presenta delle sostanziali differenze sia di forma che di meccanismo sismogenetico che le si

attribuisce. Di seguito si riporta la serie storica dei terremoti che hanno interessato il territorio comunale di Cerignola (dati INGV).

Storia sismica di Cerignola
[41.264, 15.898]

Numero di eventi: 36

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
7-8	1627 07 30 10:50	Gargano	65	10	6.66 ±0.20
9	1731 03 20 03:00	Foggiano	50	9	6.53 ±0.25
7	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
5	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	97	8	5.98 ±0.16
2-3	1882 06 06 05:40	Monti del Matese	52	7	5.27 ±0.25
4	1889 12 08	APRICENA	122	7	5.69 ±0.13
NF	1892 06 06	TREMITI	72	6	5.06 ±0.19
3	1905 09 08 01:43	Calabria meridionale	895		7.04 ±0.16
2	1905 11 26 06:48	Irpinia	136	7-8	5.21 ±0.13
4	1908 12 28 04:20	Calabria meridionale-Messina	800	11	7.10 ±0.15
5	1910 06 07 02:04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.73 ±0.09
4	1913 10 04 18:26	Matese	205	7-8	5.37 ±0.11
6	1925 07 28 03:33	CERIGNOLA	6	5	4.48 ±0.63
3	1925 08 25 05:10	Gargano	14	5	4.92 ±0.26
7	1930 07 23 00:08	Irpinia	547	10	6.62 ±0.09
7	1931 12 03 09:32	CERIGNOLA	12	6	4.62 ±0.30
7	1948 08 18 21:12	Puglia settentrionale	59	7-8	5.64 ±0.21
4	1951 01 16 01:11	Gargano	73	7	5.35 ±0.20
NF	1955 02 09 10:06	MONTE S.ANGELO	31	6-7	5.09 ±0.33
2	1956 01 09 00:44	GRASSANO	45	6	4.88 ±0.20
6	1962 08 21 18:19	Irpinia	262	9	6.13 ±0.10
NF	1978 09 25 10:08	Matera	120	6	4.88 ±0.13
6	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
NF	1984 04 29 05:02	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
4	1988 04 26 00:53	Adriatico centrale	78		5.39 ±0.09
5	1990 05 05 07:21	Potentino	1374		5.80 ±0.09
4	1991 05 26 12:26	Potentino	597	7	5.11 ±0.09
2-3	1992 11 05 13:34	Gargano	32	5	4.64 ±0.18
5	1995 09 30 10:14	Gargano	145	6	5.18 ±0.09
3-4	1996 04 03 13:04	Irpinia	557	6	4.93 ±0.09
4	1998 09 22 23:23	GARGANO-FOGGIANO	30	5	4.57 ±0.19
4	2002 11 01 15:09	Subapp. Dauno	645		5.72 ±0.09
NF	2003 06 01 15:45	Molise	516	5	4.50 ±0.09
NF	2004 09 03 00:04	Appennino lucano	156	6	4.49 ±0.09
4-5	2006 05 29 02:20	Promontorio del Gargano	384	5-6	4.63 ±0.09

Figura 17 Eventi sismici storici di Apricena. I Intensità al sito considerato (scala MCS); Io Intensità all' epicentro (scala MCS); Np Numero di osservazioni macrosismiche del terremo; Mw Magnitudo momento.

L'INGV ha anche messo a punto un database macrosismico DBMI11 (Data Base Macrosismico Italiano) che è stato utilizzato per la compilazione del catalogo CPTI11 (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani) attualmente aggiornato al 2011. Esso permette di visionare la storia sismica delle località italiane (oltre 6800) in esso menzionate. Le informazioni contenute nel database hanno consentito inoltre una prima individuazione dei "centri sismici" rilevanti per il sito in esame e delle relative potenzialità in termini di intensità epicentrali storicamente documentate (Figg. 18 e 19).



Figura 18 Grafico intensità dei terremoti del sito in esame.

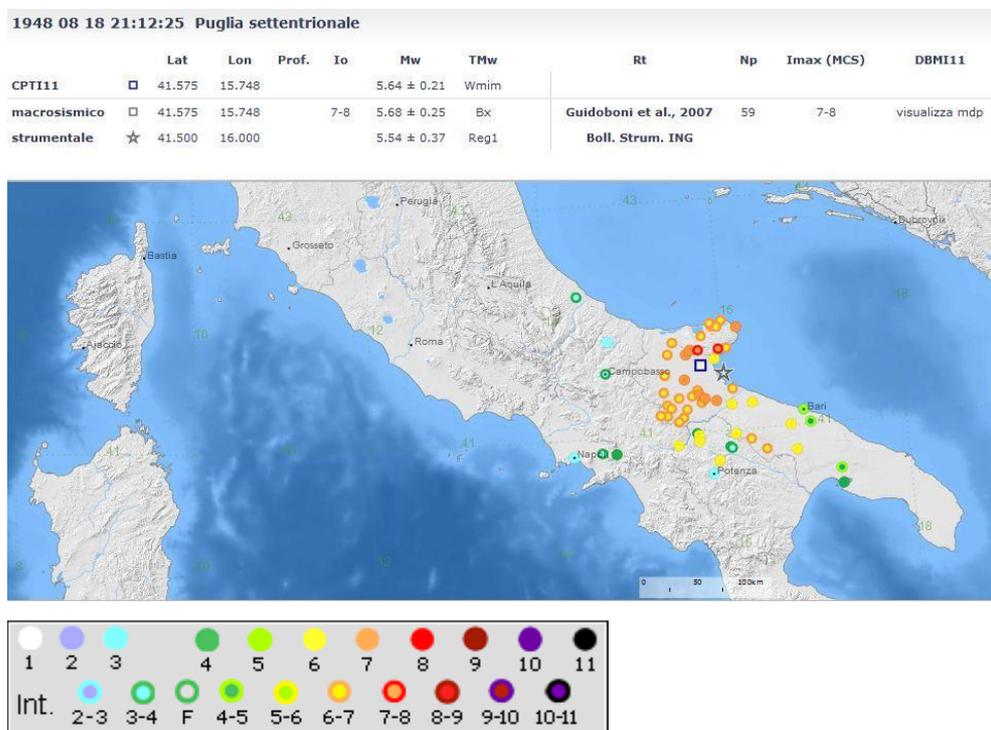


Figura 19 Ubicazione degli epicentri ed intensità dei terremoti (scala MCS) nella Puglia settentrionale

Per quanto riguarda la pericolosità del sito, nella zona del territorio comunale di Cerignola la maglia elementare della griglia dell'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni è compresa tra 0,150 e 0,175 ag/g (Figg. 20, 21, 22 e 23).

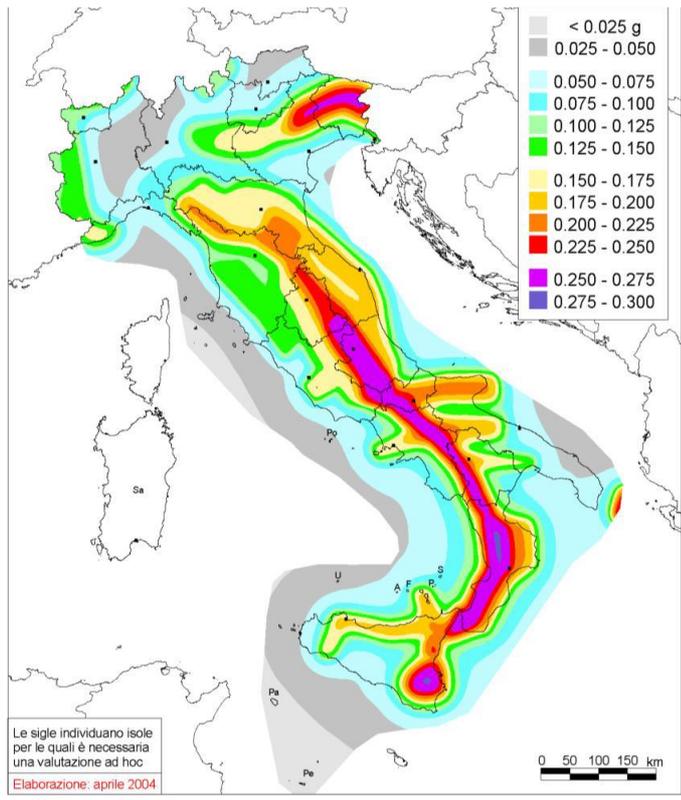


Figura 20 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi (Ordinanza 3519/2006).

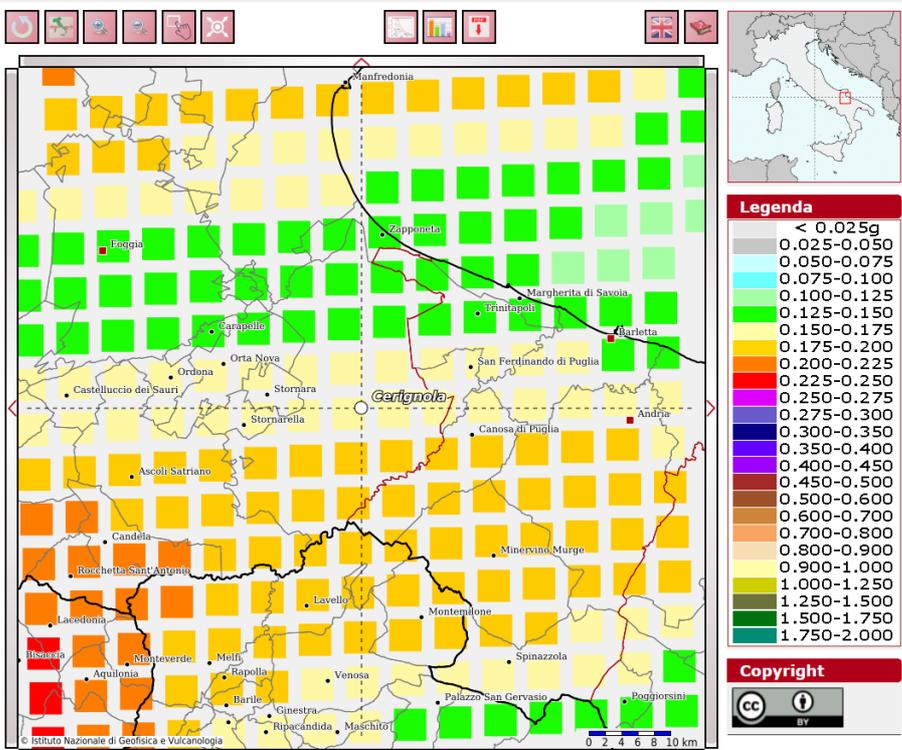


Figura 21 Mappa della pericolosità sismica nell'area di interesse

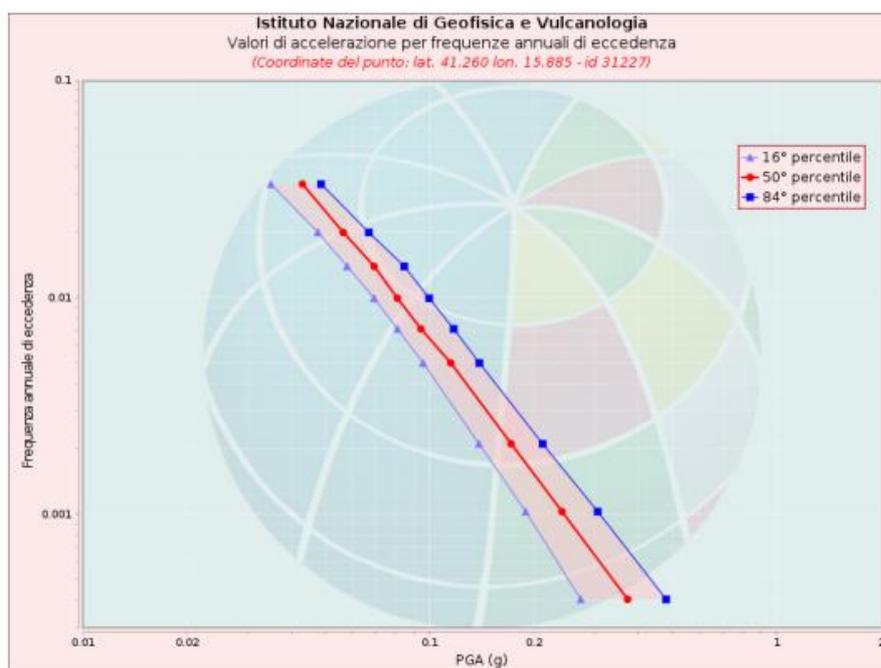


Figura 22 Grafico dei valori di a(g) per diverse frequenze annuali di superamento nel punto della griglia più vicino all'area di interesse.

Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.273	0.372	0.480
0.0010	0.189	0.241	0.305
0.0021	0.139	0.172	0.212
0.0050	0.096	0.115	0.139
0.0071	0.081	0.095	0.117
0.0099	0.069	0.081	0.100
0.0139	0.058	0.069	0.085
0.0199	0.048	0.056	0.067
0.0332	0.035	0.043	0.049

Figura 23 Tabella dei valori di a(g) per diverse frequenze annuali di superamento nel punto della griglia più vicino all'area di interesse

6 CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Per la determinazione delle principali caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area di progetto si è fatto riferimento alla campagna geognostica già svolta nella fase progettuale precedente dalla stessa Geo Tecnologie s.r.l. (marzo 2010).

Nel complesso sono state effettuate quindi le seguenti indagini:

- n.2 stendimenti sismici a rifrazione in onde P ed S;

L'ubicazione delle indagini è riportata nella Carta geologica allegata.

6.1 Sismica a rifrazione

Le indagini sismiche determinano, nelle opportune condizioni del sottosuolo, la velocità di propagazione delle onde elastiche P ed S, convertibili in moduli elastici dei terreni attraversati, in moduli di taglio e nel coefficiente di Poisson ν , conseguentemente, correlabili con le litologie presenti lungo la sezione di studio.

L'indagine geosismica (del tipo "a rifrazione" di superficie) è consistita nell'esecuzione di 2 Basi Sismiche di superficie, siglate B.S.1, in onde P e S.

La tecnica utilizzata è stata quella degli scoppi coniugati A e B, con scoppio centrale E e ulteriori 2 scoppi intermedi F e G per un totale di 5 punti di scoppio per ciascuna Base.

Per quanto riguarda la geometria adottata nelle Basi, i 24 geofoni sono stati disposti sul terreno con una spaziatura di 5,0 m; i punti di scoppio A e B sono a 2,5 m rispettivamente dal geofono G1 e dal G24, in posizione esterna allo stendimento geofonico, lo scoppio E è posto al centro dello stendimento stesso (fra i geofoni G12 e G13), gli scoppi F e G sono intermedi fra gli scoppi esterni e quello centrale (rispettivamente fra i geofoni G6 e G7 e fra i geofoni G18 e G19). Quindi, l'intero stendimento per ognuna di queste Basi risulta di 120 m in onde P e di 120 m in onde S.

Complessivamente, pertanto, sono state eseguite prospezioni sismiche per 240 m in onde P e per altrettanti 240 m in onde S. La profondità di investigazione raggiunta è valutabile in circa 30 m dal piano campagna.

I sismogrammi sperimentali, registrati sul disco fisso del computer portatile in campagna, sono stati letti, elaborati ed interpretati utilizzando un procedimento informatico basato sull'utilizzo di due programmi della Interpex Limited (Firstpix e Gremix). Per le onde S, il rilievo dei tempi di primo arrivo è stato condotto anche per confronto delle tracce sismiche ottenute da scoppi bidirezionali eseguiti in uno stesso punto (ed indicati ad esempio con A+ e A-). I tempi di primo arrivo delle onde così ottenuti, sono riportati nei diagrammi tempi-distanze.

L'interpretazione congiunta delle dromocrone, effettuata anch'essa con l'ausilio dell'elaboratore e con metodologia GRM (programma Gremix), ha fornito i valori delle velocità (in m/sec) delle onde P e S ed i valori delle profondità (in m) dei rifrattori (discontinuità fisiche) nei sismostrati lungo i profili in esame; questi dati hanno consentito l'elaborazione delle Sezioni Sismostratigrafiche (che presentano un modello a tre strati).

Le velocità delle onde sismiche nei sismostrati e le profondità dei rifrattori individuati sono leggibili graficamente nelle stesse sezioni. Per comodità di lettura le velocità Vp e Vs nonché gli spessori medi h calcolati lungo le sezioni sono riportati nelle tabelle seguenti:

BASE B.S.1	Vp (m/sec)	h (m)	Vs (m/sec)	BASE B.S.2	Vp (m/sec)	h (m)	Vs (m/sec)
sismostrato 1	220	1.0	140	sismostrato 1	280	1.1	150
sismostrato 2	960	6.8	520	sismostrato 2	1100	10.9	590
sismostrato 3	1980	-	1090	sismostrato 3	2450	-	1180

Tabelle 1-2 Velocità delle onde P ed S e ricostruzione sismostratigrafica per lo stendimento effettuato

L'elaborazione dei risultati ottenuti ha permesso di ricostruire la successione litologica che è possibile prevedere nel sottosuolo dell'area in esame; in particolare essa, per entrambe le basi sismiche, a partire dall'alto, è costituita da tre sismostrati:

- un primo sismostrato superficiale, dello spessore all'incirca di 1m, caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P Vp pari a 220-280 m/s e velocità delle onde S Vs pari 140-150 m/s, rappresentato da un ammasso "prevalentemente terroso", correlabile a terreno vegetale sabbioso-limoso con ciottoli dispersi, aerato, allo stato sciolto, poco addensato e compatto, eterogeneo lateralmente;
- un secondo sismostrato, dello spessore all'incirca di 7 m per la prima base sismica e, circa 10 m per la seconda, caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P Vp circa uguale a 960-1100 m/s e velocità delle onde S Vs circa uguale a 520-590 m/s, rappresentato da un ammasso "prevalentemente terroso", correlabile a ghiaie e sabbie in matrice argilloso sabbiosa, poco cementato, mediamente addensato e compatto, eterogeneo lateralmente;
- un terzo sismostrato, affiorante fino al termine della profondità indagata, caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P Vp circa uguale a 1980-2450 m/s e velocità delle onde S Vs pari a 1090-1180 m/s, rappresentato da un ammasso "prevalentemente roccioso", correlabile a conglomerati con lenti sabbiose, da mediamente a molto cementato, molto addensato e compatto, eterogeneo lateralmente.

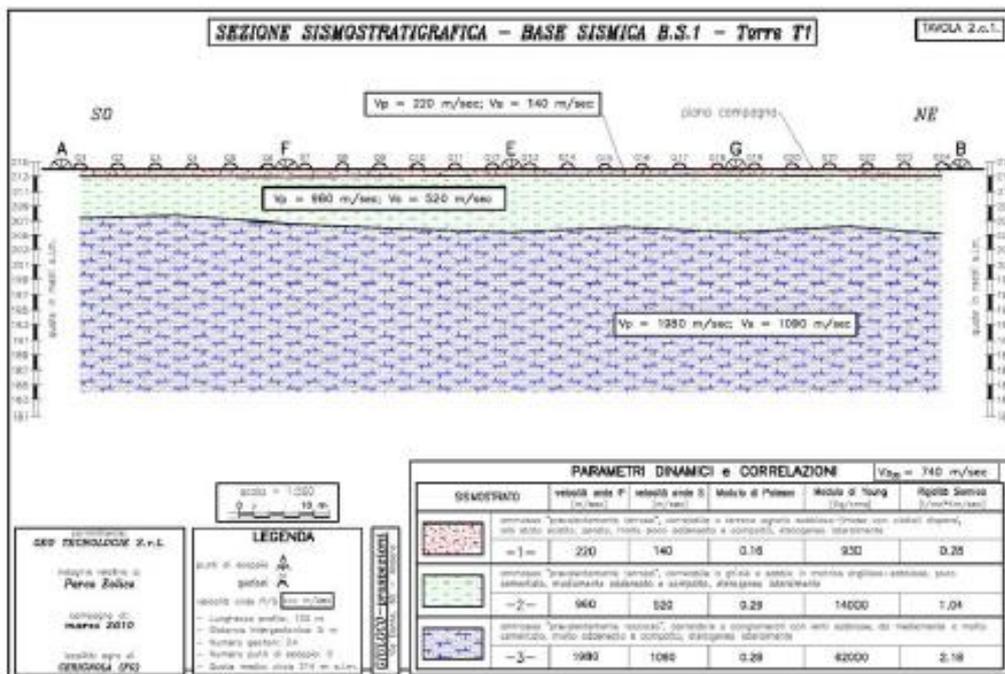


Figura 24 Sezione sismostratigrafica B.S.1

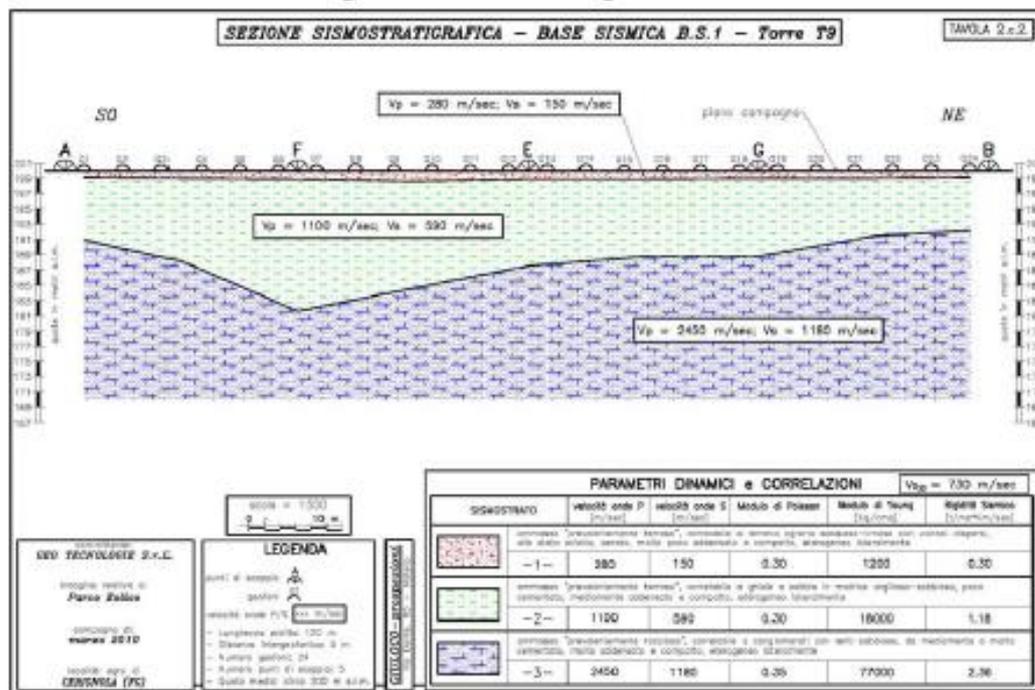


Figura 25 Sezione sismostratigrafica B.S.1

Inoltre, considerando i valori di velocità delle onde sismiche P ottenuti nelle Basi eseguite, sono stati ricavati i moduli dinamici del sottosuolo in esame e relativi a ciascun orizzonte sismico individuato; tali parametri sono: il Coefficiente di Poisson (ν), il Modulo di Young (E, in

Kg/cm^q), il Modulo di Taglio (G, in Kg/cm^q) e il Modulo di compressibilità (K, in Kg/cm^q); è stata calcolata anche la Rigidezza Sismica R (definita come il prodotto fra peso di volume e velocità delle onde S, in t/mc*Km/sec).

Nella tabella seguente sono indicati i valori calcolati, assumendo come valore di peso di volume (γ , in g/cm³) rispettivamente il valore di 1,5 per il primo sismostrato, rappresentato da un terreno agrario sabbioso-limoso, 1,8 per il secondo sismostrato costituito da terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi in matrice argilloso-sabbiosa, 2 per il terzo sismostrato costituito da conglomerati con lenti sabbiose.

BASE B.S.1	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	σ	γ	E	G	K	R
sismostrato 1	220	140	0.16	1.50	700	300	340	0.20
sismostrato 2	960	520	0.29	1.80	12600	5000	9900	0.90
sismostrato 3	1980	1090	0.28	2.00	62000	24000	48000	2.18

BASE B.S.2	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	σ	γ	E	G	K	R
sismostrato 1	280	150	0.30	1.50	900	350	750	0.2
sismostrato 2	1100	590	0.30	1.80	16200	6400	13500	1.12
sismostrato 3	2450	1180	0.35	2.00	77000	28000	85000	2.36

E' possibile indicare, quindi, i seguenti parametri per le varie litologie utili ai fini delle indicazioni sull'interazione terreno-struttura e sulla stabilità dell'area oggetto dell'intervento. Del primo strato, non essendo interessato dalle fondazioni, non si considerano i parametri geotecnici.

Il secondo orizzonte costituito da ghiaie e sabbie in matrice argilloso-sabbiosa, poco cementate, potrebbe presentare le seguenti caratteristiche geotecniche:

peso di volume γ (g/cm ³)	1.80
Coesione (Kg/cm ²)	0.1
Angolo di attrito interno ϕ	28°

Il terzo orizzonte costituito da conglomerati con lenti sabbiose, da mediamente a molto cementati, potrebbe presentare le seguenti caratteristiche geotecniche:

peso di volume γ (g/cm ³)	2.00
Coesione (Kg/cm ²)	1
Angolo di attrito interno ϕ	30°

7 CONCLUSIONI

Ai fini del “**Progetto per la realizzazione di un parco eolico**”, ubicato nel territorio comunale di Cerignola (Fg), sono stati analizzati gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici del sito, per la realizzazione del parco in oggetto e relative opere annesse.

Attraverso un sopralluogo di campo, la consultazione di precedenti lavori effettuati in terreni appartenenti agli stessi litotipi presenti vicino all’area di studio, la ricerca bibliografica in letteratura degli aspetti geologici predominanti dei litotipi affioranti nell’area di interesse, l’esecuzione di due basi sismiche a rifrazione in onde P ed S, si sono ricostruiti gli assetti stratigrafici e i caratteri idrogeologici generali dei terreni ricadenti nell’area di studio.

Stratigraficamente la successione dei terreni affioranti, laddove sorgerà l’impianto in progetto, al di sotto di uno spessore di qualche decimetro di suolo agrario, è riassunta come segue, descrivendo le litologie dalle più recenti alle più antiche:

- I conglomerati di Ortona (**ODN**) sono conglomerati massivi, composti in prevalenza da clasti eterometrici e poligenici di media grandezza provenienti dalle successioni sedimentarie affioranti nei rilievi appenninici, immersi in una matrice sabbiosa ma anche clasto-sostenuti, dotati di un buon grado di cementazione. I ciottoli prevalentemente arenacei e calcarei e subordinatamente marnosi, silicei e cristallini, con dimensioni massime fino a 15-20 cm, sono da sub arrotondati ad arrotondati, più raramente appiattiti. A luoghi sono presenti delle embriciature che documentano paleocorrenti provenienti mediamente dai quadranti sud-orientali. La frazione sabbiosa, oltre ai frammenti litici, è rappresentata da una componente detritica quarzoso-feldspatica e da minerali femici del Vulture. In tutto il deposito sono diffuse le lenti sabbiose costituite da sabbie giallastre grossolane a stratificazione piano-parallela o incrociata

- Le sabbie di Torre Quarto (**STQ**) sono prevalentemente sabbie di colore giallastro, in genere poco cementate, in strati di spessore variabili da pochi centimetri fino a 50 centimetri, con intercalazioni arenitiche, marnose e argillose-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 fino ad un massimo di 55 metri.

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 festoni la cui stratificazione spesso marcata da sottili livelli di paleosuolo.

Da un punto di vista geomorfologico gli aerogeneratori sono stati ubicati su aree sostanzialmente sub-pianeggianti che rappresentano morfologicamente dei terrazzi fluviali.

Ai fini delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'assetto Idrogeologico redatto dall'autorità di Bacino della Regione Puglia, si osserva che gli aerogeneratori non ricadono in aree perimetrate. Nell'area del parco, sono presenti corsi d'acqua minori, localmente denominati "marane". Si tratta di incisioni povere di acqua con deflusso oramai effimero: infatti, i solchi erosivi sono percorsi soltanto dalle precipitazioni meteoriche e per periodi di norma giornalieri con portate molto variabili, in stretta correlazione con l'intensità e la durata delle precipitazioni alimentatrici. In prossimità del parco troviamo il Canale Marona Castello a nord e Canale Marona di Capaciolta a sud.

In conclusione, considerate le risultanze delle indagini e le finalità del presente studio, è possibile affermare la piena compatibilità delle opere con il quadro geomorfologico e geologico locale. ***Si precisa che nella Carta Geologica sono presenti riferimenti ad altre indagini eseguite nell'area.***

Committente: GEO TECNOLOGIE S.r.L. - Bari

INDAGINE GEOFISICA

2 BASI SISMICHE a RIFRAZIONE di SUPERFICIE - in onde P e S

Relativa a:

- Parco Eolico -

Area di indagine:

- agro di Cerignola (FG) -

Data: marzo 2010

GIULOCO - prospezioni
del Dott. Geol. G. LOCORATOLO
Via Dante, 65 - Tel. 0835/264522
75100 MATERA

GIULOCO-prospezioni
del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo
Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel & fax 0835/264522



[particolare dell'esecuzione di una battuta in onde P nel punto di scappio E della Base Sismica B.S.2]

Elaborati grafici allegati:

- | | | |
|-------------------|---------------------------------|----------------|
| Tavole 1.1-2. | - Ubicazioni Sondaggi Geofisici | (scala 1:2500) |
| Tavole 2.a-d.1-4. | - Geosismica - Basi | (scala 1:500) |
| Tavole 3.1-4. | - Documentazione Fotografica | |

GIULOCO-prospezioni

del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. 62744) - P.I.: 00 57 63 90 777
sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363
Indirizzo E-mail: glocorotolo@tele2.it - Indirizzo WEB: <http://home.tele2.it/giuloco>

INDICE

1. PREMESSA.....	pag. 1
2. PROSPEZIONE GEOFISICA.....	pag. 2
- <u>Geosismica a Rifrazione di Superficie - Basi</u>	
- <i>Campagna Geognostica ed Analisi dei Dati.....</i>	pag. 3
- <i>Correlazioni.....</i>	pag. 4
- <i>Moduli Dinamici e V_{s30}.....</i>	pag. 5
- <i>Elaborazione Tomografica delle Sezioni Sismostratigrafiche.....</i>	pag. 7

ALLEGATI

<i>Tavole 1.1-2.</i>	<i>- Ubicazioni Sondaggi Geofisici</i>	<i>(scala 1:2500)</i>
<i>Tavole 2.a-d.1-4.</i>	<i>- Geosismica - Basi</i>	<i>(scala 1:500)</i>
<i>Tavole 3.1-4.</i>	<i>- Documentazione Fotografica</i>	

GIULOCO-prospezioni

del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. 62744) - P.I.: 00 57 63 90 777

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

Indirizzo E-mail: glocorotolo@tele2.it - Indirizzo WEB: <http://home.tele2.it/giuloco>

1. PREMESSA

Nell'ambito di uno studio geologico inerente un "Parco Eolico", previsto in agro di Cerignola (FG), è stata effettuata una campagna geognostica a carattere geofisico, consistente in 2 Basi Sismiche a Rifrazione di Superficie, con elaborazione tomografica, commissionata dalla **GEO TECNOLOGIE S.r.L.** alla scrivente **GIULOCO-prospezioni del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo** - con sede a Matera, Via Dante 65.

L'ubicazione dei sondaggi geofisici è mostrata negli stralci topografici allegati di **Tavole 1.1-2.**; postazioni ed allineamenti delle Basi Sismiche di Superficie nonché particolari operativi e strumentali sono mostrati anche nelle foto di **Tavole 3.1-4.**

I siti indagati non hanno presentato rilevanti difficoltà operative.

Nel paragrafo seguente sono illustrate le metodologie utilizzate, le tecniche operative, i dati sperimentali ottenuti nonché i modelli interpretativi del sottosuolo investigato utili, insieme con altri dati geognostici disponibili per la stessa area, per la ricostruzione dei lineamenti geologico-tecnici locali ed in particolare per la caratterizzazione sismica del territorio.

GIULOCO-prospezioni

del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. 62744) - P.I.: 00 57 63 90 777

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

Indirizzo E-mail: glocorotolo@tele2.it - Indirizzo WEB: <http://home.tele2.it/giuloco>

2. PROSPEZIONE GEOFISICA

- Geosismica a Rifrazione di Superficie – Basi

La finalità delle indagini sismiche è in primo luogo di rilevare l'andamento della sismostratigrafia del sottosuolo, ricercando le superfici di discontinuità fisica - rifrattori - ed in particolare quelle superfici che separano porzioni di ammasso roccioso o terroso con differente grado di densità e compattezza e/o di consistenza.

Dalla sismostratigrafia ottenuta, e con l'ausilio dei rapporti fra le velocità delle onde P e S, è possibile ricavare lo spessore e le caratteristiche geomeccaniche (velocità delle onde elastiche, coefficiente di Poisson e moduli elastici dinamici) degli strati così riconosciuti, calcolare i valori di Rigidità Sismica dei singoli orizzonti al fine di valutare ad esempio l'amplificazione sismica locale o la suscettibilità alla liquefazione di terreni saturi non coesivi e classificare i terreni alla luce della recente normativa sismica (V_{s30}).

La campagna geognostica è stata svolta nel mese di marzo 2010 e sono state eseguite 2 Basi di Sismica a Rifrazione di Superficie in onde P e S.

La strumentazione utilizzata è del tipo a 12-24 canali, modello Echo12-24 (anno 2002, aggiornato a 24 canali nel 2004) della AMBROGEO interfacciato con un computer portatile, con acquisizione digitale, funzione di incremento multiplo del segnale, tempi di acquisizione compresi tra 25 e 1000 msec, filtri in ingresso compresi tra 0 e 950 Hz (per eliminare le frequenze indesiderate) e monitoraggio del noise ambientale in continuo.

I geofoni per i rilievi sismici di superficie (Basi), di tipo diverso per le onde P e S, sono rispettivamente a 14 e a 10 Hz. Per questa campagna erano disponibili due diversi cavi geofonici, uno di lunghezza pari a 110 m con una spaziatura fra gli attacchi di 10 m, ed un altro di lunghezza pari a 66 m con una spaziatura fra gli attacchi di 6 m.

GIULOCO-prospezioni

del Dott. Geol. Giuseppe Locorato

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. 62744) - P.I.: 00 57 63 90 777

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

Indirizzo E-mail: glcoratolo@tele2.it - Indirizzo WEB: <http://home.tele2.it/giuloco>

Le onde di tipo **P** (longitudinali) sono state generate mediante ripetuti colpi di una mazza battente (da 8 Kg) su di un piattello metallico posto orizzontalmente sul terreno, mentre le onde di tipo **S** (trasversali) sono state generate mediante l'utilizzo di due dispositivi sperimentali: uno costituito da una struttura in ferro e legno, con facce verticali su cui colpire con la mazza, e con delle alette verticali poste alla base che, infisse per alcuni centimetri nel terreno, trasmettono un impulso di "taglio" al sottosuolo (evoluzione della tecnica "francese"), un altro costituito da una semplice asse in ferro infissa nel suolo per circa 20-30 cm e colpita su entrambe le facce.

Campagna Geognostica ed Analisi dei Dati: Basi Sismiche di Superficie

L'indagine geosismica (del tipo "a rifrazione" di superficie) è consistita quindi nell'esecuzione di **2** Basi Sismiche di superficie, siglate B.S.1-2, in onde P e S. La tecnica utilizzata è stata quella degli scoppi coniugati **A** e **B**, con scoppio centrale **E** e ulteriori **2** scoppi intermedi **F** e **G** per un totale di **5** punti di scoppio per ciascuna Base.

Per quanto riguarda la geometria adottata nelle Basi, i **24** geofoni sono stati disposti sul terreno con una spaziatura di **5.0** m; i punti di scoppio A e B sono a 2.5 m rispettivamente dal geofono G1 e dal G24, in posizione esterna allo stendimento geofonico, lo scoppio E è posto al centro dello stendimento stesso (fra i geofoni G12 e G13), gli scoppi F e G sono intermedi fra gli scoppi esterni e quello centrale (rispettivamente fra i geofoni G6 e G7 e fra i geofoni G18 e G19). Quindi, l'intero stendimento per ognuna di queste Basi risulta di **120** m in onde P e di **120** m in onde S.

Complessivamente, pertanto, sono state eseguite prospezioni sismiche per **240** m in onde P e per altrettanti **240** m in onde S.

La profondità di investigazione raggiunta è valutabile in circa 30 m dal piano campagna.

I sismogrammi sperimentali (vedi **Tavole 2.a.1-4.**), registrati sul disco fisso del computer portatile in campagna, sono stati letti, elaborati ed interpretati utilizzando un procedimento

GIULOCO-prospezioni
del Dott. Geol. Giuseppe Locorato

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. 62744) - P.I.: 00 57 63 90 777
sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363
Indirizzo E-mail: glcoratolo@tele2.it - Indirizzo WEB: <http://home.tele2.it/giuloco>

informatico basato sull'utilizzo di due programmi della Interpex Limited (Firstpix e Gremix). Per le onde S, il rilievo dei tempi di primo arrivo è stato condotto anche per confronto delle tracce sismiche ottenute da scoppi bidirezionali eseguiti in uno stesso punto (ed indicati ad esempio con A+ e A-). I tempi di primo arrivo delle onde così ottenuti, sono riportati nei diagrammi tempi-distanze (Dromocrone - vedi **Tavola 2.b.1.**).

L'interpretazione congiunta delle dromocrone, effettuata anch'essa con l'ausilio dell'elaboratore e con metodologia GRM (programma Gremix), ha fornito i valori delle velocità (in m/sec) delle onde P e S ed i valori delle profondità (in m) dei rifrattori (discontinuità fisiche) nei sismostrati lungo i profili in esame; questi dati hanno consentito l'elaborazione delle Sezioni Sismostratigrafiche (vedi **Tavole 2.c.1-2.**) che presentano un modello a tre strati.

Le velocità delle onde sismiche nei sismostrati e le profondità dei rifrattori individuati sono leggibili graficamente nelle stesse sezioni. Per comodità di lettura le velocità **Vp** e **Vs** nonché gli spessori medi **h** calcolati lungo le sezioni sono riportati nelle tabelle seguenti:

BASE B.S.1	Vp (m/sec)	h (m)	Vs (m/sec)	BASE B.S.2	Vp (m/sec)	h (m)	Vs (m/sec)
<i>sismostrato 1</i>	220	1.0	140	<i>sismostrato 1</i>	280	1.1	150
<i>sismostrato 2</i>	960	6.8	520	<i>sismostrato 2</i>	1100	10.9	590
<i>sismostrato 3</i>	1980	-	1090	<i>sismostrato 3</i>	2450	-	1180

Correlazioni

Sulla scorta di osservazioni superficiali e di dati di cartografia geologica trasmessi dal Geologo redattore dello studio generale, il modello a tre strati ottenuto nelle Basi B.S.1-2 può essere riferito alle seguenti successioni costituite (dall'alto) da:

B.S.1-2:

- **ammasso superficiale** ($V_p = 220-280$ m/sec, $V_s = 140-150$ m/sec), rappresentato da un ammasso "prevalentemente terroso" (disegnato con il retino a "punti" di colore rosso),

GIULOCO-prospezioni
del Dott. Geol. Giuseppe Locorato

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. 62744) - P.I.: 00 57 63 90 777
sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363
Indirizzo E-mail: glocorato@tele2.it - Indirizzo WEB: <http://home.tele2.it/giuloco>

correlabile a terreno agrario sabbioso-limoso con ciottoli dispersi, allo stato sciolto, aerato, molto poco addensato e compatto, eterogeneo lateralmente;

- **ammasso intermedio** ($V_p = 960-1100$ m/sec, $V_s = 520-590$ m/sec), rappresentato da un ammasso "prevalentemente terroso" (disegnato con il retino a "punti e tratti" di colore verde), correlabile a ghiaie e sabbie in matrice argilloso-sabbiosa, poco cementato, mediamente addensato e compatto, eterogeneo lateralmente;

- **ammasso di base** ($V_p = 1980-2450$ m/sec, $V_s = 1090-1180$ m/sec), rappresentato da un ammasso "prevalentemente roccioso" (disegnato con il retino a "punti con tratti" di colore blu), correlabile a conglomerati con lenti sabbiose, da mediamente a molto cementato, molto addensato e compatto, eterogeneo lateralmente.

Moduli dinamici e V_{s30}

Considerando i valori di velocità delle onde sismiche P e S ottenuti nelle 2 Basi eseguite, sono stati ricavati i moduli dinamici del sottosuolo in esame e relativi a ciascun orizzonte sismico individuato; tali parametri sono: il Coefficiente di Poisson (σ), il Modulo di Young (**E**, in Kg/cm²), il Modulo di Taglio (**G**, in Kg/cm²) e il Modulo di Incompressibilità (**K**, in Kg/cm²); è stata calcolata anche la Rigidità Sismica **R** (definita come il prodotto fra peso di volume e velocità delle onde S, in t/mc*Km/sec). Nelle tabelle seguenti ne sono indicati i valori calcolati, arrotondati alla cifra intera, assumendo come valore di peso di volume (γ , in g/cm³) dei diversi strati il valore di 2 g/cm³ (qualora il Geologo redattore dello studio generale avesse a disposizione dati di peso di volume ricavati da prove di laboratorio è sufficiente dividere i valori dei moduli dinamici sottoriportati per 2 e moltiplicare per il nuovo valore di peso di volume):

BASE B.S.1	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	σ	γ	E	G	K	R
<i>sismostrato 1</i>	220	140	0.16	2.00	930	400	450	0.28
<i>sismostrato 2</i>	960	520	0.29	2.00	14000	5500	11000	1.04
<i>sismostrato 3</i>	1980	1090	0.28	2.00	62000	24000	48000	2.18

GIULOCO-prospezioni

del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. 62744) - P.I.: 00 57 63 90 777

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

Indirizzo E-mail: glocorotolo@tele2.it - Indirizzo WEB: <http://home.tele2.it/giuloco>

BASE B.S.2	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	σ	γ	E	G	K	R
sismostrato 1	280	150	0.30	2.00	1200	460	990	0.30
sismostrato 2	1100	590	0.30	2.00	18000	7100	15000	1.18
sismostrato 3	2450	1180	0.35	2.00	77000	28000	85000	2.36

I valori di V_{s30} , calcolati così come previsto dalla recente normativa sismica [$V_{s30} = 30/\sum(h_i/V_{s_i})$ dove h_i = spessore medio in m dello strato iesimo, V_{s_i} = velocità onde S in m/sec dello strato iesimo] ed utilizzabili come parametro di riferimento per la classificazione dei terreni in esame, sono riportati nella tabella seguente:

BASE SISMICA	Vs30 (m/sec)
B.S.1	740
B.S.2	730

Di seguito, a titolo indicativo, si forniscono anche i valori di Frequenza Fondamentale dei sismostrati sovrastanti il bedrock (terzo sismostrato) stimati con la nota formula di Nakamura $F=Vs/4h$ [dove F = frequenza in Hz, Vs = velocità delle onde S dello strato iesimo, h = spessore dello strato iesimo]:

BASE B.S.1	Vs (m/sec)	h (m)	F (Hz)
sismostrato 1	140	1.0	35.0
sismostrato 2	520	6.8	19.1

BASE B.S.2	Vs (m/sec)	h (m)	F (Hz)
sismostrato 1	150	1.1	34.1
sismostrato 2	590	10.9	13.5

GIULOCO-prospezioni

del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. 62744) - P.I.: 00 57 63 90 777

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

Indirizzo E-mail: glocorotolo@tele2.it - Indirizzo WEB: <http://home.tele2.it/giuloco>

Elaborazione tomografica delle Sezioni Sismostratigrafiche

In generale lo scopo dell'inversione tomografica delle sezioni sismostratigrafiche è quello di ottenere un maggiore dettaglio dell'andamento della velocità di propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo rispetto a quanto ottenuto nelle stesse sezioni sismostratigrafiche elaborate con il classico metodo GRM.

L'inversione tomografica parte dalla impostazione di un modello di velocità iniziale (costruito sulla scorta di quanto ottenuto con la elaborazione GRM); fatto ciò, si procede con due passi principali: la risoluzione del "problema diretto" e la risoluzione del "problema inverso". Lo scopo del primo passo è il calcolo dei tempi di primo arrivo e dei corrispondenti percorsi dei raggi sismici (raypaths): le differenze tra i tempi di percorso osservati in campagna e quelli calcolati sulla base del modello impostato costituiscono il dato di ingresso per il passo successivo. Un modo di risolvere il "problema inverso" è quello di dividere la regione investigata in celle e di trovare le perturbazioni del modello iniziale, supposto che la perturbazione per ciascuna cella sia costante. Aggiungendo tali perturbazioni al modello iniziale si ottiene il modello finale raffinato che rappresenta il risultato della inversione tomografica.

La rappresentazione grafica del processo di inversione tomografica realizzato sulle sezioni sismostratigrafiche ottenute con le Basi Sismiche è riportata sulle **Tavole 2.d.1-2.**, nelle quali è possibile, in primo luogo, analizzare l'andamento della velocità di propagazione delle onde sismiche P con un dettaglio maggiore rispetto alla rispettiva sezione sismostratigrafica (riportata nelle rispettive **Tavole 2.c.1-2.**) e, in secondo luogo, evidenziare l'aumento con la profondità e le variazioni laterali della velocità di propagazione nell'ambito dello stesso sismostrato.

GIULOCO-prospezioni

del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. 62744) - P.I.: 00 57 63 90 777

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

Indirizzo E-mail: glocorotolo@tele2.it - Indirizzo WEB: <http://home.tele2.it/giuloco>

Nella elaborazione tomografica relativa alla Base Sismica **B.S.1**, l'andamento delle curve ad uguale velocità di propagazione delle onde sismiche (isolinee) risulta poco irregolare, sia in superficie che in profondità, con:

- una sottile e continua coltre superficiale molto "lenta" (colore del retino tendente al rosso, limite inferiore intorno all'isolinea 0.6 Km/sec) caratterizzata da isolinee ad andamento solo blandamente irregolare che evidenziano quindi una modesta eterogeneità laterale delle caratteristiche elastiche dei litotipi che la costituiscono; questo orizzonte è correlabile a terreno agrario sabbioso-limoso con ciottoli dispersi;

- una coltre intermedia relativamente più "veloce" (colore del retino dal giallo al ciano, limite inferiore intorno all'isolinea 1.4-1.6 Km/sec) e dove la velocità aumenta gradualmente con la profondità, caratterizzata da isolinee ad andamento ancora poco irregolare, con spessore che aumenta leggermente spostandosi dal punto di scoppio A verso B; questo orizzonte è correlabile a ghiaie e sabbie in matrice argilloso-sabbiosa, poco cementate;

- un substrato ancora più "veloce" (colore del retino tendente al blu, limite superiore intorno all'isolinea 1.4-1.6 Km/sec e limite inferiore a fondo sezione) caratterizzato da isolinee ad andamento poco irregolare che evidenziano variazioni laterali nella composizione litologica e/o nel grado di cementazione solo nel tratto compreso tra le postazioni geofoniche G4 e G7 ("depressione") dove si osservano valori di velocità inferiori rispetto a quanto si osserva nelle zone adiacenti; questo orizzonte è correlabile a conglomerati con lenti sabbiose, da mediamente a molto cementati.

Nella elaborazione tomografica relativa alla Base Sismica **B.S.2**, l'andamento delle curve ad uguale velocità di propagazione delle onde sismiche (isolinee) risulta poco irregolare, sia in superficie che in profondità, con:

- una sottile e quasi continua coltre superficiale molto "lenta" (colore del retino tendente al rosso, limite inferiore intorno all'isolinea 0.6 Km/sec) caratterizzata da isolinee ad andamento

GIULOCO-prospezioni

del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. 62744) - P.I.: 00 57 63 90 777

sede: Via Dante, 65 - 75100 Matera - tel. & fax. 0835/264522 - cell. 335/6204363

Indirizzo E-mail: glocorotolo@tele2.it - Indirizzo WEB: <http://home.tele2.it/giuloco>

solo blandamente irregolare che evidenziano quindi una modesta eterogeneità laterale delle caratteristiche elastiche dei litotipi che la costituiscono; questo orizzonte è correlabile a terreno agrario sabbioso-limoso con ciottoli dispersi;

- una coltre intermedia relativamente più "veloce" (colore del retino dal giallo al ciano, limite inferiore intorno all'isolinea 2.0 Km/sec) e dove la velocità aumenta gradualmente con la profondità tranne che nel tratto compreso tra i punti di scoppio F e E dove verso la superficie effettivamente la velocità aumenta piuttosto rapidamente con la profondità mentre nella parte bassa di questo stesso orizzonte le velocità stentano ad aumentare; questo orizzonte è correlabile a ghiaie e sabbie in matrice argilloso-sabbiosa, poco cementate;

- un substrato ancora più "veloce" (colore del retino tendente al blu, limite superiore intorno all'isolinea 1.4-1.6 Km/sec e limite inferiore a fondo sezione) caratterizzato da isolinee ad andamento poco irregolare che evidenziano solo modeste variazioni laterali nella composizione litologica e/o nel grado di cementazione; questo orizzonte è correlabile a conglomerati con lenti sabbiose, da mediamente a molto cementati.

Matera, marzo 2010

GIULOCO-prospezioni

del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo

tel & fax 0835/264522

Via Dante, 65 - 75100 Matera

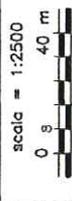
GIULOCO - prospezioni
del Dott. Geol. G. LOCORATOLO
Via Dante, 65 - Tel. 0835/264522
75100 MATERA



UBICAZIONE SONDACCIO GEOFISICO: B.S.1 - Torre 1



LEGENDA
 ubicazione e direzione
 di stemamento di
 Base Sismica



committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.l.
 indagine relativa a:
Parco Eolico

compagno di:
marzo 2010
 località: agro di
CERIGNOLA (FG)

UBICAZIONE SONDAGGIO GEOFISICO: B.S.2 - Torre 9

TAVOLA 1.2.



GIULCO-prospezioni
Via Dante, 65 - Molera

committente:
CEO TECNOLOGIE S.r.l.
indagine relativa a:
Parco Folto

campagna di:
marzo 2010
località: agro di
CERIGNOLA (FG)

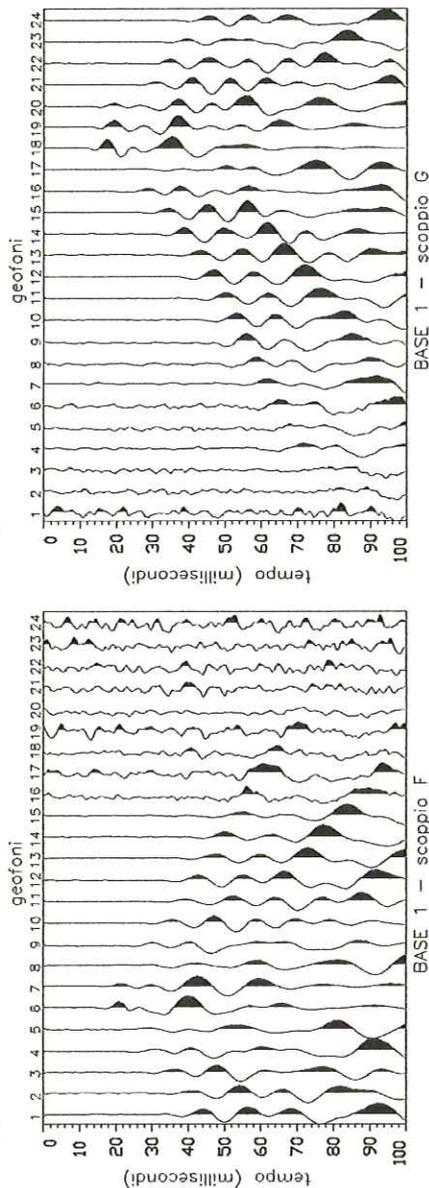
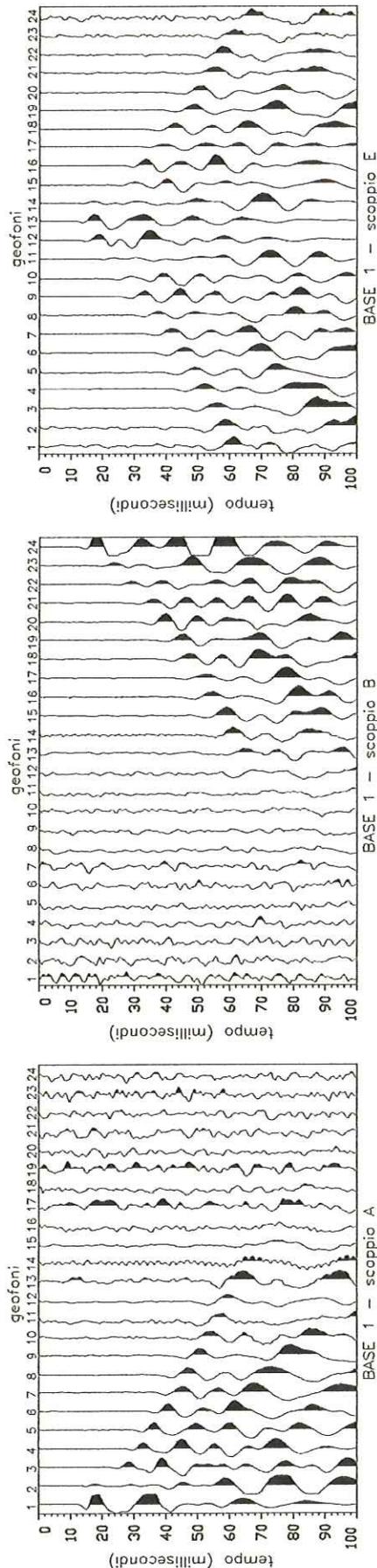


LEGENDA
ubicazione e direzione
di stendimento di
Base Sismica

punto di scoppio

geofono

SISMOGRAMMI ONDE P – BASE SISMICA B.S.1



commititante:
GEO TECNOLOGIE S.r.L.

indagine relativa a:
Parco Eolico

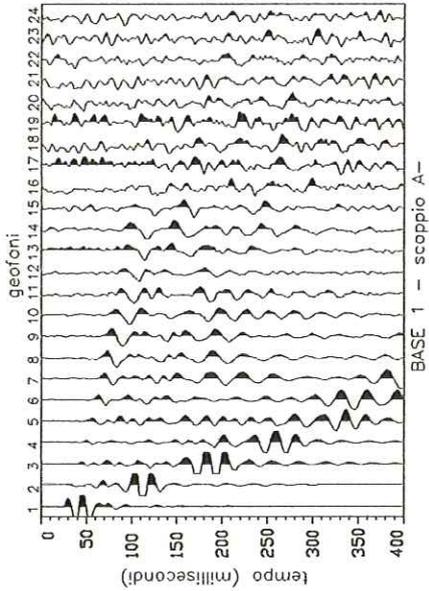
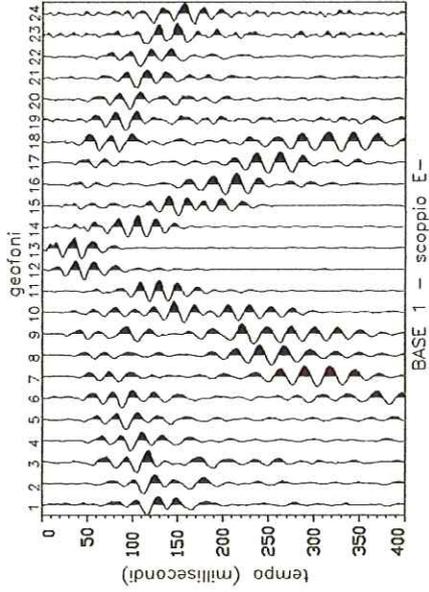
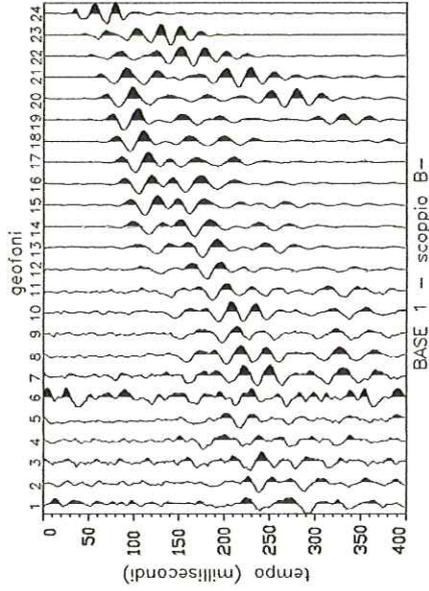
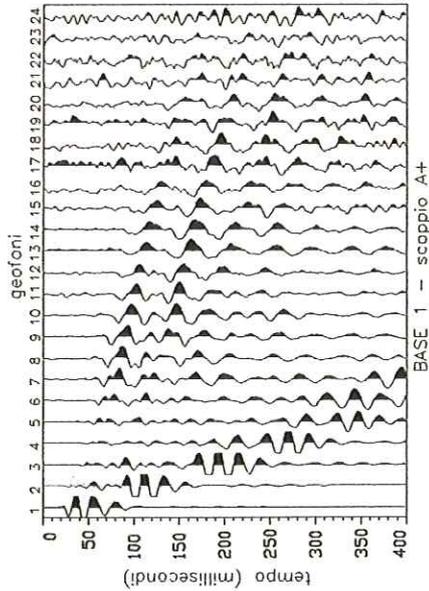
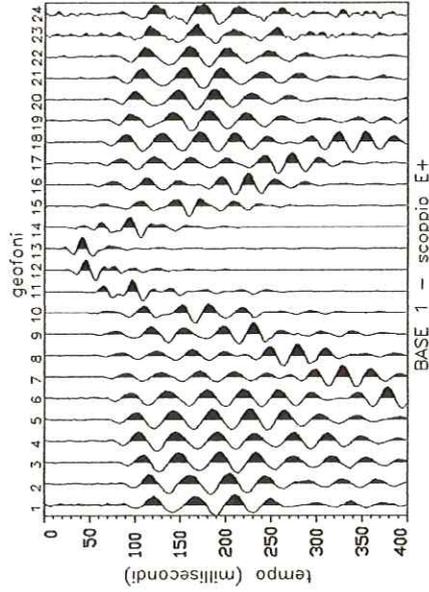
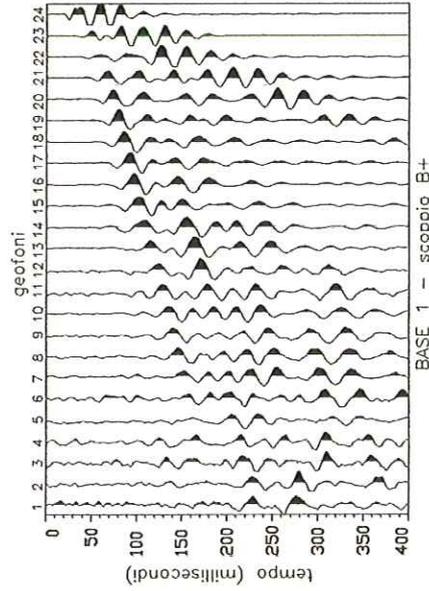
compagna di:
marzo 2010

località: agro di
CERICNOLA (FG)

GIULCO-prospezioni
Via Dante, 65 – Matera

ONDE P – punti di scoppio A-F-E-G-B

SISMOGRAMMI ONDE S - BASE SISMICA B.S.1

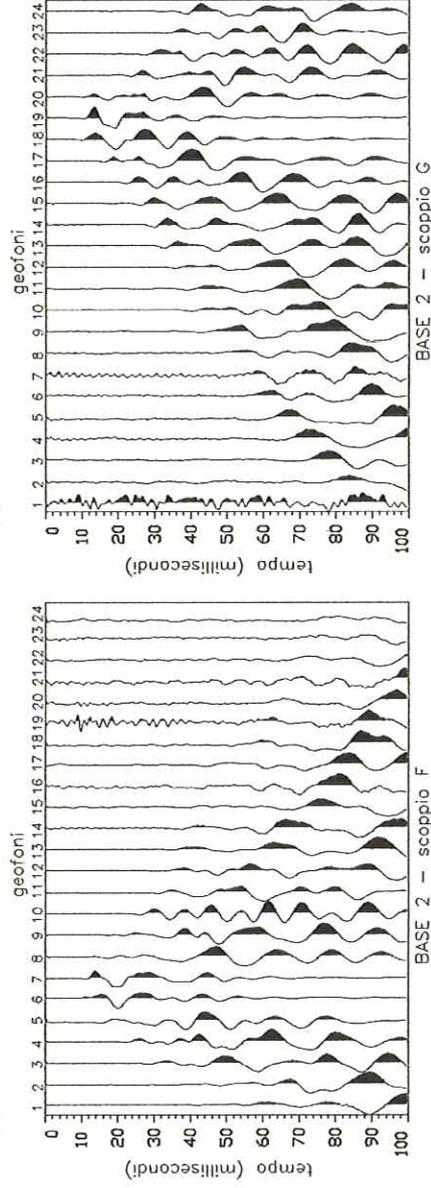
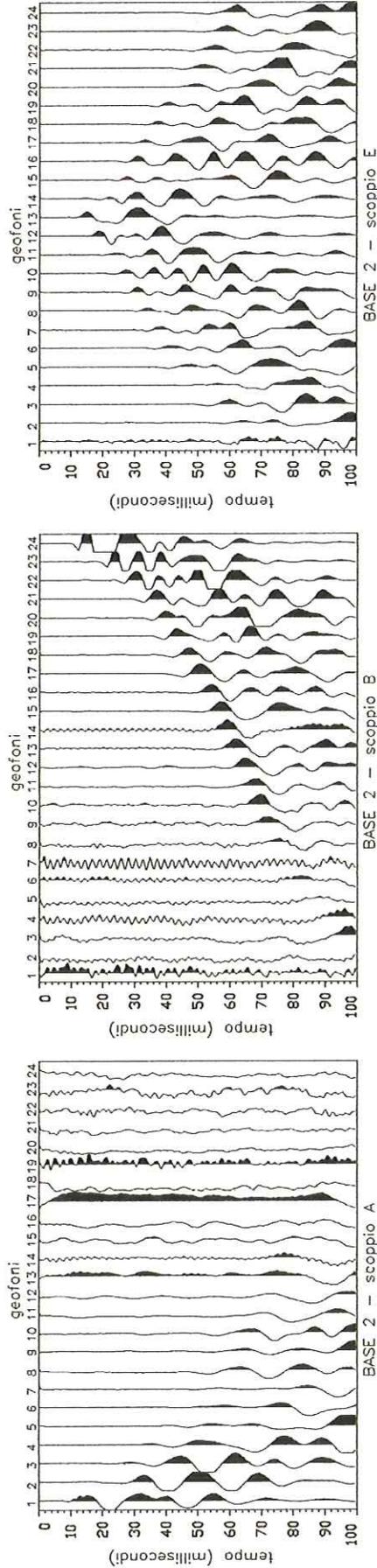


committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.L.
 indagine relativa a:
Parco Folico
 campagna di:
marzo 2010
 località: agro di
CERICIGNOLA (FG)

GIUOCO-prospezioni
 Via Dante, 65 - Matera

ONDE S - punti di scoppio A+ A- E+ E- B+ B-

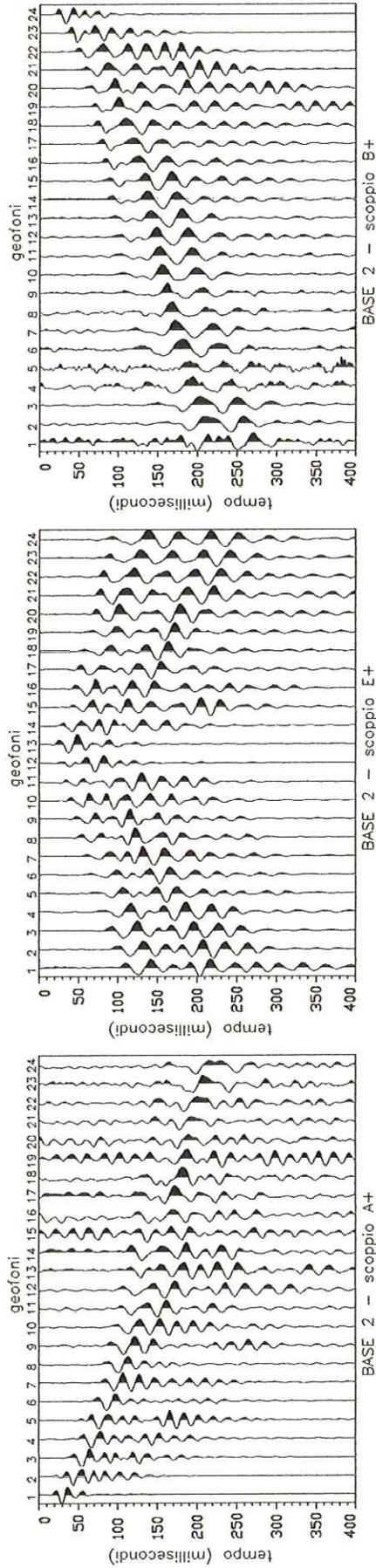
SISMOGRAMMI ONDE P – BASE SISMICA B.S.2



committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.l.
indagine relativa a:
Parco Eolico
campagna di:
marzo 2010
località: agro di
CERIGNOLA (FG)

GIULCO-prospezioni
Via Dante, 65 – Matera

SISMOGRAMMI ONDE S - BASE SISMICA B.S.2

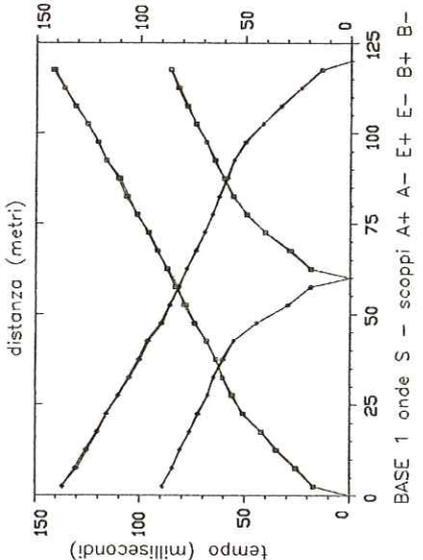
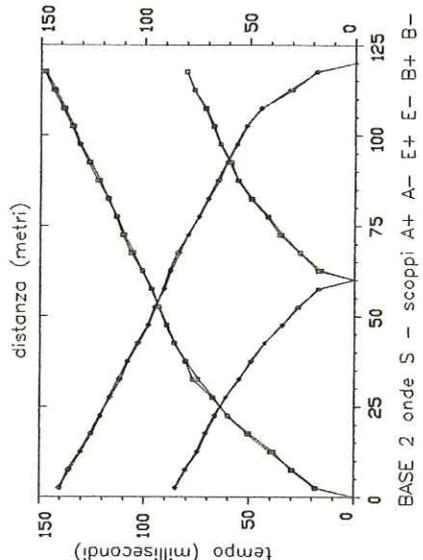
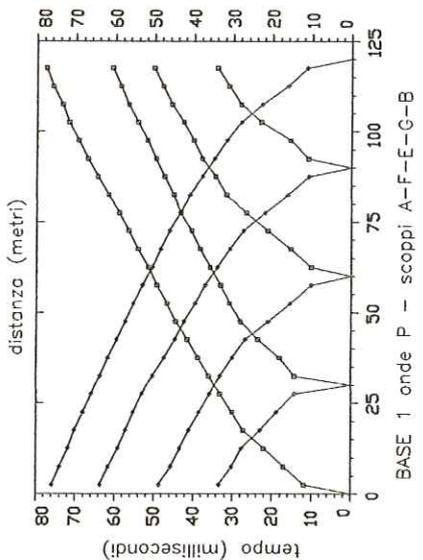
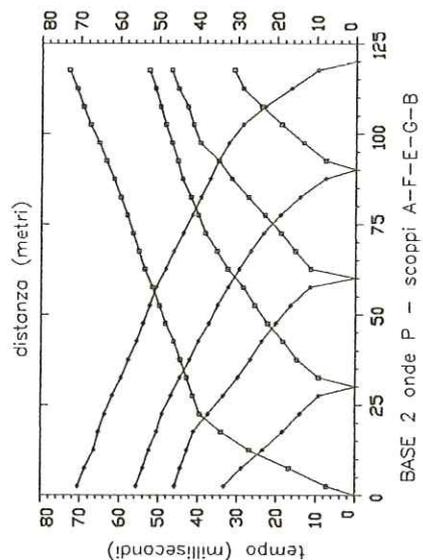


committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.L.
indagine relativa a:
Parco Folico
campagna di:
marzo 2010
località: agro di
CERIGNOLA (FG)

GIULCO-prospezioni
Via Dante, 65 - Matera

ONDE S - punti di scoppio A+ A- E+ E- B+ B-

DROMOCRONE - BASI SISMICHE B.S.1 e B.S.2

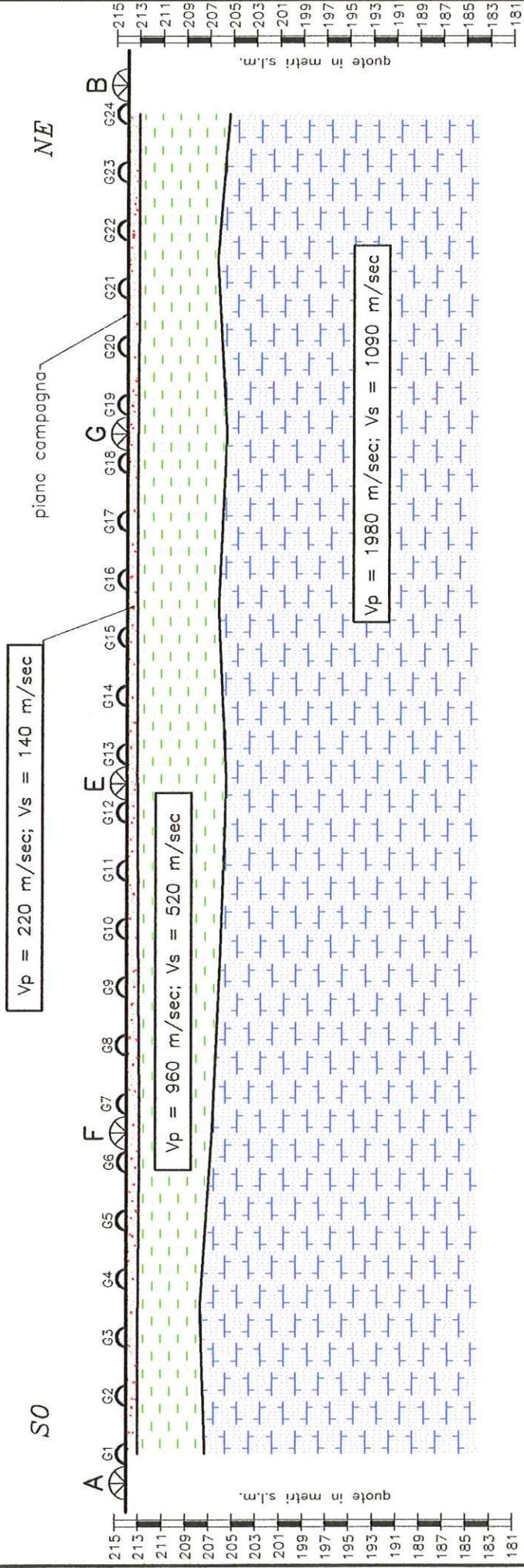


committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.l.
 indagine relativa a:
Parco Eolico
 campagna di:
marzo 2010
 località: agro di
CERICNOLA (FG)

GIULCO-prospezioni
 Via Dante, 65 - Matera

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA - BASE SISMICA B.S.1 - Torre T1

TAVOLA 2.c.1.



PARAMETRI DINAMICI e CORRELAZIONI

SISMOSTRATO	velocità onde P [m/sec]	velocità onde S [m/sec]	Modulo di Poisson	Modulo di Young [Kg/cm ²]	Vs30 = 740 m/sec	Rigidità Sismica [1/mc ² Km/sec]
	220	140	0.16	930		0.28
	960	520	0.29	14000		1.04
	1980	1090	0.28	62000		2.18



LEGENDA

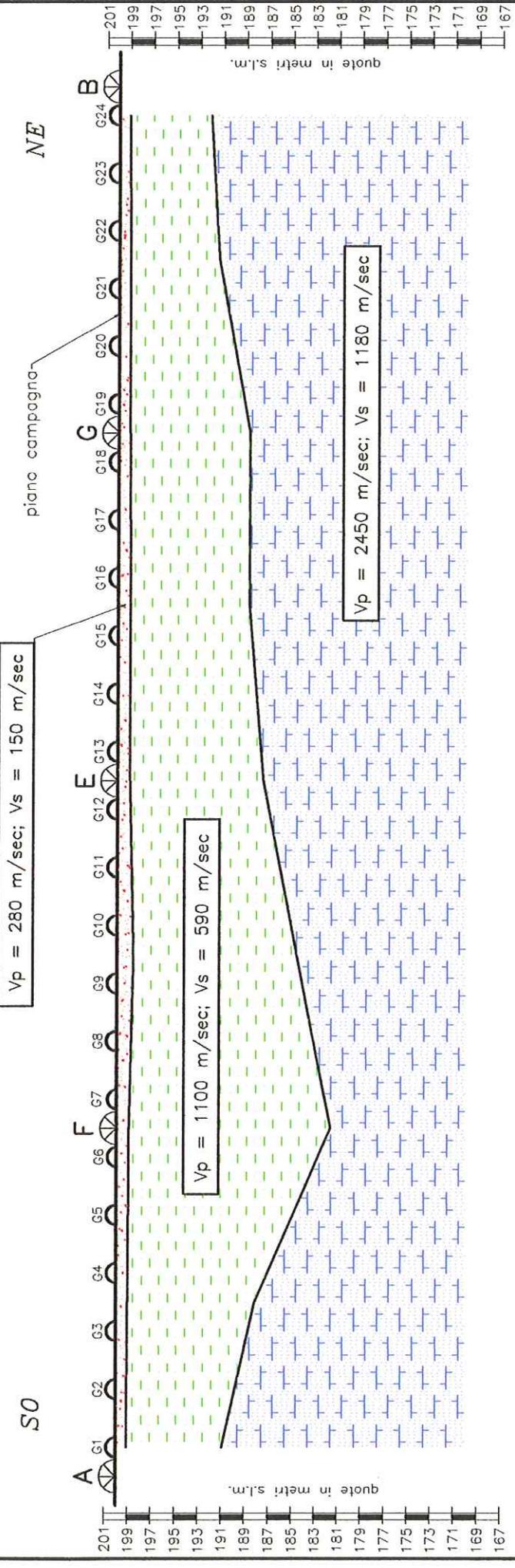
- punti di scoppio
- geofoni
- velocità onde P/S [xxx m/sec]
- Lunghezza profilo: 120 m
- Distanza intergeofonica: 5 m
- Numero geofoni: 24
- Numero punti di scoppio: 5
- Quota media: circa 214 m s.l.m.

committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.l.
 indagine relativa a:
Parco Eolico
 campagna di:
marzo 2010
 località: agro di
CERIGNOLA (FG)

Via Dante, 65 - Matera
GIULCO-prospezioni

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA - BASE SISMICA B.S.1 - Torre T9

TAVOLA 2.c.2.



PARAMETRI DINAMICI e CORRELAZIONI

SISMOSTRATO	velocità onde P [m/sec]	velocità onde S [m/sec]	Modulo di Poisson	Modulo di Young [kg/cm ²]	$V_{s30} = 730$ m/sec	Rigidità Sismica [t/mc ² *km/sec]
ammasso "prevalentemente terroso", correlabile a terreno agrario sabbioso-limoso con ciottoli dispersi, allo stato sciolto, aerato, molto poco addensato e compatto, eterogeneo lateralmente	280	150	0.30	1200		0.30
ammasso "prevalentemente roccioso", correlabile a ghiaie e sabbie in matrice argilloso-sabbiosa, poco cementato, mediamente addensato e compatto, eterogeneo lateralmente	1100	590	0.30	18000		1.18
ammasso "prevalentemente roccioso", correlabile a conglomerati con lenti sabbiose, da mediamente a molto cementato, molto addensato e compatto, eterogeneo lateralmente	2450	1180	0.35	77000		2.36



LEGENDA

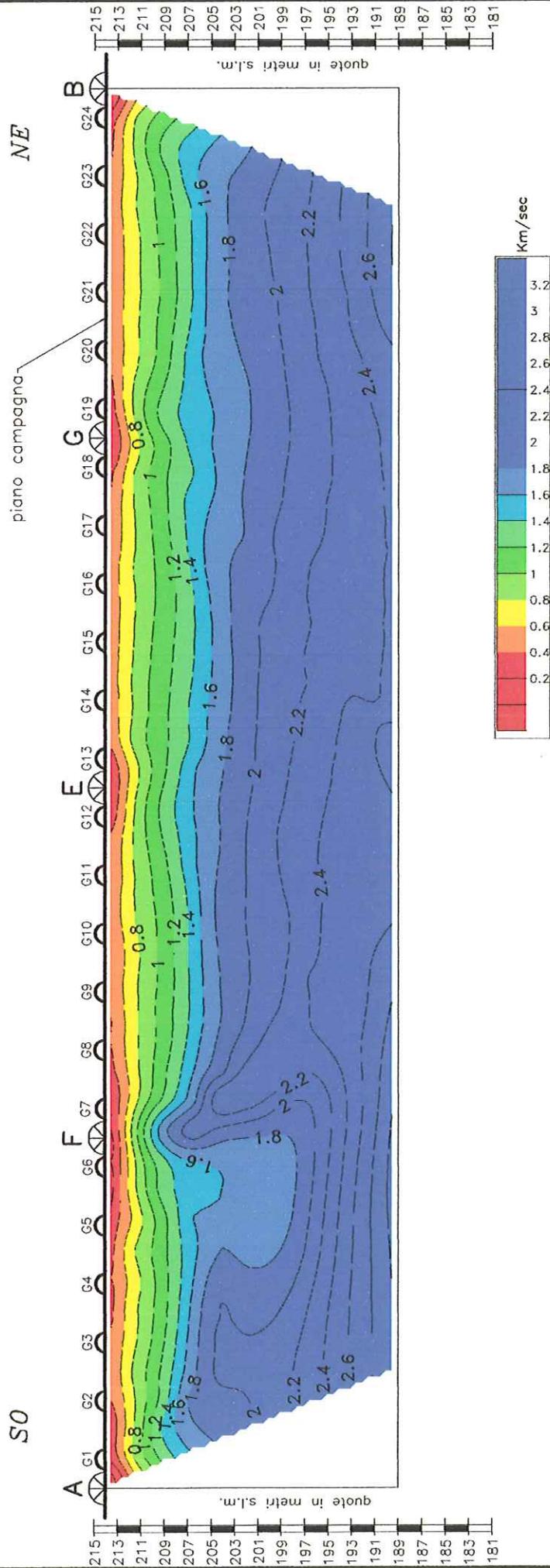
- punti di scoppio
- geofoni
- velocità onde P/S xxx m/sec
- Lunghezza profilo: 120 m
- Distanza intergeofonica: 5 m
- Numero geofoni: 24
- Numero punti di scoppio: 5
- Quota media: circa 200 m s.l.m.

committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.l.
 indagine relativa a:
Parco Eolico
 campagna di:
marzo 2010
 località: agro di
CERIGNOLA (FG)

Via Dante, 65 - Matera
GIULCO-prospezioni

ELABORAZIONE TOMOGRAFICA - BASE SISMICA B.S.1 - Torre 1

TAVOLA 2.d.1.



committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.l.

indagine relativa a:
Parco Fallico

compagna di:
marzo 2010

località: agro di
CERIGNOLA (FG)

- LEGENDA**
- punti di scoppio
 - geofoni
 - Lunghezza profilo: 120 m
 - Distanza intergeofonica: 5 m
 - Numero geofoni: 24
 - Numero punti di scoppio: 5
 - Quota media: circa 214 m s.l.m.

GIULCO-prospezioni
Via Dante, 65 - Molera

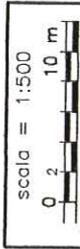
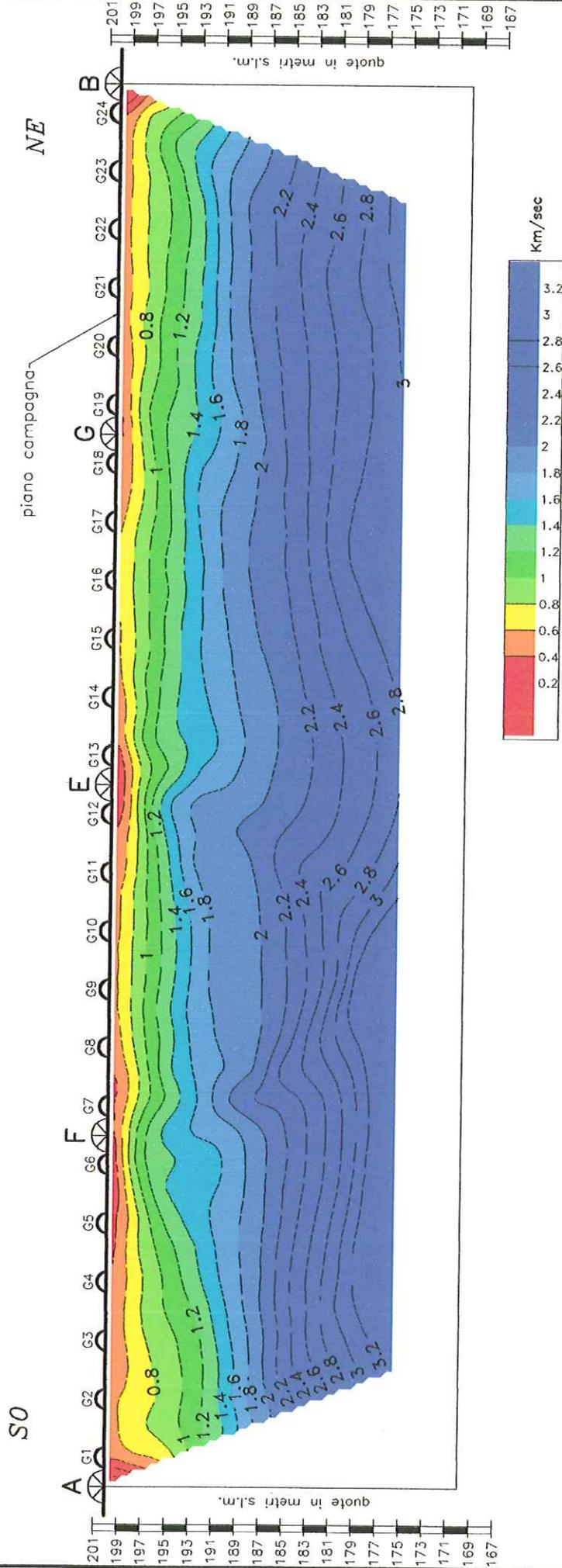
LEGENDA

curva ad uguale velocità di propagazione Vp

velocità Vp in Km/sec

ELABORAZIONE TOMOGRAFICA - BASE SISMICA B.S.2 - Torre 9

TAVOLA 2.d.2.



LEGENDA

- punti di scoppio
- geofoni
- Lunghezza profilo: 120 m
- Distanza intergeofonica: 5 m
- Numero geofoni: 24
- Numero punti di scoppio: 5
- Quota media: circa 200 m s.l.m.

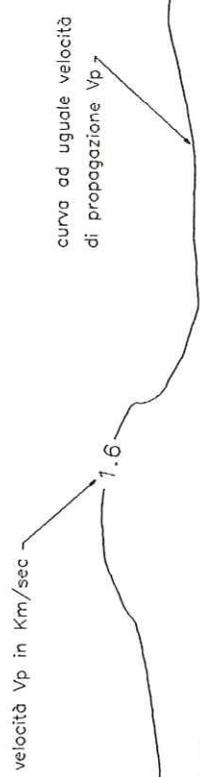
committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.L.

indagine relativa a:
Parco Eolico

campagna di:
marzo 2010

località: agro di
CERIGNOLA (FG)

LEGENDA



GIULCO-prospezioni
Via Dante, 65 - Matera



Foto 1: Postazione ed allineamento della Base Sismica B.S.1 [parte iniziale]
- punto di vista nei pressi del punto di scoppio A, da SO verso NE -



Foto 2: Postazione ed allineamento della Base Sismica B.S.1 [parte terminale]
- punto di vista nei pressi del punto di scoppio B, da NE verso SO -

GIULCO-prospezioni
Via Dante, 65 - Matera

località: agro di
CERIGNOLA (FG)

indagine relativa a:
Parco Folico

compagna di:
marzo 2010

committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.l.



Foto 3: Postazione ed allineamento della Base Sismica B.S.1
- particolare dell'esecuzione di una battuta in onde P nel punto di scoppio E -



Foto 4: Postazione ed allineamento della Base Sismica B.S.1
- particolare dell'esecuzione di una battuta in onde S nel punto di scoppio E -

GIULOCO—prospezioni
Via Dante, 65 - Matera

località: agro di
CERIGNOLA (FG)

indagine relativa a:
Parco Eolico

compagna di:
marzo 2010

committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.L.



Foto 5: Postazione ed allineamento della Base Sismica B.S.2 [parte iniziale]
- punto di vista nei pressi del punto di scoppio A, da SO verso NE -



Foto 6: Postazione ed allineamento della Base Sismica B.S.2 [parte terminale]
- punto di vista nei pressi del punto di scoppio B, da NE verso SO -

GIULOCO - prospezioni
Via Dante, 65 - Matera

località: agro di
CERIGNOLA (FG)

indagine relativa a:
Parco Folico

compagna di:
marzo 2010

committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.l.



Foto 7: Postazione ed allineamento della Base Sismica B.S.2
- particolare dell'esecuzione di una battuta in onde P nel punto di scoppio E -



Foto 8: Postazione ed allineamento della Base Sismica B.S.2
- particolare dell'esecuzione di una battuta in onde S nel punto di scoppio E -

GIULOCO - prospezioni
Via Dante, 65 - Matera

località: agro di
CERIGNOLA (FG)

indagine relativa a:
Parco Eolico

campagna di:
marzo 2010

committente:
GEO TECNOLOGIE S.r.l.