



COMUNE DI APRICENA

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

PROCINA

DITTA

AIP 1 S.r.l.

Relazione 1G

Scala -

Titolo dell'allegato:

**STUDIO GEOLOGICO**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

1	EMISSIONE	03/05/2022
REV	DESCRIZIONE	DATA

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

GENERATORE - Altezza mozzo: fino a 140 m.

Diametro rotore: fino a 180 m.  
Potenza unitaria: fino a 8 MW.

IMPIANTO - Numero generatori: 18

Potenza complessiva: fino a 144 MW.

Il proponente:

AIP 1 S.r.l.  
P.zza Giovanni Paolo II, 8  
71017 Torremaggiore (FG)  
0882/393197  
[aip1vento@pec.it](mailto:aip1vento@pec.it)

Il progettista:

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

Il tecnico:

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

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>TETTONICA E SISMICITÀ .....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>CAMPAGNA GEOGNOSTICA .....</b>	<b>24</b>
6.1	Sismica a rifrazione .....	24
6.2	Indagine sismica tipo Masw.....	26
6.3	Sondaggi geognostici .....	31
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>32</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione geologica, commissionata alla **Geo Tecnologie s.r.l.** dalla **AIP 1 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 Apricena (Fg). Il parco eolico prevede la realizzazione di n.18 aerogeneratori tutti ricadenti nel territorio comunale di Apricena, a O e S dall'abitato, più precisamente in un' area compresa tra l'autostrada A14, la strada statale 16 e la strada statale 89.

L'impianto avrà una potenza di 144 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. 155 “San Severo”; Carta Geologica d'Italia Progetto CARG in scala 1:50.000 foglio n. 396 “San Severo”; 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 una base sismica a rifrazione di superficie in onde P ed S con elaborazione tomografica, e di quattro indagini sismiche di tipo *Masw*.

Si è infine fatto riferimento a studi effettuati in aree contigue che presentano caratteristiche geologico-tecniche simili e in particolare a due sondaggi geognostici effettuati nell'ambito del *“Progetto per la realizzazione di un parco eolico”* nel comune di San Paolo di Civitate (FG) effettuati dalla stessa Geo Tecnologie s.r.l..

Alla presente relazione sono allegate le seguenti tavole ed elaborati:

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

Completa ed integra tale studio l'elaborato: *Relazione geotecnica*



## **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 per la maggior parte nel settore NO del Foglio n. 396 "San Severo". Con riferimento invece alla cartografia geologica I.G.M. 1:100.000, il parco ricade nel settore centrale del Foglio n. 155 "San Severo".

Dal punto di vista paleogeografico, il Foglio n.396 "San Severo" si colloca nella porzione più a N della cosiddetta Avanfossa bradanica, al margine del promontorio del Gargano che costituisce invece insieme alle Murge e ai rilievi salentini, la porzione emersa della Piattaforma carbonatica Apula (Fig. 1).

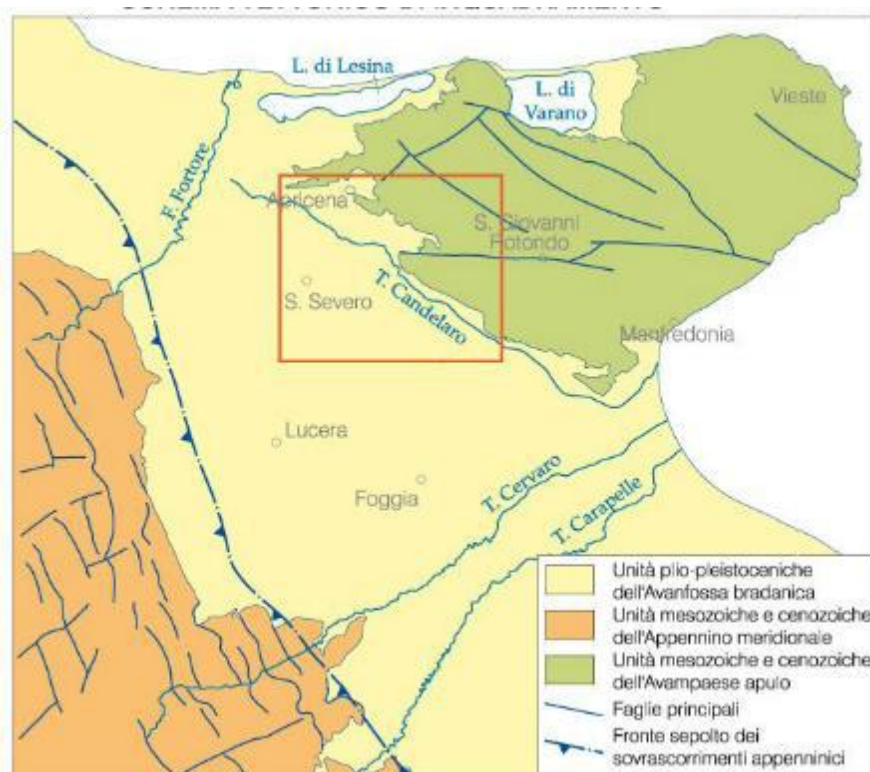


Figura 1 Inquadramento geologico schematico del Foglio CARG n. 396 "San Severo".

Attraverso la lettura delle Note Illustrative del Foglio CARG n. 396 "San Severo" e la consultazione di altri trattati riportati in bibliografia, è stato possibile ricostruire le fasi più significative dell'evoluzione geologica della parte N della regione pugliese dal Mesozoico al Quaternario.

Nel Mesozoico, in luogo dell'attuale area pugliese e sud-adriatica, è esistito un estesissimo dominio di piattaforma carbonatica (Piattaforma Apula), soggetto ad una persistente subsidenza.

Sotto il profilo geodinamico, tale piattaforma era parte di una ben più ampia porzione di litosfera continentale detta microplacca adriatica. Tale microplacca presentava una struttura uniforme con un basamento cristallino ed una copertura sedimentaria costituita in gran parte da rocce carbonatiche di età Giurassico-cretacea che a causa della subsidenza aveva raggiunto uno spessore di circa 6 km (Ricchetti *et alii*, 1988; Bosellini *et alii*, 1993). I depositi carbonatici affioranti nella metà NO del Foglio n. 396 "San Severo" si inquadrano paleogeograficamente nel contesto appena delineato. In particolare, la successione del Calcere di Bari (Giurassico superiore-Cretacico inferiore) è costituita massimamente da calcari micritici organizzati in associazioni di facies riferibili ad ambienti ristretti di un ampio dominio di piattaforma interna costituente parte della Piattaforma Apula (D'Argenio, 1974). A partire dal Trias, l'area ha subito anche gli effetti di un progressivo block faulting che ha determinato la strutturazione verso est (attuale Mare Adriatico) di un complesso sistema di transizione da margine di piattaforma a bacino, e nel Cretaceo superiore verso ovest di un bacino intracratonico (Bacino apulo di Mostardini & Merlini, 1986). Durante il Cenomaniano Superiore-Turoniano, la propagazione degli stress intraplacca dovuti alla variazione del regime geodinamico connesso alle fasi incipienti dell'orogenesi alpina ha prodotto il progressivo inarcamento della microplacca adriatica (lithospheric buldge) e l'emersione di ampi settori della Piattaforma apula. Le aree emerse sono state sede di intensa attività carsica che localmente ha prodotto l'accumulo di terre rosse bauxitiche (Crescenti & Vighi, 1964).

Il regime distensivo sembra essere comunque perdurato fino all'inizio del Terziario così come testimoniato dalla presenza di rocce basiche sottoforma di sottili filoni rinvenuti nei calcari mesozoici nei pressi di Masseria S. Giovanni in Pane; si tratta di picriti, rocce ultrabasiche riferibili probabilmente all'inizio del Terziario, con lo stesso significato paleotettonico di quelle rinvenute alla Punta delle Pietre Nere, presso Lesina.

La drastica svolta geodinamica che interessa l'intera regione pugliese inizia a svilupparsi a partire dall'oligocene (Terziario) allorché la microplacca adriatica collide con quella europea andando in subduzione verso ovest; in questo nuovo regime geodinamico si verifica l'orogenesi sud-appenninica nell'ambito della quale la Puglia svolge il ruolo di avampaese. Si realizza in tal modo il passaggio dell'area pugliese da un ambito di margine passivo ad uno di margine attivo. In tale contesto, il Promontorio del Gargano costituisce attualmente, insieme alle Murge e al Salento, il più esteso tratto affiorante dell'Avampaese apulo (Ricchetti *et alii*, 1988; Argnani *et alii*, 1993; De Alteriis & Aiello, 1993, tra gli altri).

Dal Miocene al Quaternario il sistema sudappenninico, a seguito dell'arretramento della placca adriatica migra verso E coinvolgendo nella migrazione anche l'avanfossa pliopleistocenica che nel tratto pugliese si differenzia rispetto alle restanti parti del bacino per essere delimitata da

ambidue i lati: ad O dai rilievi appenninici, ad E da quelli dell'Avampaese apulo emerso. L'arretramento determinava già nel Miocene mediosuperiore la subsidenza della rampa regionale con la conseguente sedimentazione di unità carbonatiche mioceniche di mare sottile (es. formazione di Masseria Belvedere).

L'avanfossa plio-pleistocenica si costituisce a partire dal Pliocene inferiore allorché la strutturazione della catena è quasi ultimata per l'intero arco appenninico (Fossa bradanica). Dal punto di vista strutturale si tratta di un foreland basin che si sviluppa in gran parte sulla rampa regionale dell'avampaese, e che migra verso E per effetto dell'arretramento e abbassamento della rampa stessa; contestualmente anche le strutture compressive appenniniche avanzano in sequenza verso E, immettendo nel bacino enormi volumi di terreni alloctoni. A seguito di tali fenomeni il bacino si presenta, in sezione trasversale, asimmetrico per avere un margine occidentale appenninico molto acclive, e un margine orientale di avampaese caratterizzato da bassi gradienti. In un quadro paleogeografico così articolato la sedimentazione si è necessariamente differenziata sia per diversità di facies e di spessori, sia per diversi caratteri petrografici (Moretti *et alii*, 2011).

Lungo l'area marginale appenninica, i materiali terrigeni prodotti dallo smantellamento della catena alimentavano sistemi costieri in facies di spiaggia-delta, che passavano distalmente ad una sedimentazione di tipo argilloso, la cui unità emblematica è rappresentata dalle argille subappennine.

Nelle aree marginali delimitate ad E dell'avampaese, la sedimentazione si è propagata su un substrato carbonatico subsidente; su di esso si sono depositati prima sedimenti carbonatici costieri sia intrabacinali che terrigeni, questi ultimi rappresentati dal materiale clastico proveniente dall'erosione dei rilievi carbonatici dell'area garganica. Si sono formate in tali condizioni le calcareniti e le calciruditi di ambiente costiero (Calcarenite di Gravina), che rappresentano i depositi trasgressivi della successione della Fossa bradanica in aree di avampaese (Moretti *et alii*, 2011).

L'ultimo milione di anni dell'evoluzione della Fossa bradanica è caratterizzato da un drastico mutamento geodinamico: il bacino di avanfossa, unitamente all'avampaese, da area subsidente, inizia a sollevarsi; l'area di sedimentazione, per il graduale ritiro del mare, è sostituita da terre emerse. Nel Tavoliere la regressione marina procede verso l'Adriatico; in particolare nell'area qui considerata inizia dal versante orientale dell'Appennino Dauno e si propaga verso le propaggini sud-occidentali del Gargano, da Apricena a Villanova, fino alla posizione attuale del Golfo di Manfredonia. Il ritiro del mare è controllato dal sollevamento regionale, presumibilmente continuo, e dalle oscillazioni glacio-eustatiche; dall'interferenza di questi due fenomeni si succedono numerose fasi sedimentarie, distinte nel tempo e nello spazio, ciascuna



delle quali testimoniata da un deposito di ambiente costiero con trend regressivo. Risulta anche che tali depositi regressivi siano disposti in terrazzi a quote via via più basse procedendo verso mare e che i depositi posti a quote più elevate sono più antichi rispetto a quelli posti a quote più basse. Verosimilmente la loro età è compresa fra il Siciliano e il Tirreniano nel Pleistocene Medio e Superiore.

In risposta alle variazioni climatiche e al sollevamento regionale; si sono verificate più fasi di erosione areale e lineare, alternate a processi di sedimentazione alluvionale come quelli che hanno determinato il costituirsi di estese coperture pedemontane in facies di conoide alluvionale (Moretti *et alii*, 2011). Tutt'ora le conidi bordano l'alto morfologico del Gargano, segnandone il limite con l'area del Tavoliere (Fossa bradanica).

### 3.1 Geologia del sito di progetto

In considerazione del Foglio n. 396 “San Severo” e della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, le formazioni geologiche affioranti vengono raggruppate in alcune macro-unità distinte in base all’età, alla litologia e all’ambiente di sedimentazione; esse sono: - Unità di Avanfossa; - Depositi Alluvionali. Di seguito saranno descritti i termini formazionali presenti (Fig. 2).

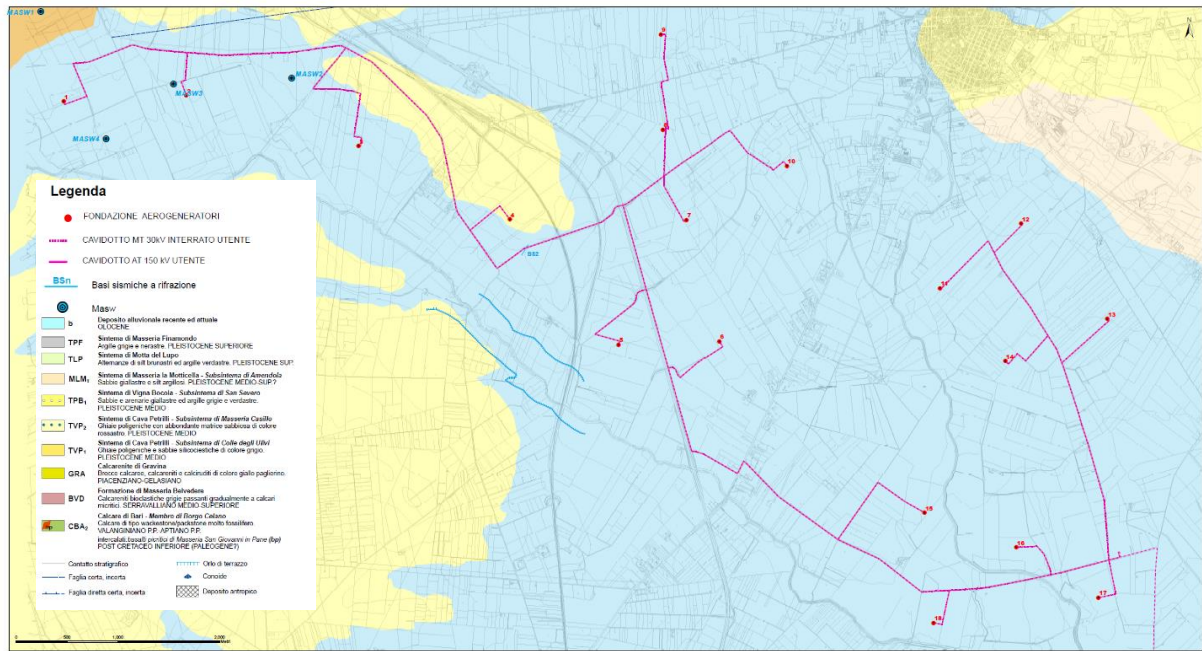


Figura 2 Stralcio carta geologica

#### - UNITÀ DI AVANFOSSA

- *Calcarene di Gravina (GRA)* - Breccie calcaree derivanti dall'erosione dal substrato calcareo immerse in packstone/grainstone bioclastici passanti gradualmente verso l'alto a calcareniti e calciruditi di colore giallo paglierino organizzate in banchi di spessore metrico con tessitura che varia da grainstone a wackestone in cui si distinguono grossi frammenti di lamellibranchi, briozoi, balanidi, echinidi, coralli, serpulidi, alghe calcaree coralline. Abbondante il contenuto in foraminiferi bentonici mentre i planctonici sono rari o assenti. Limite inferiore: poggia in discordanza sulle formazioni giurassico-cretaciche e sulla formazione di Masseria Belvedere. Il limite superiore è inconforme. La Calcarene di Gravina è ricoperta in discordanza dai depositi del subsistema di San Severo, del sistema di Motta del Lupo a dai depositi continentali terrazzati di conoide. Da dati di pozzo si ricava che il limite superiore è concordante con le argille subappennine. l'ambiente di sedimentazione è nel complesso neritico e tende gradualmente ad approfondirsi verso l'alto dove affiorano le facies

meno grossolane attribuibili ad ambienti più tranquilli deposti al di sotto del limite di base del moto ondoso. Spessore affiorante: circa 30-40 m. (Piacenziano- Gelasiano)  
Su tale formazione è prevista la realizzazione dell'aerogeneratore n. 4.

- DEPOSITO ALLUVIONALE RECENTE ED ATTUALE (*b*)

- Sabbie, limi e argille nerastre all'interno delle principali incisioni. In prossimità del Promontorio del Gargano ed all'interno delle valli fluvio-carsiche sono presenti clasti carbonatici con diametro variabile da 2 mm a 5-10 cm, diffusi o concentrati in lenti. Le conoidi alluvionali sono formate da sedimenti limoso-sabbiosi bruni e rossastri poco o per nulla diagenizzati con clasti carbonatici eterometrici a tessiture variabili da fangosostenuta a clasto-sostenuta. Poggiano sui depositi alluvionali di conoide terrazzati ed in copertura sulle unità più antiche. (Olocene)

Su tale formazione è prevista la realizzazione dei 17 aerogeneratori .

## 4 GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Il paesaggio dell'area di nostro interesse corrisponde a un tratto del margine orientale del Tavoliere delle Puglie e presenta gli aspetti di un modellamento fluviale di tipo policiclico, caratterizzato da superfici pianeggianti variamente estese intagliate da analoghe forme più recenti che costituiscono vari ordini di terrazzi ben riconoscibili nei profili longitudinali e trasversali degli ampi interfluvi dell'alto bacino idrografico del Torrente Candelaro e dei suoi affluenti. Dal punto di vista genetico, tali superfici corrispondono a lembi relitti di superfici strutturali, impostate su depositi terrigeni sabbiosi e/o ghiaiosi, di origine marina (piane di regressione) o fluviale (piane alluvionali) (Moretti *et alii*, 2011).

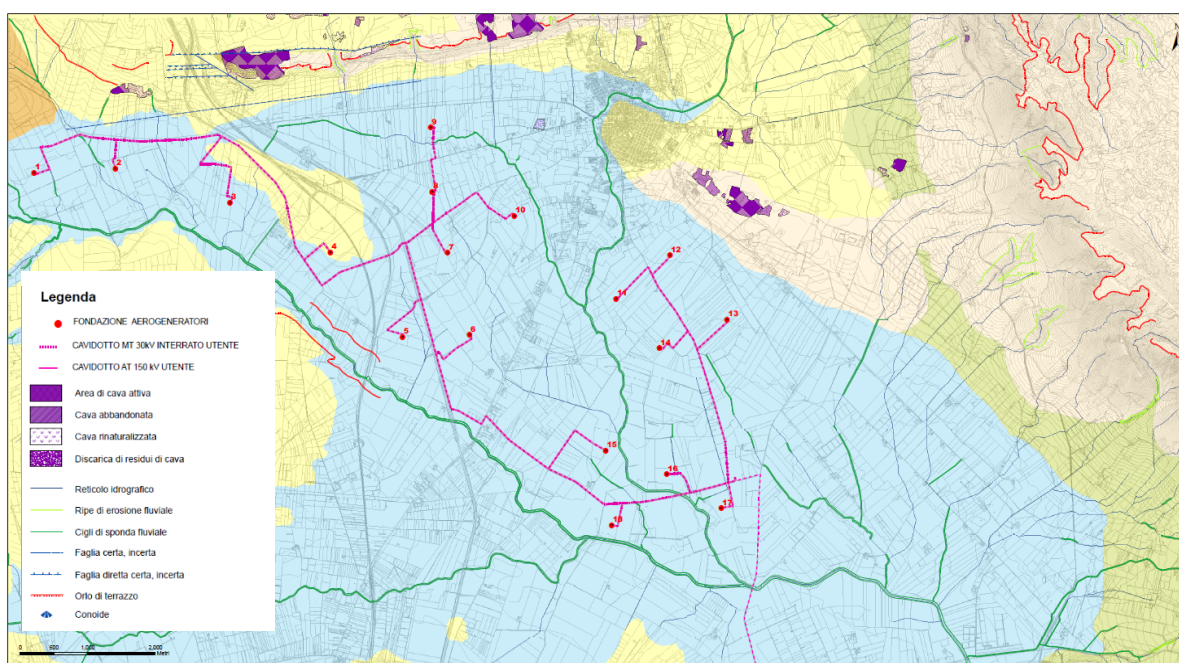


Figura 3 Stralcio della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia.

Le superfici relitte dei terrazzi fluviali più recenti sono situate a quote via via decrescenti nelle parti medio-basse degli ampi fondivalle solcati dai locali corsi d'acqua. Sull'intera area del Foglio CARG n. 396 sono stati riconosciuti tre ordini di superfici alluvionali convergenti a gradinata verso l'attuale piana di fondo valle, situate rispettivamente a quote intorno ai 90, ai 70 e ai 60 m, con pendenze sia verso l'asta fluviale sia verso la foce; la più bassa di queste superfici corrisponde alla piana di esondazione degli alvei attuali. Nell'area di progetto è possibile riconoscere superfici correlabili ai due ordini di terrazzi inferiori.

Elemento morfologico rilevante è la cosiddetta dorsale di Masseria S. Giovanni in Pane situata lungo il limite settentrionale della *Carta idrogeomorfologica* allegata che costituisce l'estrema

propaggine E degli affioramenti carbonatici dell'Avampaese apulo. Le quote sul livello del mare di questa dorsale sono comprese tra 90 e 140 m e sono grossomodo congruenti con quelle dei due ordini di terrazzi inferiori che bordano l'altopiano murgiano a S e SE. Le incisioni fluviali su questo rilievo determinano la formazione di valli più strette e profonde come quella del torrente nei pressi di Masseria S. Giovanni in Pane che poi giungendo a valle crea una conoide alluvionale. Nell'area di studio le quote topografiche decrescono con un gradiente molto basso, determinando delle pendenze blande, che non superano il 6% (Fig. 4).



Figura 4 Panoramica del sito di progetto.

A poca distanza dal parco eolico in questione vi è da segnalare la presenza di diverse attività estrattive in cava che comunque non interferiranno con la realizzazione delle opere previste (Fig. 5).



Figura 5 Cave presenti nei pressi dell'area di progetto

Per quanto riguarda l'idrografia, nell'area del parco eolico è presente il Torrente Candelaro e alcuni altri corsi d'acqua suoi tributari: Canale Basanese e Canale San Martino (Fig. 6). Essi scorrono in direzione NO-SE e in particolare il Candelaro, lungo circa 70 km, attraversa tutto il Tavoliere per poi sfociare nel Golfo di Manfredonia.

I bacini idrografici del Torrente Candelaro e dei suoi affluenti sono molto estesi arealmente e caratterizzati, a causa della generale morfologia pianeggiante da spartiacque indeterminato e da una fittezza di brevi linee di deflusso cataclinali che si diramano sia dai versanti delle superfici terrazzate che dalla scarpata del rilievo garganico, tutte confluenti nelle aste principali dei torrenti. Pertanto questi corsi d'acqua, caratterizzati da bassi profili di equilibrio presentano, a seconda delle condizioni meteorologiche, una naturale tendenza a divagare oppure ad inondare le valli nelle quali scorrono, nonostante le numerose opere di bonifica sinora eseguite.

Essi presentano comunque regime torrentizio poiché risentono grandemente della variabilità delle condizioni climatiche al punto tale che in estate, la loro portata diminuisce sensibilmente talora fino ad annullarsi.

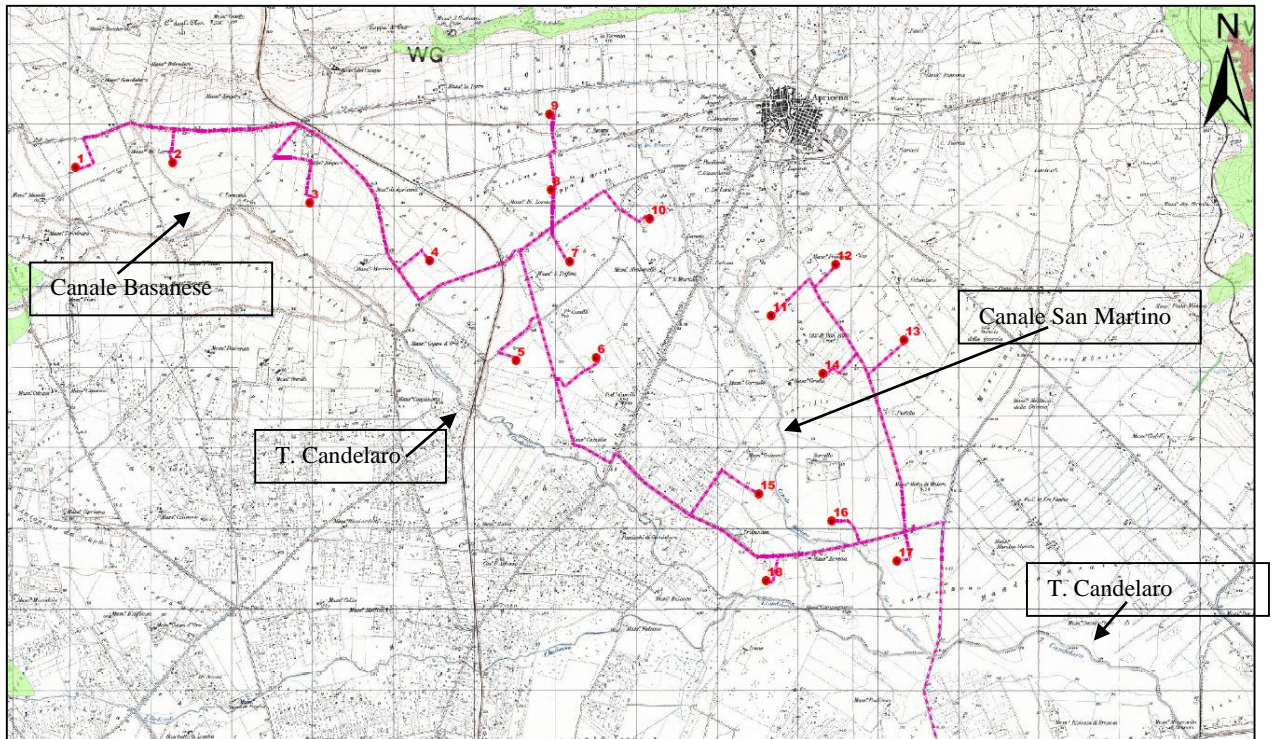


Figura 6 Principali corsi d'acqua nell'area di studio

Dal punto di vista idrogeologico, i sedimenti affioranti presentano mediamente una discreta permeabilità. Più nel dettaglio, le ghiaie, sabbie e argille dei fondovalle attuali, le alluvioni prevalentemente limoso-argillose o ghiaioso-sabbioso-argillose dei vari ordini di terrazzi e le coperture fluvio-lacustri presentano un grado di permeabilità variabile da luogo a luogo sia in funzione dell'addensamento, cementazione e/o fratturazione per i livelli rocciosi, sia dalla percentuale di frazione limoso-argillosa e delle intercalazioni argillose che tendono a ridurre la permeabilità.

Il complesso sabbioso-ghiaioso costituisce l'acquifero freatico della zona benché discontinuo arealmente e con una modesta potenzialità idrica. Esso infatti, così come i corsi d'acqua, è fortemente condizionato dalle variazioni climatiche stagionali.

Lungo le superfici di contatto, tra le argille e le formazioni sabbioso-ghiaiose soprastanti, si riscontrano fuoriuscite d'acqua a carattere sorgenzio generalmente con portate modeste.

Le precipitazioni atmosferiche e le condizioni giaciture dei terreni, costituiscono, quindi, fattori determinanti per la formazione della falda acquifera sotterranea.

#### 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. 7). 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.

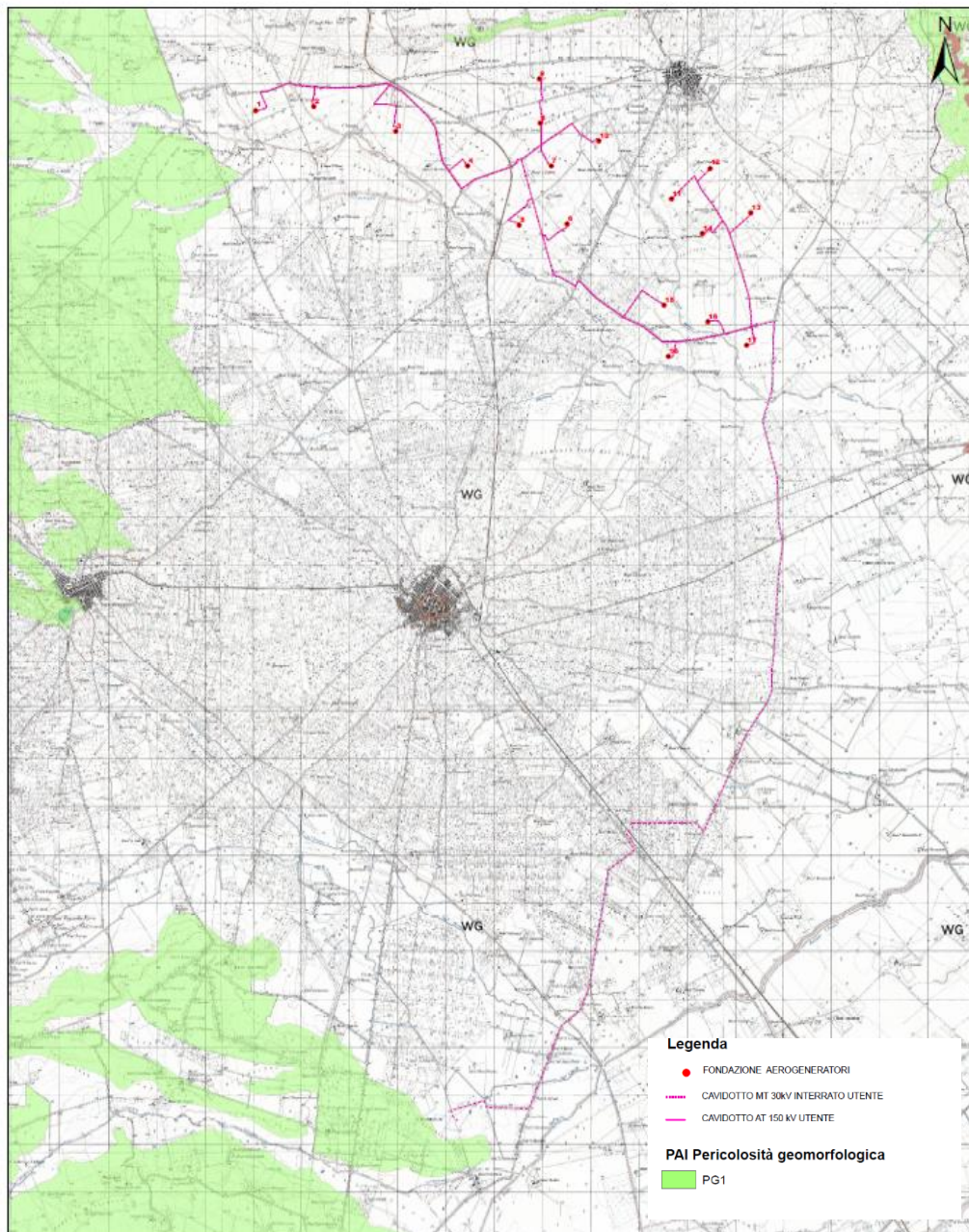


Figura 7 stralcio PAI della Carta della Pericolosità Geomorfologica

Anche in riferimento alla pericolosità idraulica, nessuna delle opere previste da progetto ricade in aree perimetrale.



## 5 TETTONICA E SISMICITÀ

Come già visto, l'area del Foglio CARG n. 396 "San Severo" comprende sia settori appartenenti al dominio geodinamico-strutturale dell'Avampaese apulo sia al dominio della Fossa bradanica. Il primo comprende un tratto del margine occidentale del Promontorio del Gargano, costituito in prevalenza da rocce carbonatiche autoctone mesozoiche, interessate da strutture legate a deformazione di natura fragile prodottesi in prevalenza durante il Terziario, in seguito alle diverse fasi deformative che hanno determinato l'orogenesi appenninico-dinarica; il secondo corrisponde ad un tratto della Fossa bradanica colmata da depositi plio-pleistocenici silicoclastici marini e continentali (Fig. 8).

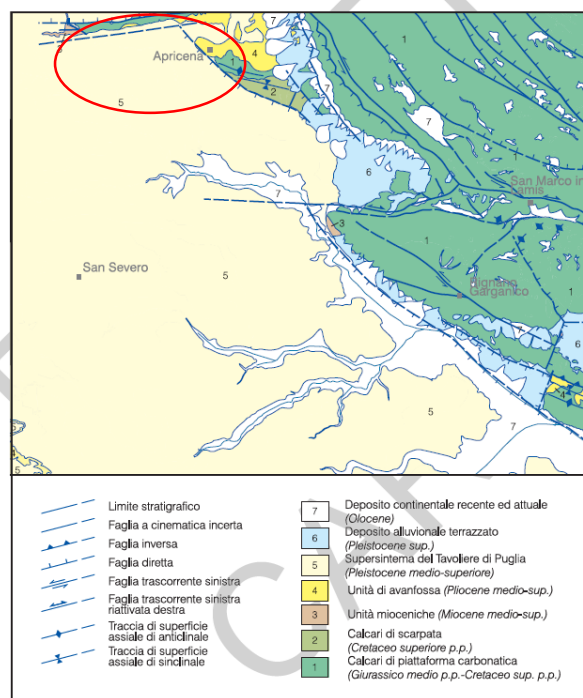


Figura 8- Schema tettonico del Foglio 396 "San Severo"

I calcari mesozoici, affioranti solo nel settore NE della *Carta geologica* allegata, presentano un assetto degli strati a monoclinale con giacitura variabile, immergente prevalentemente verso S con inclinazioni mediamente comprese tra 15° e 20°, sebbene, nelle vicinanze delle principali faglie, gli strati possono risultare a luoghi sensibilmente ruotati.

Gli elementi strutturali principali riscontrati su questi litotipi sono costituiti essenzialmente da faglie ad alto angolo orientate prevalentemente NO-SE, E-O e NE-SO, che si propagano longitudinalmente per alcuni chilometri e da blande pieghe, ugualmente orientate, anticlinali e sinclinali. Queste ultime non sono presenti nel campo della *Carta geologica* allegata (Fig. 9).

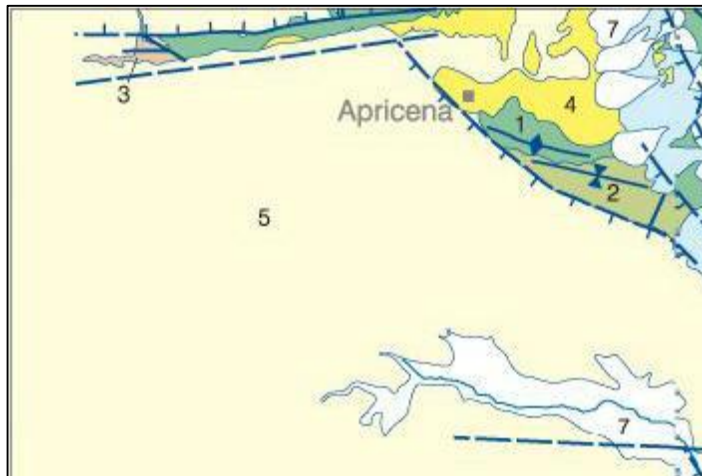


Figura 9 Ingrandimento dell'area nel riquadro rosso in Fig. 8.

L'area di avanfossa registra la tettonica attiva nel Plio-Pleistocene la quale è stata caratterizzata da due distinte fasi di evoluzione geodinamica: una marcata subsidenza (circa 1 mm/anno nel Pliocene - Pleistocene inferiore) connessa alla subduzione appenninica ed un sollevamento (circa 0,5 mm/anno nel Pleistocene medio-superiore) tuttora attivo.

- La fase di subsidenza è segnata a livello regionale dalla sedimentazione della Calcarenite di Gravina e delle argille subappennine (Ciaranfi *et alii*, 1979; 1983). Evidenze di tettonica sinsedimentaria durante questa fase sono riscontrabili ad esempio in località Masseria Zingari, lungo i tagli della nuova linea ferroviaria e di quella dismessa dove è possibile osservare alcune faglie dirette ad attività sinsedimentaria in relazione alla deposizione della Calcarenite di Gravina (Pliocene superiore). Si tratta di stretti "semigraben" (qualche decina di metri in ampiezza) che tagliano la formazione di Masseria Belvedere. A luoghi, in corrispondenza di tali faglie, si osservano anche blocchi di calcari miocenici franati all'interno della Calcarenite di Gravina che probabilmente indicano la presenza di falesie instabili proprio lungo tali strutture tettoniche. L'attività sinsedimentaria di tali semigraben è testimoniata dal brusco aumento di spessore in corrispondenza delle faglie stesse.

Il rigetto misurabile dell'attività plio-pleistocenica sembra diminuire verso l'alto ed è comunque al massimo di pochi metri. In corrispondenza del taglio della ferrovia dismessa, l'attività sinsedimentaria è testimoniata da intensi piegamenti negli strati della Calcarenite di Gravina, sia lungo i piani di faglia principali che lungo piani secondari (Fig. 10); la modalità di deformazione suggerisce un movimento di tipo essenzialmente distensivo. Infine un'ultima evidenza di tettonica sinsedimentaria è rappresentata dalla presenza di numerose fratture distensive al contatto fra la formazione di Masseria Belvedere e la Calcarenite di Gravina. Si tratta di profonde

dislocazioni nel substrato rigido dei calcari miocenici (lunghe fino a 6 m) all'interno delle quali “collassa” la Calcarenite di Gravina. La deformazione è sempre sinsedimentaria rispetto alla sedimentazione della Calcarenite di Gravina in quanto il termine superiore si deforma in condizioni non-consolidate ed interi strati “collassano” e/o sono piegati dalla deformazione distensiva fragile del substrato.



Figura 10 Faglia distensiva sinsedimentaria rispetto alla deposizione della Calcarenite di Gravina (GRA).

La fase di uplift regionale (Pleistocene medio-superiore) è testimoniata dai depositi regressivi della Fossa bradanica e dai depositi marini terrazzati che si rinvengono, dai più antichi ai più recenti, a quote decrescenti sul livello del mare (Tropeano *et alii*, 2002).

Nell'area in esame tale fase di sollevamento è segnata chiaramente dalla presenza di depositi marini e continentali terrazzati che marcano la graduale riemersione di questo settore di transizione.

L'unica evidenza di tettonica sinsedimentaria si ha in località Cava di Nunzio in cui si osserva una faglia diretta subverticale che taglia per intero la successione marina di transizione dei depositi del subsistema di Colle degli Ulivi con un rigetto di circa 20 m; pertanto la sua attività deve essere chiaramente successiva alla sedimentazione della stessa unità marina (Pleistocene medio).

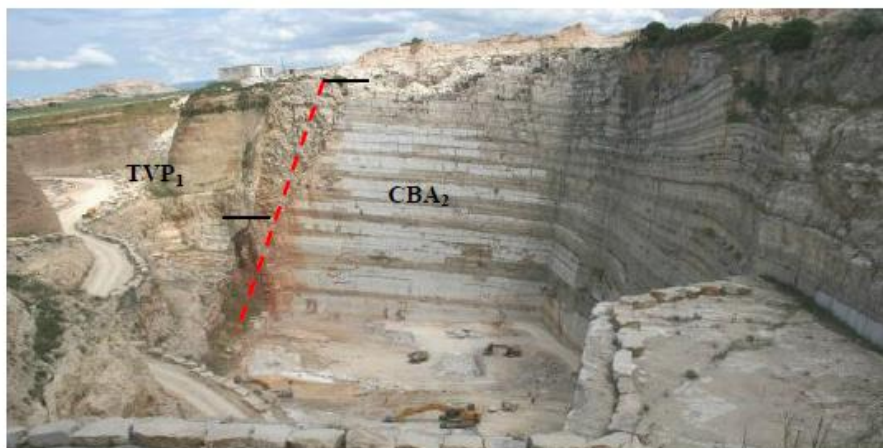


Figura 11 Contatto tettonico (per faglia diretta) tra il sub sistema di Colle degli Ulivi (TVP1) e il calcare di Borgo celano (CBA2). I trattini neri indicano l'entità della dislocazione

Nell'area, nella quale è compreso il territorio indagato, le zone maggiormente interessate nel tempo da eventi sismici con magnitudo superiore a 5 sono quelle ubicate prevalentemente in corrispondenza dell'altopiano del Gargano. L'allineamento degli epicentri di questi eventi sismici è chiaramente collegato con la struttura geologica della regione, in particolare gli epicentri si concentrano prevalentemente a ridosso delle faglie principali.

In base alla mappa della zonizzazione sismogenetica ZS9 redatta dall'INGV (2004) in sostituzione della precedente versione ZS4 datata 1996, l'area di Apricena 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.

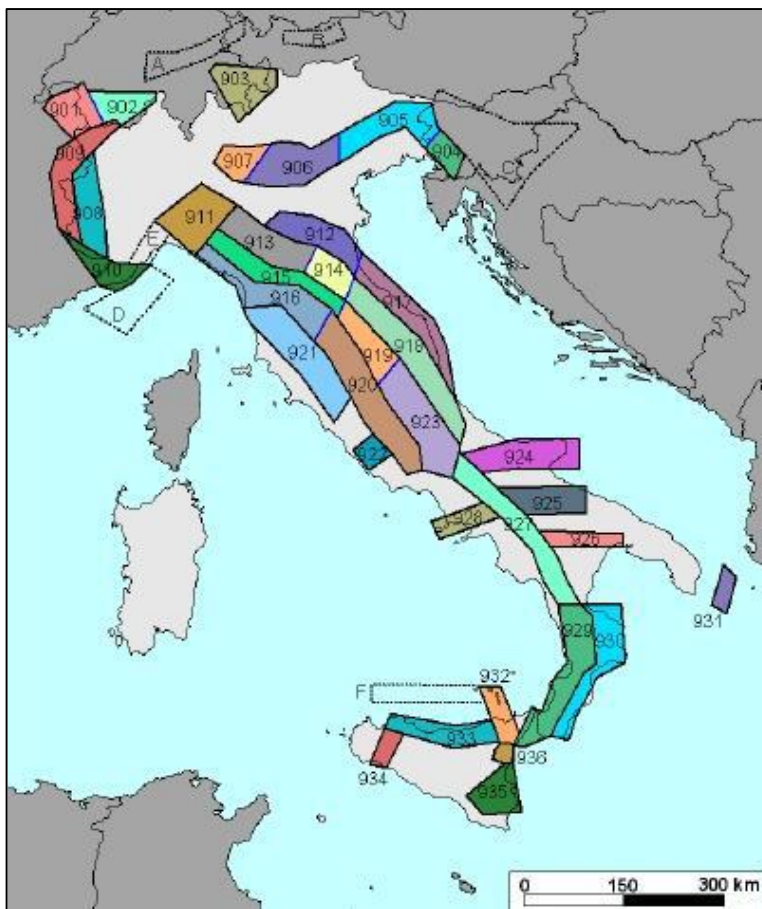


Figura 12 Zonazione sismogenetica ZS9. I limiti di colore blu separano zone con analogo significato cinematico, che differiscono principalmente per le caratteristiche di sismicità. Le ZS con bordo a tratteggio, identificate da una lettera, non sono state utilizzate nella valutazione della pericolosità.

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 Apricena (dati INGV).

**Storia sismica di Apricena**  
**[41.784, 15.444]**

Numero di eventi: 29

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Date	Ax	Np	Io Mw
10	1627 07 30 10:50	Gargano	65	10 6.66 ±0.20
9	1627 08 07 16:40	Gargano	5	
7-8	1646 05 31	Gargano	35	9-10 6.61 ±0.45
8-9	1657 01 29	Lesina	9	8-9 6.37 ±0.45
F	1805 07 26 21:00	Molise	223	10 6.62 ±0.11
6	1851 08 14 13:20	Basilicata	103	10 6.38 ±0.17
7	1889 12 08	APRICENA	122	7 5.69 ±0.13
F	1892 06 06	TREMITI	72	6 5.06 ±0.19
5	1894 03 25	LESINA	29	6-7 4.75 ±0.39
2-3	1905 11 26 06:48	Irpinia	136	7-8 5.21 ±0.13
6	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
6-7	1948 08 18 21:12	Puglia settentrionale	59	7-8 5.64 ±0.21
4	1955 02 09 10:06	MONTE S.ANGELO	31	6-7 5.09 ±0.33
6	1962 08 21 18:19	Irpinia	262	9 6.13 ±0.10
5	1972 02 29 20:54	Adriatico meridionale	21	4.82 ±0.18
5	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09
4	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8 5.89 ±0.09
4	1986 04 26 00:53	Adriatico centrale	78	5.39 ±0.09
4-5	1989 03 11 21:05	Gargano	50	5 4.52 ±0.16
5	1990 05 05 07:21	Potentino	1374	5.80 ±0.09
3-4	1991 05 26 12:28	Potentino	597	7 5.11 ±0.09
5	1995 09 30 10:14	Gargano	145	6 5.18 ±0.09
3	1998 03 26 16:26	Appennino umbro-marchigiano	408	6 5.29 ±0.09
5	1998 09 22 23:23	GARGANO-FOGGIANO	30	5 4.57 ±0.19
4-5	2002 11 01 15:09	Subapp. Dauno	645	5.72 ±0.09
MF	2003 06 01 15:45	Molise	516	5 4.50 ±0.09
5	2003 12 30 05:31	Monti dei Prentani	339	5-6 4.57 ±0.09
4	2006 05 29 02:20	Promontorio del Gargano	384	5-6 4.63 ±0.09

Figura 13 Eventi sismici storici di Apricena. I Intensità al sito considerato (scala MCS); Io Intensità all' epicentro (scala MCS); Np Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; 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. 14 e 15).

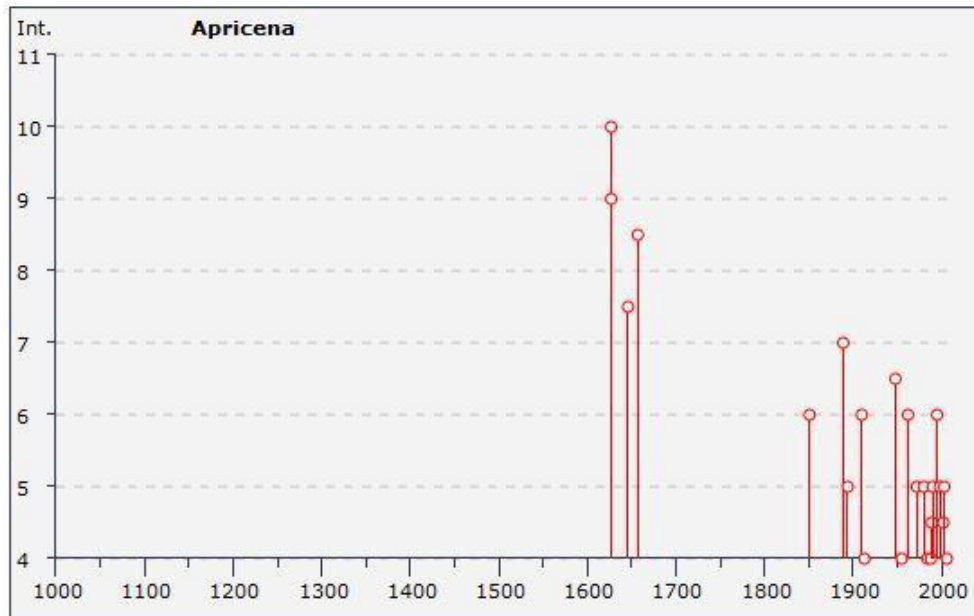


Figura 14 Grafico intensità dei terremoti del sito in esame.

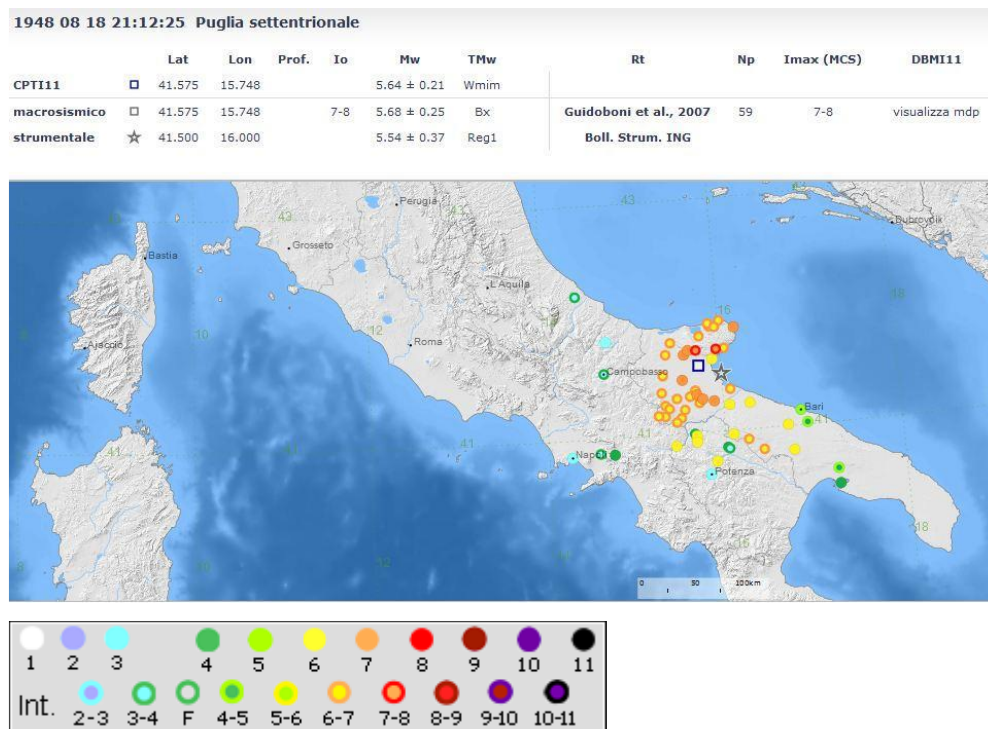


Figura 15 Ubicazione degli epicentri ed intensità dei terremoti (scala MCS) nella Puglia settentrionale

Per quanto riguarda la pericolosità del sito, nella zona del territorio comunale di Apricena la maglia elementare della griglia dell’accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni è compresa tra 0,200 e 0,225 ag/g (Figg. 16, 17, 18 e 26).

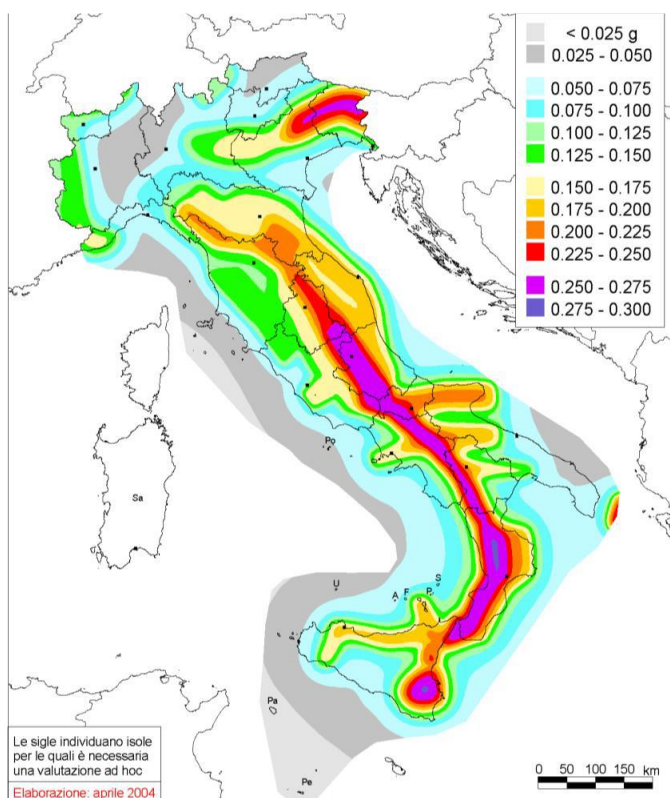


Figura 16 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi (Ordinanza 3519/2006).

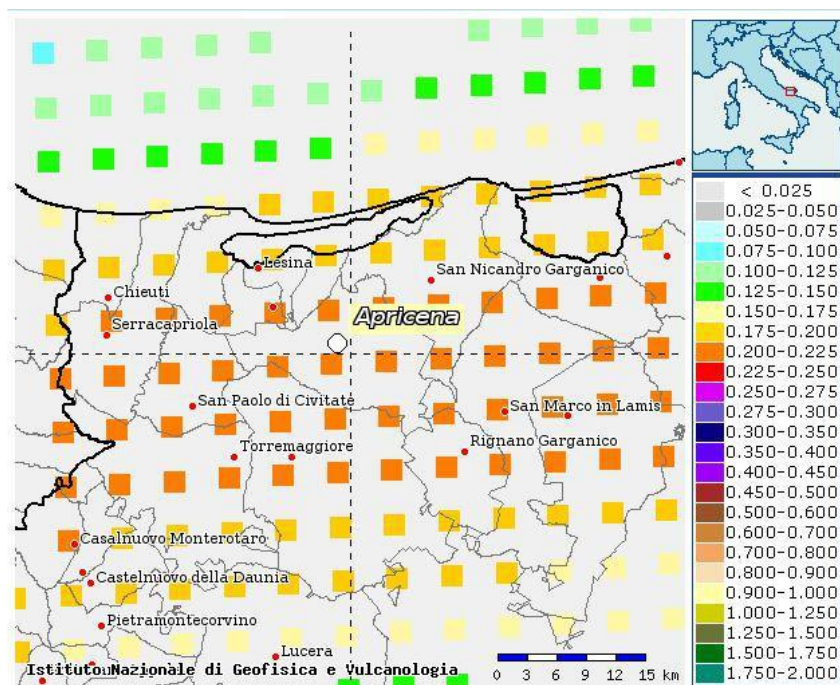


Figura 17 Mappa della pericolosità sismica nell'area di interesse

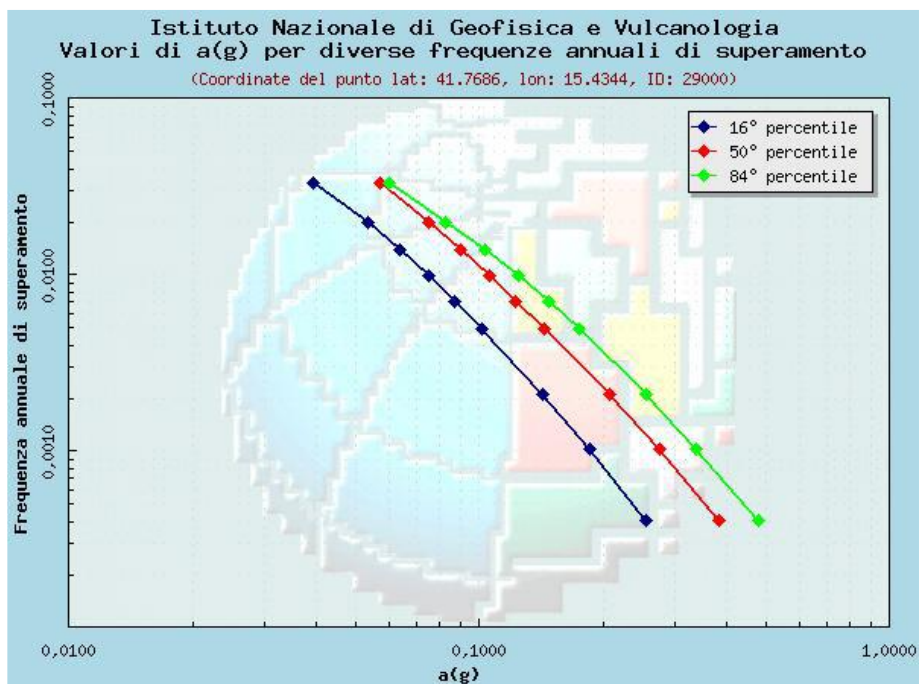


Figura 18 Grafico dei valori di  $a(g)$  per diverse frequenze annuali di superamento nel punto della griglia più vicino all'area di interesse.

Frequenza annuale di superamento	$a(g)$ (Coordinate del punto lat: 41.7686, lon: 15.4344, ID: 29000)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2546	0.3827	0.4769
0.0010	0.1860	0.2737	0.3377
0.0021	0.1428	0.2075	0.2537
0.0050	0.1014	0.1439	0.1748
0.0071	0.0870	0.1222	0.1471
0.0099	0.0751	0.1057	0.1244
0.0139	0.0638	0.0902	0.1032
0.0200	0.0533	0.0754	0.0825
0.0333	0.0394	0.0573	0.0600

Figura 19 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. (giugno 2012).

Tale campagna geognostica è stata integrata da ulteriori indagini geofisiche (profili Masw) eseguite nell'aprile 2013.

Si è infine tenuto conto dei dati di due sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito di un altro lavoro svolto dalla Geo Tecnologie s.r.l. in un'area attigua a quella del parco in esame poiché essi attraversano alcuni dei litotipi di nostro interesse.

Nel complesso sono state effettuate quindi le seguenti indagini:

- n.1 stendimento sismico a rifrazione in onde P ed S;
- n.4 stendimenti sismici di tipo MASW;
- n.2 perforazioni a carotaggio continuo della profondità di 20 m cadauna.

L'ubicazione delle indagini è riportata nella Carta geologica allegata. I risultati delle indagini sono stati utilizzati per redigere la Relazione geotecnica che integra e completa questo studio.

### 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 e, 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 1 Base Sismica di superficie, siglata B.S.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, 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  $V_p$  e  $V_s$  nonché gli spessori medi  $h$  calcolati lungo le sezioni sono riportati nella tabella seguente:

<b>BASE B.S.2</b>	<b><math>V_p</math> (m/sec)</b>	<b><math>h</math> (m)</b>	<b><math>V_s</math> (m/sec)</b>
<i>sismostrato 1</i>	<b>290</b>	<b>1.1</b>	<b>120</b>
<i>sismostrato 2</i>	<b>640</b>	<b>6.8</b>	<b>250</b>
<i>sismostrato 3</i>	<b>1080</b>	-	<b>540</b>

Tabella 1 Velocità delle onde P ed S e ricostruzione sismostratigrafica per lo stendimento effettuato

I risultati ottenuti dalla prova sono i seguenti:

### **B.S.2:**

Dall'alto verso il basso sono stati individuati 3 sismostrati:

- **ammasso superficiale** ( $V_p = 290$  m/sec,  $V_s = 120$  m/sec, spessore circa 1,1 m), rappresentato da un ammasso "prevalentemente terroso", correlabile a terreno vegetale e/o di riporto, sabbioso-limoso con qualche elemento lapideo, aerato, molto poco addensato e compatto, eterogeneo lateralmente;

- **ammasso intermedio** ( $V_p = 640$  m/sec,  $V_s = 250$  m/sec, spessore circa 6,8 m), rappresentato da un ammasso "prevalentemente terroso", correlabile a sabbie dallo stato sciolto a poco cementate, con livelli di conglomerati e di argille, da poco a mediamente addensato e compatto, eterogeneo lateralmente;

- **ammasso di base** ( $V_p = 1080$  m/sec,  $V_s = 540$  m/sec, spessore >20 m), rappresentato da un ammasso "prevalentemente terroso", correlabile a sabbie a variabile grado di cementazione, con livelli di conglomerati e di argille, da mediamente a molto addensato e compatto, eterogeneo lateralmente.

Nell'elaborazione tomografica relativa alla Base Sismica B.S.2 (Fig. 20), l'andamento delle curve ad uguale velocità di propagazione delle onde sismiche (isolinee) risulta molto irregolare, sia in superficie che in profondità, con:

- una sottile e quasi continua coltre superficiale "lenta" (colore del retino tendente dal giallo al rosso, limite inferiore intorno all'isolina 500 m/sec) caratterizzata da isolinee ad andamento solo blandamente irregolare, che evidenziano quindi una debole eterogeneità laterale delle caratteristiche elastiche dei litotipi che la costituiscono; lo spessore è sempre esiguo (<1 m); questo orizzonte è correlabile a terreno vegetale e/o di riporto, sabbioso limoso con qualche elemento lapideo;

- una coltre intermedia relativamente più "veloce" (colore del retino dal verde al ciano, limite superiore intorno all'isolinea 500 m/sec, limite inferiore intorno all'isolinea 1000 m/sec) e dove la velocità aumenta rapidamente con la profondità nella parte alta (fino alla 700 m/sec), più lentamente con la profondità nella parte bassa, caratterizzata da isolinee ad andamento poco regolare che suggeriscono una certa eterogeneità laterale; lo spessore di questa coltre è intorno ai 10-12 m di spessore e aumenta verso la parte terminale del profilo indagato; questo orizzonte

è correlabile a sabbie dallo stato sciolto a poco cementate, con livelli di conglomerati e di argille;

- un substrato ancora più “veloce” (colore del retino tendente al blu, limite superiore intorno all’isolinea 1000 m/sec e limite inferiore a fondo sezione) e dove la velocità aumenta poco rapidamente con la profondità, caratterizzato da isolinee ad andamento ancora poco regolare che evidenziano delle variazioni laterali nel grado di addensamento e compattezza (e di cementazione) dei litotipi; questo orizzonte è correlabile a sabbie a variabile grado di cementazione, con livelli di conglomerati e di argille.

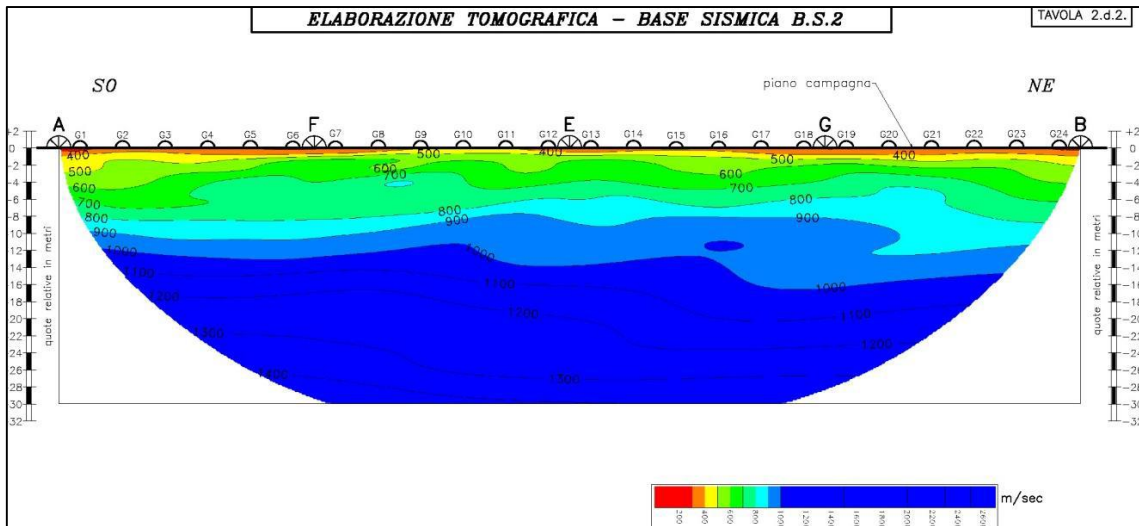


Figura 20 Elaborazione tomografica della base sismica B.S.2.

## 6.2 Indagine sismica tipo Masw

L’indagine geosismica di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è consistita nell’esecuzione di 4 Profili, siglati:

- *MASW1, MASW2, MASW3 e MASW4* effettuati nei pressi degli aerogeneratori.

Per quanto riguarda la geometria adottata per le indagini, sono stati utilizzati 24 geofoni disposti sul terreno con una spaziatura di 1,5 m; sono state effettuate diverse registrazioni in due punti di scoppio siglati P5 e P10 posti rispettivamente a 5 e a 10 m dal geofono G1, lungo lo stesso allineamento, in posizione esterna allo stendimento geofonico. Quindi, l’intero stendimento per il Profilo eseguito risulta di 44,5 m.

La profondità di investigazione raggiunta è valutabile in circa 30 m dal piano campagna e la verticale indagata passa all’incirca dalla metà dello stendimento geofonico (grosso modo tra i geofoni G12 e G13).

Delle diverse registrazioni eseguite è stata individuata quella con il migliore rapporto segnale/rumore ed è stata elaborata ed interpretata utilizzando un procedimento informatico basato sull’utilizzo del software *winMASW* della Eliosoft. Ottenuto il grafico *Frequenza/Velocità di Fase* si è proceduto con il picking (cioè con la selezione dei punti di massima intensità del segnale); questa operazione ha consentito di ottenere la *curva di dispersione* la cui inversione ha fornito infine il profilo verticale delle Vs.

Va notato che il processo di inversione della *curva di dispersione* può portare a più di una soluzione e quindi a più di una sequenza sismostratigrafica, ma la velocità media ponderale calcolata fino a 30 m di profondità (o comunque per 30 m di profondità a partire dal piano di fondazione presunto) non cambia in maniera significativa. Pertanto, il valore di  $V_{s30}$  ottenuto è da considerarsi attendibile e valido, mentre la sequenza sismostratigrafica desunta può presentare un margine di variabilità negli spessori e nelle velocità dei singoli sismostrati più o meno significativo.

Di seguito vengono riportati i risultati delle quattro indagini Masw in questione espressi come: *spettro di velocità*, *curva di dispersione*, *curva relativa al fitting* del modello calcolato e *profilo  $V_{s30}$*  riferito ad un modello a tre strati (Figg. 21, 22, 23 e 24).

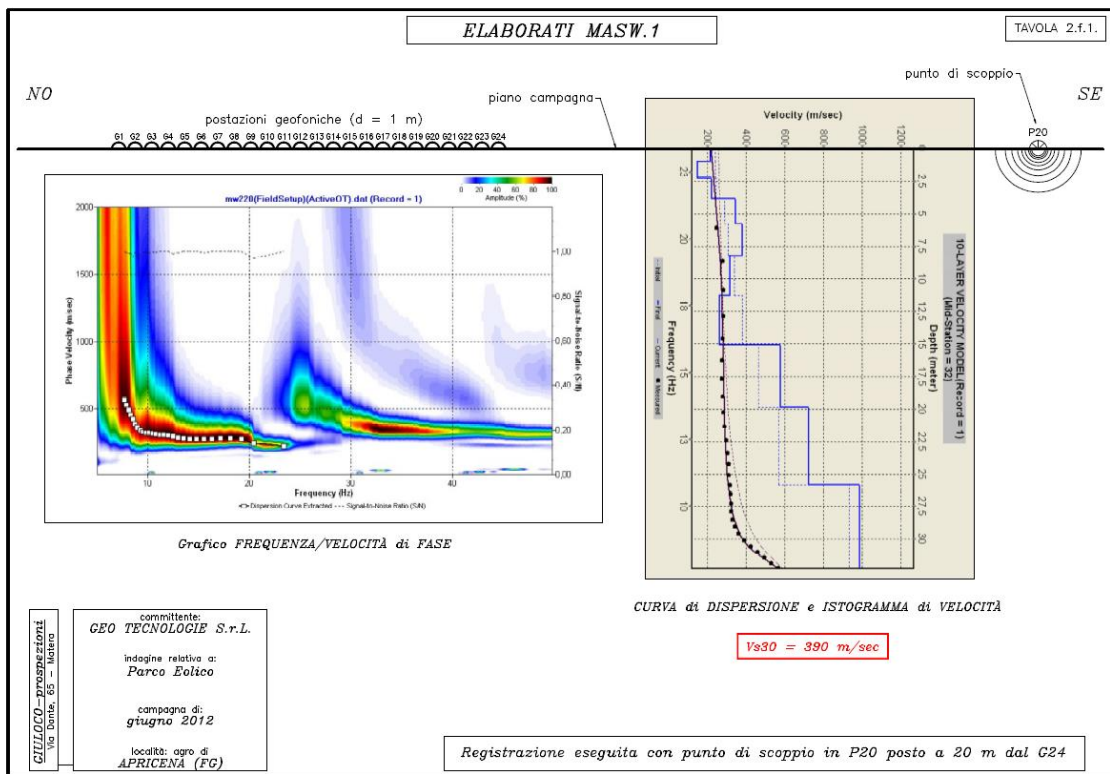
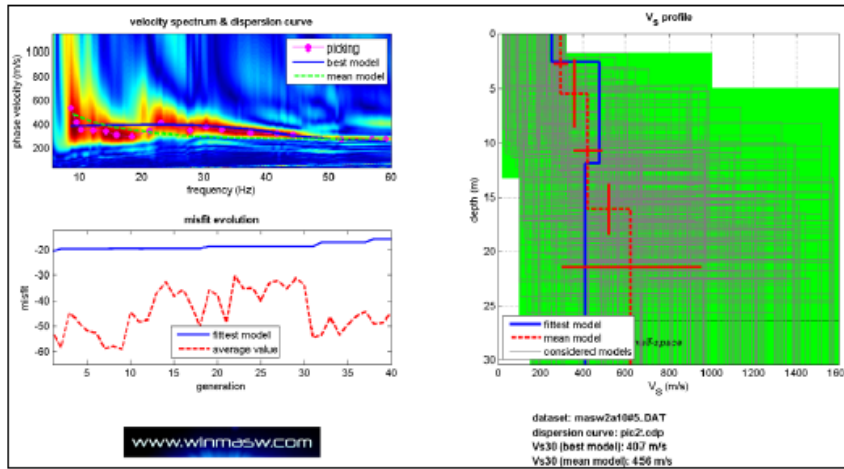
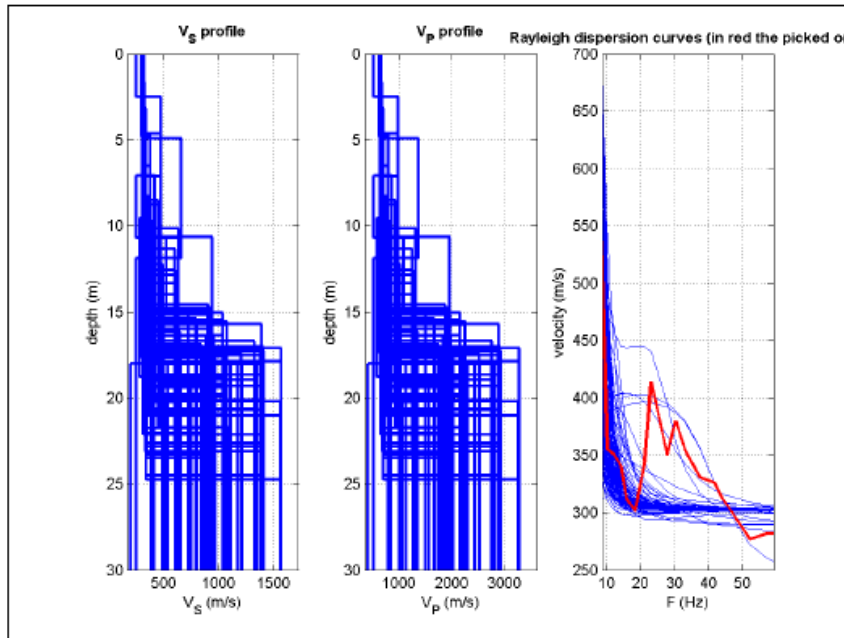


Figura 21 Elaborati grafici MASW1

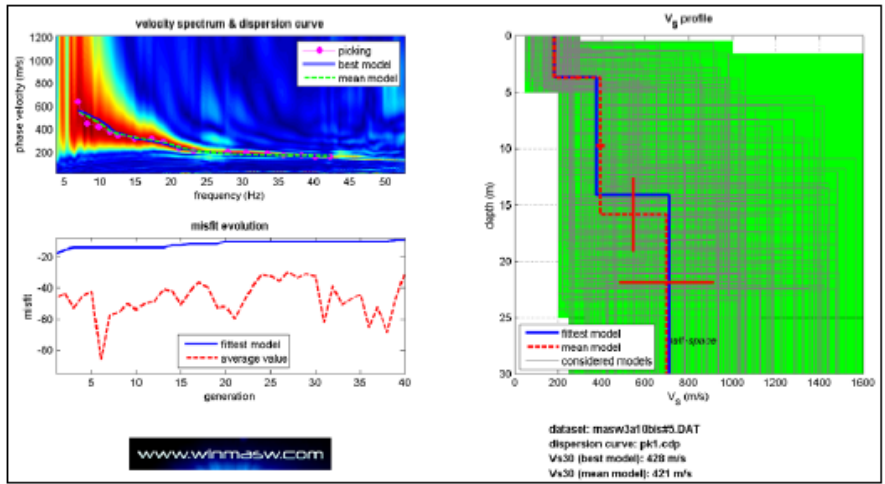


Elaborati grafici winMASW

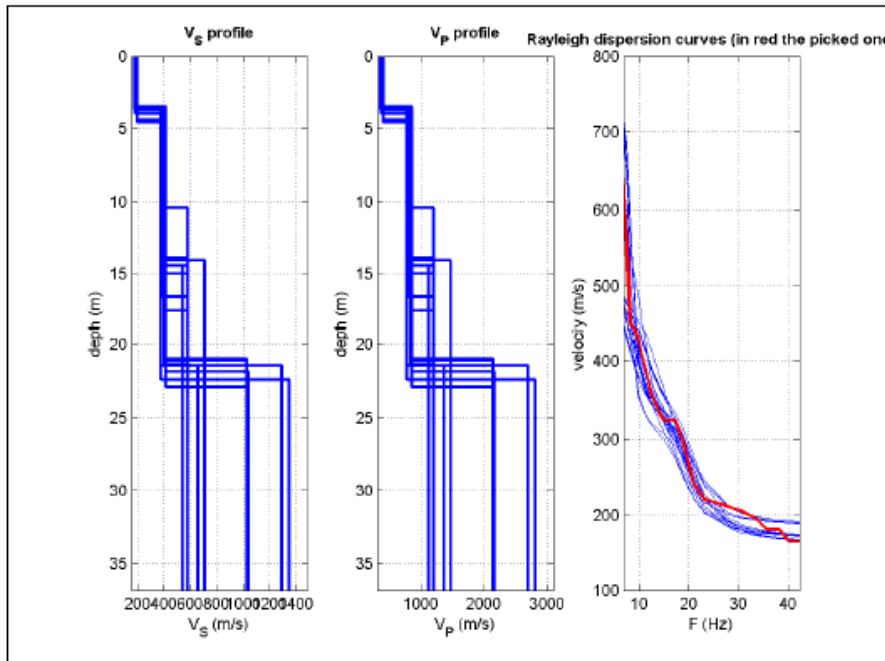


Elaborati grafici winMASW

Figura 22 Elaborati grafici MASW2

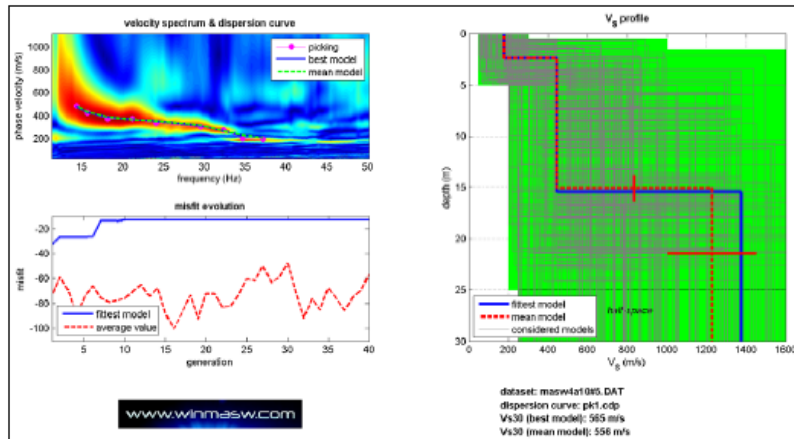


Elaborati grafici winMASW

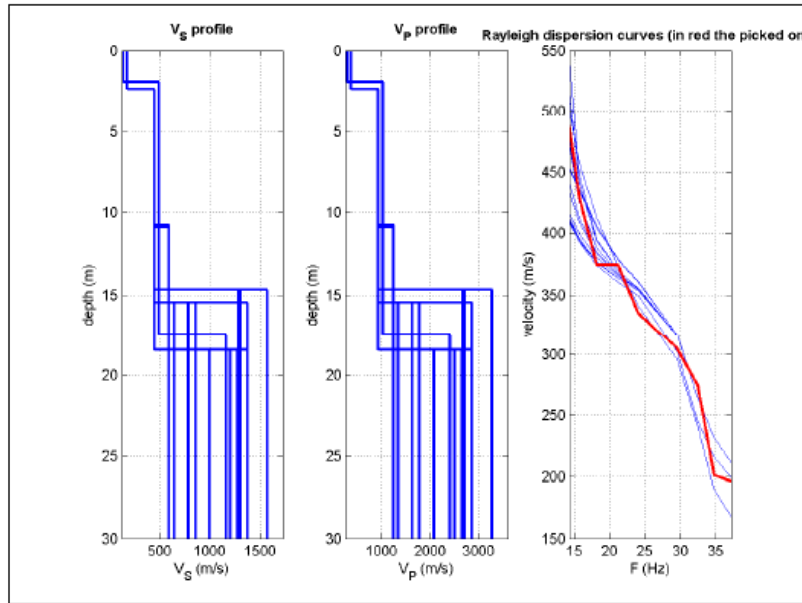


Elaborati grafici winMASW

Figura 23 Elaborati grafici MASW3



Elaborati grafici winMASW



Elaborati grafici winMASW

Figura 24 Elaborati grafici MASW3

L'intero elaborato della geofisica è allegato in calce a tale relazione. L'ubicazione dei profili MASW sono riportati nella *Carta geologica* allegata.

### 6.3 Sondaggi geognostici

Le perforazioni a carotaggio continuo alle quali si fa riferimento, siglate S1 ed S2, sono state effettuate dalla ditta *INGEO s.r.l.* (Certificazione Ministeriale n.5036) nell'ambito del "Progetto per la realizzazione di un parco eolico" nel comune di San Paolo di Civitate (FO) ed hanno entrambe una lunghezza di 20 m. Tali perforazioni, la cui ubicazione è riportata nell'allegato *Colonne stratigrafiche*, sono state eseguite "a secco", compatibilmente con le caratteristiche dei terreni attraversati con carotiere semplice e manovre di lunghezza tale da garantire il massimo recupero di materiale ed il minimo disturbo.

La sonda impiegata è di tipo tradizionale a rotazione con testa idraulica in grado di agire sia in rotazione che con percussione in modo da poter inserire anche l'eventuale tubazione di rivestimento senza o con poca circolazione di fluido.

Il carotiere utilizzato è di tipo a pareti sottili con diametro di 80 mm.

Le "carote" estratte sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici munite di scomparti divisori e coperchio, opportunamente siglate e fotografate.

Sono state inoltre eseguite prove penetrometriche SPT, impiegando un campionatore standard a punta chiusa e prove scissometriche (Vane test) mediante l'uso di uno scissometro ad alta capacità.

I risultati delle suddette prove, assieme alla descrizione delle colonne stratigrafiche e alla quota della superficie piezometrica per i due sondaggi, vengono riportati nell'allegato *Colonne litostratigrafiche*.

Infine, sono stati prelevati n.4 campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche e litotecniche dei suoli che costituiranno le fondazioni delle opere di progetto. Nell'allegato *Prove di laboratorio* viene riportata la tabella riassuntiva delle prove effettuate sui 4 campioni e i certificati di laboratorio relativi al campione di sabbia i cui parametri verranno utilizzati nella *Relazione geotecnica*.



## 7 CONCLUSIONI

Ai fini del “**Progetto per la realizzazione di un parco eolico**”, ubicato nel territorio comunale di Apricena (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 una base sismica a rifrazione in onde P ed S e di quattro profili sismici di tipo *M<sub>asw</sub>*, 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:

- *Calcarenite di Gravina (GRA)* - Breccie calcaree derivanti dall’erosione dal substrato calcareo passanti gradualmente verso l’alto a calcareniti e calciruditi (Piacenziano- Gelasiano).

- *Deposito alluvionale recente ed attuale (b)* sabbie, limi e argille nerastre all’interno delle principali incisioni. In prossimità del Promontorio del Gargano ed all’interno delle valli fluvio-carsiche sono presenti clasti carbonatici con diametro variabile da 2 mm a 5-10 cm, diffusi o concentrati in lenti. Le conoidi alluvionali sono formate da sedimenti limoso-sabbiosi bruni e rossastri poco o per nulla diagenizzati con clasti carbonatici eterometrici a tessiture variabili da fangosostenuta a clasto-sostenuta. Poggiano sui depositi alluvionali di conoide terrazzati ed in copertura sulle unità più antiche. (Olocene)

Da un punto di vista geomorfologico ci troviamo su superfici d’erosione terrazzate che presentano lievi pendenze non affette da problemi di instabilità.

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 tributari del Fiume Candelaro. In genere questi corsi d’acqua tendono ad avere regime idraulico torrentizio legato alla stagionalità delle precipitazioni. Da un punto di vista idrogeologico i litotipi più recenti e superficiali, essendo costituiti prevalentemente da materiali ghiaioso-sabbiosi, hanno una discreta permeabilità per porosità. 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 e negli allegati sono presenti riferimenti ad altre indagini eseguite nell’area.***

## Bibliografia

- AA. VV. AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA (2005) – PIANO DI BACINO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI). RELAZIONE DI PIANO.
- AA. VV. AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA (2005) – PIANO DI BACINO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI). NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE.
- ARGNANI A., FAVALI P., FRUGONI F., GASPERINI M., LIGI M., MARANI M., MATTIETTI G. & MELE G. (1993) – FORELAND DEFORMATION PATTERN IN THE SOUTHERN ADRIATIC SEA. ANN. GEOF. 36, 229-247.
- BONI A., CASNEDI R., CENFAMORE E., COLANTONI P., CREMONINI G., ELMI C., MONESI A., SELLI R., VALLETTA M. (1969) – NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:100.000, FOGLIO n. 155 "SAN SEVERO".
- BOSELLINI A., NERI C. & LUCIANI V. (1993) – PLATFORM MARGIN COLLAPSES AND SEQUENCE STRATIGRAPHIC ORGANIZATION OF CARBONATE SLOPES: CRETACEOUS-EOCENE, GARGANO PROMONTORY, SOUTHERN ITALY. TERRA NOVA, 5, 282-297.
- CIARANFI N., GHISSETTI M., GUIDA G., IACCARINO S., LAMBIASE P., PIERI P., RAPISARDI L., RICCHETTI G., TORRE M., TORTORICI L., VEZZANI L. (1983) - CARTA NEOTETTONICA DELL'ITALIA MERIDIONALE. PUBBL. N° 515 DEL P.F. GEODINAMICA. BARI.
- CIARANFI N., MAGGIORE M., PIERI P., RAPISARDI L. RICCHETTI G. e WALSH N. (1979) – CONSIDERAZIONI SULLA NEOTETTONICA DELLA FOSSA BRADANICA. CONTR. PREL. REALIZ. CARTA NEOTETTONICA D'ITALIA. PUBBL. N° 251 DEL P. F. GEODIM., 73-95, NAPOLI.
- CRESCENTI U. & VIGHI L. (1964).- CARATTERISTICHE GENESI E STRATIGRAFIA DEI DEPOSITI BAUXITICI CRETACICI DEL GARGANO E DELLE MURGE: CENNI SULLE ARGILLE CON PISOLITI BAUXITICHE DEL SALENTO (PUGLIE). BOLL. SOC. GEOL. IT., 83, 5-51.
- D'ARGENIO B. (1974) – LE PIATTAFORME CARBONATICHE PERIADRIATICHE. UNA RASSEGNA DI PROBLEMI NEL QUADRO GEODINAMICO MESOZOICO DELL'AREA MEDITERRANEA. MEM. SOC. GEOL. IT., 13, 137-160.
- DE ALTERIIS G. & AIELLO G. (1993) - STRATIGRAPHY AND TECTONICS OFFSHORE OF PUGLIA (ITALY, SOUTHERN ADRIATIC SEA). MARINE GEOLOGY, 113, 233- 253.

- MORETTI M., PIERI P., RICCHETTI G., SPALLUTO L. (2011) – NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000, FOGLIO n. 396 "SAN SEVERO".
- MOSTARDINI F. & MERLINI S. (1986) – APPENNINO CENTRO-MERIDIONALE. SEZIONI GEOLOGICHE E PROPOSTA DI MODELLO STRUTTURALE. MEM. SOC. GEOL. IT., 35, 177-202.
- RICCHETTI G., CIARANFI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F. & PIERI P. (1988) - GEODINAMICA ED EVOLUZIONE SEDIMENTARIA E TETTONICA DELL'AVAMPANESE APULO. MEM. SOC. GEOL. IT., 41, 57-82.
- TROPEANO M., SABATO L. & PIERI P. (2002) – FILLING AND CANNIBALIZATION OF A FOREDEEP: THE BRADANIC TROUGH (SOUTHERN ITALY). IN "SEDIMENT FLUX TO BASINS: CAUSES, CONTROLS AND CONSEQUENCES" (S.J. JONES AND L.E. FROSTIK, EDS.), PP. 55-79. GEOL. SOC. LONDON, SPEC. PUBL. 191, LONDON.

Siti internet consultati: <http://www.sit.puglia.it/>  
<http://www.isprambiente.gov.it/it>  
<http://www.adb.puglia.it/>  
<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>  
<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>  
<http://csi.rm.ingv.it/>  
[http://emidius.mi.ingv.it/DOM/consult\\_loc.html](http://emidius.mi.ingv.it/DOM/consult_loc.html)

**Allegati**

*Indagini geofisiche*

*Colonne litostratigrafiche*

*Prove di laboratorio*

*Indagini geofisiche*

- *Indagine geofisica (giugno 2012)*
- *Indagine geofisica (aprile 2013)*

Committente: GEO TECNOLOGIE S.r.L.

# INDAGINE GEOFISICA

-----  
*2 BASI SISMICHE a RIFRAZIONE di SUPERFICIE - in onde P e S*  
*1 PROFILO MASW (Multichannel Analysis Surface Wave)*

Relativa a:  
*- Parco Eolico -*

Area di indagine:  
*- agro di Apricena (FG) -*

Data: **giugno 2012**

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

**GIULOCO-prospezioni**

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



*[particolare dell'esecuzione di una battuta in onde P nella Base Sismica B.S.1]*

Elaborati grafici allegati:

- |                          |  |                       |
|--------------------------|--|-----------------------|
| <i>Tavole 1.1-3.</i>     | <i>- Ubicazioni Sondaggi Geofisici</i> | <i>(scala 1:5000)</i> |
| <i>Tavole 2.a-d.1-4.</i> | <i>- Geosismica - Base</i>             | <i>(scala 1:500)</i>  |
| <i>Tavole 2.e-f.1.</i>   | <i>- Geosismica - MASW</i>             |                       |
| <i>Tavole 3.1-6.</i>     | <i>- Documentazione Fotografica</i>    |                       |

## ***GIULOCO-prospezioni***

***del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo***

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 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@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.it/giuloco>

## **INDICE**

<b>1. PREMESSA</b> .....	pag. <b>1</b>
<b>2. PROSPEZIONE GEOFISICA</b>	
- <u>Geosismica a Rifrazione di Superficie - Basi</u> .....	pag. <b>2</b>
- <i>Campagna Geognostica ed Analisi dei Dati</i> .....	pag. <b>3</b>
- <i>Correlazioni</i> .....	pag. <b>5</b>
- <i>Moduli Dinamici e Vs30</i> .....	pag. <b>5</b>
- <i>Elaborazione Tomografica della Sezione Sismostratigrafica</i> .....	pag. <b>7</b>
- <u>Geosismica metodologia MASW</u> .....	pag. <b>10</b>
- <i>Campagna Geognostica ed Analisi dei Dati</i> .....	pag. <b>11</b>

## **ALLEGATI**

<i>Tavole 1.1-3.</i>	- <i>Ubicazioni Sondaggi Geofisici</i>	<i>(scala 1:5000)</i>
<i>Tavole 2.a-d.1-4.</i>	- <i>Geosismica: Basi</i>	<i>(scala 1:500)</i>
<i>Tavole 2.e-f.1.</i>	- <i>Geosismica: MASW</i>	
<i>Tavole 3.1-6.</i>	- <i>Documentazione Fotografica</i>	

## **GIULOCO-prospezioni**

**del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo**

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 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@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.it/giuloco>

### **1. PREMESSA**

Nell'ambito di uno studio geologico inerente la realizzazione di un *'Parco Eolico'* previsto in agro di Apricena (FG), è stata effettuata una campagna geognostica a carattere geofisico, consistente in 2 Basi Sismiche a Rifrazione di Superficie in onde P e S e 1 profilo MASW (Multichannel Analysis Surface Wave) finalizzato alla stima del parametro Vs30 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 1.1-3***; postazioni ed allineamenti dei diversi sondaggi, nonché particolari operativi e strumentali sono mostrati anche nelle foto di ***Tavole 3.1-6***.

I siti indagati non hanno presentato rilevanti difficoltà operative se non quelle legate alla presenza di terreno di riporto (lungo il bordo delle strade) e, a luoghi, al traffico veicolare che ha indotto sulle registrazioni un blando rumore di fondo.

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. n. 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@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.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 giugno 2012 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 55 m con una spaziatura fra gli attacchi di 5 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 Locorotolo**

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 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@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.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 un dispositivo sperimentale 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").

### **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** ed 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 Sismiche B.S.1-2, i **24** geofoni sono stati disposti sul terreno con una spaziatura di **5** 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 informatico basato sull'utilizzo di due programmi della Interpex Limited (Firstpix e Gremix). Per

## **GIULOCO-prospezioni**

**del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo**

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 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@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.it/giuloco>

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 tutte 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:

<b>BASE B.S.1</b>	<b>Vp (m/sec)</b>	<b>h (m)</b>	<b>Vs (m/sec)</b>	<b>BASE B.S.2</b>	<b>Vp (m/sec)</b>	<b>h (m)</b>	<b>Vs (m/sec)</b>
<i>sismostrato 1</i>	<b>320</b>	<b>0.8</b>	<b>140</b>	<i>sismostrato 1</i>	<b>290</b>	<b>1.1</b>	<b>120</b>
<i>sismostrato 2</i>	<b>700</b>	<b>5.0</b>	<b>340</b>	<i>sismostrato 2</i>	<b>640</b>	<b>6.8</b>	<b>250</b>
<i>sismostrato 3</i>	<b>1170</b>	<b>-</b>	<b>670</b>	<i>sismostrato 3</i>	<b>1080</b>	<b>-</b>	<b>540</b>

### ***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 alla seguente successione costituita (dall'alto) da:

#### **B.S.1-2:**

- **ammasso superficiale** ( $Vp = 290-320$  m/sec,  $Vs = 120-140$  m/sec), rappresentato da un ammasso "prevalentemente terroso" (disegnato con il retino a "punti" di colore rosso),

## **GIULOCO-prospezioni**

**del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo**

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 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@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.it/giuloco>

correlabile a terreno vegetale e/o di riporto, sabbioso-limoso con qualche elemento lapideo, aerato, molto poco addensato e compatto, eterogeneo lateralmente;

- **ammasso intermedio** ( $V_p = 640-700$  m/sec,  $V_s = 250-340$  m/sec), rappresentato da un ammasso "prevalentemente terroso" (disegnato con il retino a "punti e tratti" di colore verde), correlabile a sabbie dallo stato sciolto a poco cementate, con livelli di conglomerati e di argille, da poco a mediamente addensato e compatto, eterogeneo lateralmente;

- **ammasso di base** ( $V_p = 1080-1170$  m/sec,  $V_s = 540-670$  m/sec), rappresentato da un ammasso "prevalentemente terroso" (disegnato con il retino a "tratti" di colore blu), correlabile a sabbie a variabile grado di cementazione, con livelli di conglomerati e di argille, da mediamente a molto addensato e compatto, eterogeneo lateralmente.

### ***Moduli dinamici e Vs30***

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 ( $\sigma$ ), il Modulo di Young (**E**, in Kg/cm<sup>2</sup>), il Modulo di Taglio (**G**, in Kg/cm<sup>2</sup>) e il Modulo di Incompressibilità (**K**, in Kg/cm<sup>2</sup>); 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 ( $\gamma$ , in g/cm<sup>3</sup>) dei diversi strati il valore di 2 g/cm<sup>3</sup> (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):

<b>BASE B.S.1</b>	<b><math>V_p</math> (m/sec)</b>	<b><math>V_s</math> (m/sec)</b>	<b><math>\nu</math></b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b>E</b>	<b>G</b>	<b>K</b>	<b>R</b>
<i>sismostrato 1</i>	<b>320</b>	<b>140</b>	<b>0.38</b>	<b>2.00</b>	<b>1100</b>	<b>400</b>	<b>1600</b>	<b>0.28</b>
<i>sismostrato 2</i>	<b>700</b>	<b>340</b>	<b>0.35</b>	<b>2.00</b>	<b>6300</b>	<b>2400</b>	<b>6900</b>	<b>0.68</b>
<i>sismostrato 3</i>	<b>1170</b>	<b>670</b>	<b>0.26</b>	<b>2.00</b>	<b>23000</b>	<b>9200</b>	<b>16000</b>	<b>1.34</b>

## ***GIULOCO-prospezioni***

***del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo***

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 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@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.it/giuloco>

<b><i>BASE B.S.2</i></b>	<b><i>Vp (m/sec)</i></b>	<b><i>Vs (m/sec)</i></b>	<b><i>v</i></b>	<b><i>γ</i></b>	<b><i>E</i></b>	<b><i>G</i></b>	<b><i>K</i></b>	<b><i>R</i></b>
<i>sismostrato 1</i>	<b>290</b>	<b>120</b>	<b>0.40</b>	<b>2.00</b>	<b>820</b>	<b>290</b>	<b>1300</b>	<b>0.24</b>
<i>sismostrato 2</i>	<b>640</b>	<b>250</b>	<b>0.41</b>	<b>2.00</b>	<b>3600</b>	<b>1300</b>	<b>6700</b>	<b>0.50</b>
<i>sismostrato 3</i>	<b>1080</b>	<b>540</b>	<b>0.33</b>	<b>2.00</b>	<b>16000</b>	<b>6000</b>	<b>16000</b>	<b>1.08</b>

I valori di  $V_{s30}$ , calcolati così come previsto dalla recente normativa sismica [ $V_{s30} = 30/\Sigma(h_i/V_{s_i})$  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:

<b><i>BASE SISMICA</i></b>	<b><i>Vs30 (m/sec)</i></b>
<i>B.S.1</i>	<b>530</b>
<i>B.S.2</i>	<b>365</b>

Di seguito 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]:

<b><i>BASE B.S.1</i></b>	<b><i>Vs (m/sec)</i></b>	<b><i>h (m)</i></b>	<b><i>F (Hz)</i></b>
<i>sismostrato 1</i>	<b>140</b>	<b>0.8</b>	<b>43.8</b>
<i>sismostrato 2</i>	<b>340</b>	<b>5.0</b>	<b>17.0</b>

<b><i>BASE B.S.2</i></b>	<b><i>Vs (m/sec)</i></b>	<b><i>h (m)</i></b>	<b><i>F (Hz)</i></b>
<i>sismostrato 1</i>	<b>120</b>	<b>1.0</b>	<b>30.0</b>
<i>sismostrato 2</i>	<b>250</b>	<b>9.6</b>	<b>6.5</b>

## **GIULOCO-prospezioni**

**del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo**

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 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@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.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. Il software utilizzato è il Rayfract 3.20 della Intelligent Resources Inc. (versione 2011).

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. n. 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@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.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 regolare, sia in superficie che in profondità, con:

- una sottile e quasi continua coltre superficiale "lenta" (colore del retino tendente dal giallo al rosso, limite inferiore intorno all'isolinea 500 m/sec) caratterizzata da isolinee ad andamento solo blandamente irregolare, che evidenziano quindi una debole eterogeneità laterale delle caratteristiche elastiche dei litotipi che la costituiscono; lo spessore è sempre esiguo (<1 m); questo orizzonte è correlabile a terreno vegetale e/o di riporto, sabbioso-limoso con qualche elemento lapideo;

- una coltre intermedia relativamente più "veloce" (colore del retino dal verde al ciano, limite superiore intorno all'isolinea 500 m/sec, limite inferiore intorno all'isolinea 1000 m/sec) e dove la velocità aumenta irregolarmente con la profondità, caratterizzata da isolinee ad andamento poco regolare che suggeriscono una certa eterogeneità laterale; lo spessore di questa coltre è intorno ai 2-5 m di spessore e aumenta nella prima metà del profilo indagato; questo orizzonte è correlabile a sabbie dallo stato sciolto a poco cementate, con livelli di conglomerati e di argille;

- un substrato decisamente più "veloce" (colore del retino tendente al blu, limite superiore intorno all'isolinea 1000 m/sec e limite inferiore a fondo sezione) e dove la velocità aumenta molto rapidamente con la profondità, caratterizzato da isolinee ad andamento ancora poco regolare che evidenziano delle variazioni laterali nel grado di addensamento e compattezza (e di cementazione) dei litotipi; questo orizzonte è correlabile a sabbie a variabile grado di cementazione, con livelli di conglomerati e di argille.

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

## GIULOCO-prospezioni

*del Dott. Geol. Giuseppe Locorato*

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 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@teletu.it](mailto:glocorato@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.it/giuloco>

- una sottile e quasi continua coltre superficiale "lenta" (colore del retino tendente dal giallo al rosso, limite inferiore intorno all'isolinea 500 m/sec) caratterizzata da isolinee ad andamento solo blandamente irregolare, che evidenziano quindi una debole eterogeneità laterale delle caratteristiche elastiche dei litotipi che la costituiscono; lo spessore è sempre esiguo (<1 m); questo orizzonte è correlabile a terreno vegetale e/o di riporto, sabbioso-limoso con qualche elemento lapideo;

- una coltre intermedia relativamente più "veloce" (colore del retino dal verde al ciano, limite superiore intorno all'isolinea 500 m/sec, limite inferiore intorno all'isolinea 1000 m/sec) e dove la velocità aumenta rapidamente con la profondità nella parte alta (fino alla 700 m/sec), più lentamente con la profondità nella parte bassa, caratterizzata da isolinee ad andamento poco regolare che suggeriscono una certa eterogeneità laterale; lo spessore di questa coltre è intorno ai 10-12 m di spessore e aumenta verso la parte terminale del profilo indagato; questo orizzonte è correlabile a sabbie dallo stato sciolto a poco cementate, con livelli di conglomerati e di argille;

- un substrato ancora più "veloce" (colore del retino tendente al blu, limite superiore intorno all'isolinea 1000 m/sec e limite inferiore a fondo sezione) e dove la velocità aumenta poco rapidamente con la profondità, caratterizzato da isolinee ad andamento ancora poco regolare che evidenziano delle variazioni laterali nel grado di addensamento e compattezza (e di cementazione) dei litotipi; questo orizzonte è correlabile a sabbie a variabile grado di cementazione, con livelli di conglomerati e di argille.



## **GIULOCO-prospezioni**

**del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo**

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 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@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.it/giuloco>

### **Geosismica - Profili MASW**

L'Ordinanza 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri ha introdotto la nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica. Oltre alle importanti novità relative alle metodologie di calcolo ingegneristico è stata introdotta la Classificazione dei Suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto in 5 Categorie principali (A-E) a cui ne sono aggiunte altre 2 (S1 e S2) per le quali sono richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare, sulla base del parametro Vs30. Questo rappresenta la velocità media ponderale di propagazione delle onde S misurata per 30 m di sottosuolo al di sotto del piano di fondazione.

Le tecniche investigative per l'acquisizione di questo parametro sono essenzialmente di 3 tipi:

- prove sismiche in foro (Down-Hole e Cross-Hole);
- profili sismici con geofoni orizzontali ed energizzatori di onde Sh;
- modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh o del rumore ambientale (SASW, MASW e RE.MI) e l'impiego di geofoni verticali a frequenza più bassa (4.5 Hz) rispetto a quelli utilizzati per la sismica classica (10-14 Hz).

La campagna geognostica è stata svolta nel mese di giugno 2012 ed è stato eseguito 1 profilo MASW a 24 canali.

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh [che sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione (P) e onde di taglio verticali (Sv)], la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità nei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (detta "velocità di fase") che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga (questa proprietà è detta

## **GIULOCO-prospezioni**

**del Dott. Geol. Giuseppe Locorato**

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 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@teletu.it](mailto:glocorato@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.it/giuloco>

“dispersione”). Proprio la proprietà dispersiva delle onde di volume consente di ricostruire il profilo verticale di velocità delle onde di taglio Vs. Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore e presentano normalmente più elevate velocità di fase. L'analisi spettrale del segnale registrato consente di produrre un grafico Frequenza/Velocità di Fase (“overtone analysis”). Da questo grafico, per inversione, si ottiene il profilo verticale delle Vs.

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 ms e 30 sec, filtri in ingresso compresi tra 0 e 950 Hz (per eliminare le frequenze indesiderate) e monitoraggio del noise ambientale in continuo.

I geofoni per il rilievo sismico di superficie (Profilo) sono del tipo verticale a 4.5 Hz. Per questa campagna erano disponibili due diversi cavi geofonici, uno di lunghezza pari a 55 m con una spaziatura fra gli attacchi di 5 m, ed un altro di lunghezza pari a 66 m con una spaziatura fra gli attacchi di 6 m.

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.

### ***Campagna Geognostica ed Analisi dei Dati. Profilo MASW***

L'indagine geosismica di superficie è consistita quindi nell'esecuzione di **1** Profilo MASW, siglato MASW1.

Per quanto riguarda la geometria adottata, i **24** geofoni sono stati disposti sul terreno con una spaziatura di **1.0** m; sono state effettuate diverse registrazioni in due punti di scoppio siglati P6 e P20 posti rispettivamente a 6 e a 20 m dal geofono G24, lungo lo stesso allineamento, in posizione esterna allo stendimento geofonico. Quindi, l'intero stendimento per il Profilo eseguito

## **GIULOCO-prospezioni**

**del Dott. Geol. Giuseppe Locorato**

(iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 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@teletu.it](mailto:glocorato@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.it/giuloco>

risulta di **43** m. La profondità di investigazione raggiunta è valutabile in circa 30 m dal piano campagna e la verticale indagata passa all'incirca dalla metà dello stendimento geofonico (grosso modo tra i geofoni G12 e G13).

Delle diverse registrazioni eseguite è stata individuata quella con il migliore rapporto segnale/rumore ed è stata elaborata ed interpretata.

Il sismogramma sperimentale (vedi **Tavola 2.e.1.**) preso in esame è relativo ad una registrazione eseguita con punto di scoppio in P20 (posto a 20 m dal G24). Questa traccia è stata letta, elaborata ed interpretata utilizzando un procedimento informatico basato sull'utilizzo di un programma della Kansas Geological Survey (Surfseis v. 2.1). Ottenuto il grafico **Frequenza/Velocità di Fase** (vedi **Tavola 2.f.1.**) si è proceduto con il picking (cioè con la selezione dei punti di massima intensità del segnale); questa operazione ha consentito di ottenere la **curva di dispersione** la cui inversione ha fornito infine il profilo verticale delle Vs (vedi **Tavola 2.f.1.**).

Va notato che il processo di inversione della **curva di dispersione** può portare a più di una soluzione e quindi a più di una sequenza sismostratigrafica, ma la velocità media ponderale calcolata fino a 30 m di profondità (o comunque per 30 m di profondità a partire dal piano di fondazione presunto) non cambia in maniera significativa. Pertanto, il valore di Vs30 ottenuto è da considerarsi attendibile e valido, mentre la sequenza sismostratigrafica desunta può presentare un margine di variabilità negli spessori e nelle velocità dei singoli sismostrati più o meno significativo. Di seguito si riporta in tabella la sequenza sismostratigrafica ottenuta (dove Vs è la velocità delle onde S in m/sec dell'iesimo strato, z è la profondità in metri del letto dell'iesimo strato, h è lo spessore in metri dell'iesimo strato).

## **GIULOCO-prospezioni**

**del Dott. Geol. Giuseppe Locorato**

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

<b>MASW1</b>	<b>Vs (m/sec)</b>	<b>z (m)</b>	<b>h (m)</b>
<i>strato 1</i>	<b>211</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>
<i>strato 2</i>	<b>145</b>	<b>2.2</b>	<b>1.2</b>
<i>strato 3</i>	<b>220</b>	<b>3.8</b>	<b>1.6</b>
<i>strato 4</i>	<b>342</b>	<b>5.7</b>	<b>1.9</b>
<i>strato 5</i>	<b>378</b>	<b>8.2</b>	<b>2.5</b>
<i>strato 6</i>	<b>314</b>	<b>11.2</b>	<b>3.0</b>
<i>strato 7</i>	<b>261</b>	<b>15.0</b>	<b>3.8</b>
<i>strato 8</i>	<b>573</b>	<b>19.8</b>	<b>4.8</b>
<i>strato 9</i>	<b>720</b>	<b>25.8</b>	<b>6.0</b>
<i>strato 10</i>	<b>985</b>	<b>30.0</b>	<b>4.2</b>

Il valore di  $V_{s30}$ , calcolato così come previsto dalla recente normativa sismica [ $V_{s30} = 30/\Sigma(h_i/V_{s_i})$  dove  $h_i$  = spessore medio in m dello strato  $i$ esimo,  $V_{s_i}$  = velocità onde S in m/sec dello strato  $i$ esimo] ed utilizzabile come parametro di riferimento per la classificazione dei terreni in esame, è riportato nella tabella seguente:

<b>Profilo MASW</b>	<b>Vs30 (m/sec)</b>
<b>MASW1</b>	<b>390</b>

Matera, giugno 2012

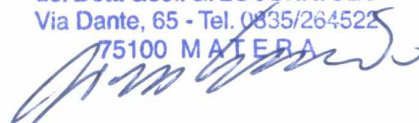
## **GIULOCO-prospezioni**

**del Dott. Geol. Giuseppe Locorato**

tel & fax 0835/264522

Via Dante, 65 - 75100 Matera

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



**GIULOCO-prospezioni**

**del Dott. Geol. Giuseppe Locorato**

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

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

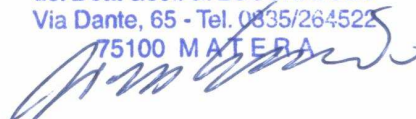
Indirizzo E-mail: [glocorato@teletu.it](mailto:glocorato@teletu.it) - Indirizzo WEB: <http://home.teletu.it/giuloco>

**TAVOLE GRAFICHE ALLEGATE:**

- Tavole 1.1-3.* - *Ubicazioni Sondaggi Geofisici* (scala 1:5000)
- Tavole 2.a-d.1-4.* - *Geosismica: Basi* (scala 1:500)
- Tavole 2.e-f.1.* - *Geosismica: MASW*
- Tavole 3.1-6.* - *Documentazione Fotografica*

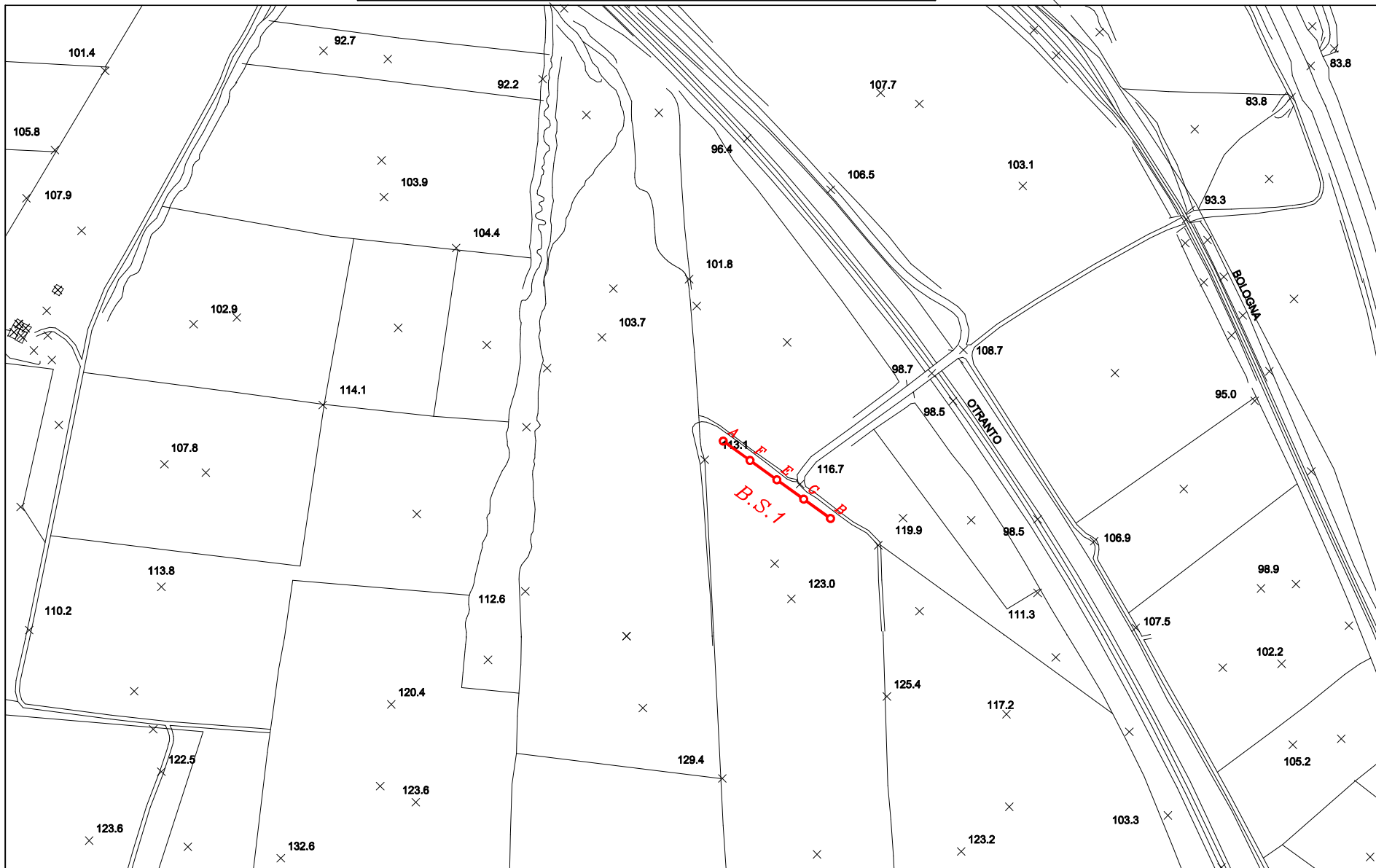
**GIULOCO - prospezioni**  
**del Dott. Geol. G. LOCORATO**  
Via Dante, 65 - Tel. 0835/264522

75100 MATERA



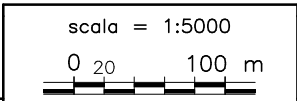
# UBICAZIONE SONDAGGI GEOFISICI

TAVOLA 1.1.



**GIULOCO - prospezioni**  
Via Dante, 65 - MATERA

committente: **GEO TECNOLOGIE S.r.L.**  
indagine relativa a: **Parco Eolico**  
campagna di: **giugno 2012**  
località: agro di **APRICENA (FG)**



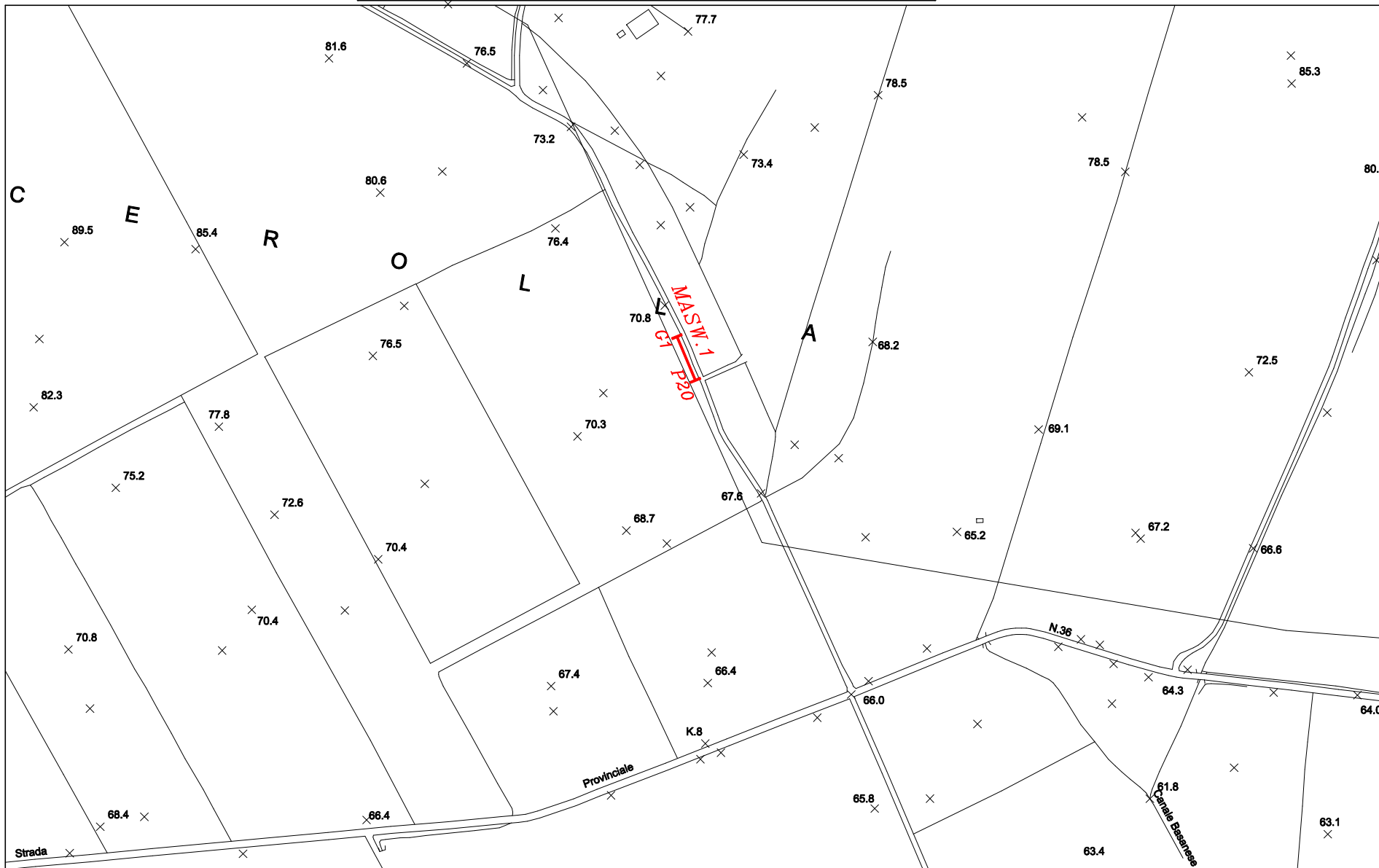
**LEGENDA**

punto di scoppio    geofono

ubicazione e direzione di stendimento di Base Sismica

# UBICAZIONE SONDAGGI GEOFISICI

TAVOLA 1.2.



**GIULOCO - prospezioni**

Via Dante, 65 - MATERA

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

campagna di:  
**giugno 2012**  
località: agro di  
**APRICENA (FG)**

scala = 1:5000



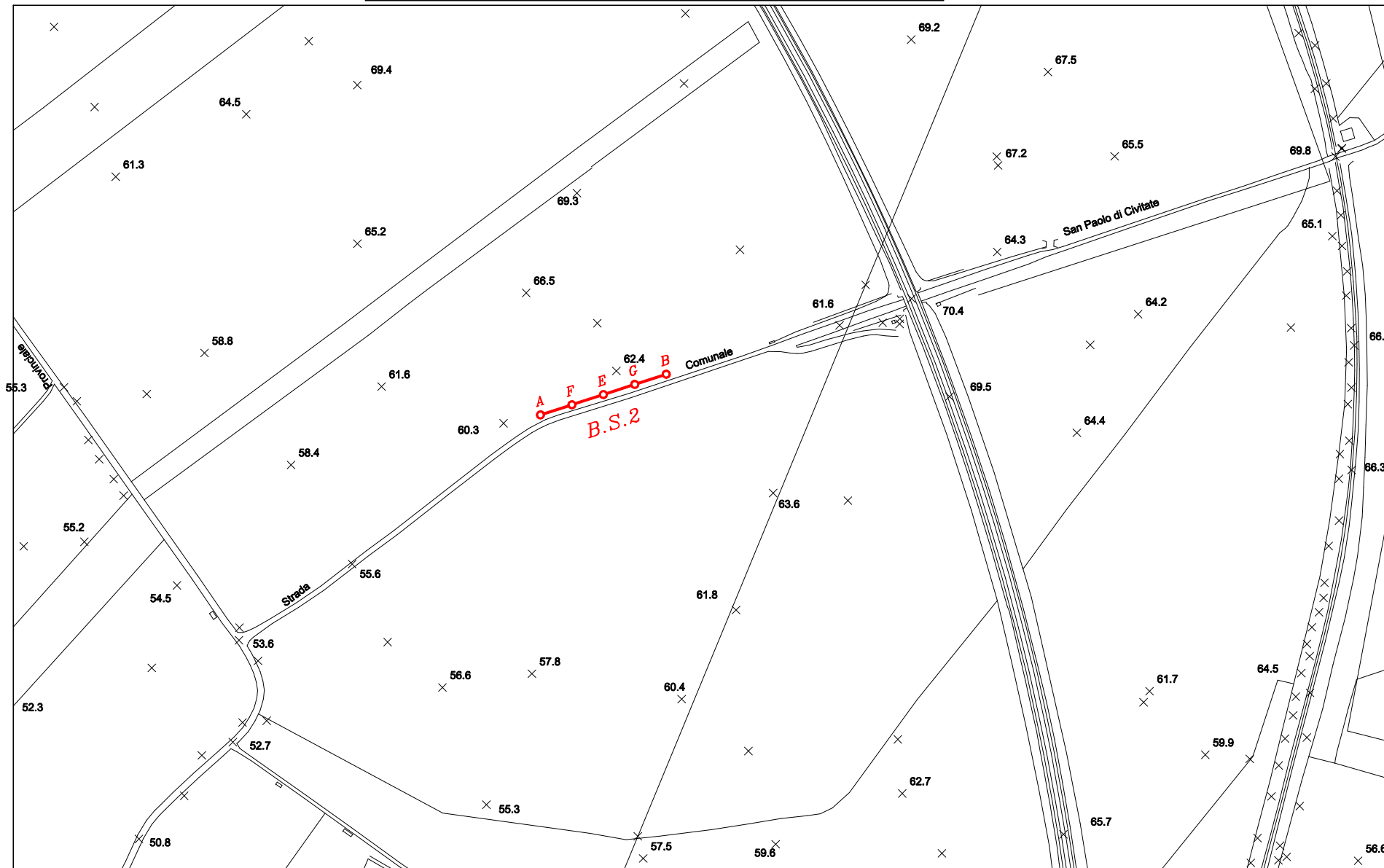
## LEGENDA

geofono  
punto di scoppio  
**MASW.1 G1 P20**

ubicazione e direzione  
di stendimento di  
Prova MASW

# UBICAZIONE SONDAGGI GEOFISICI

TAVOLA 1.3.



**GIULOCO - prospezioni**

Via Dante, 65 - MATERA

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.l.**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

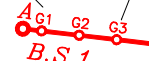
campagna di:  
**giugno 2012**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

scala = 1:5000



punto di scoppio geofono



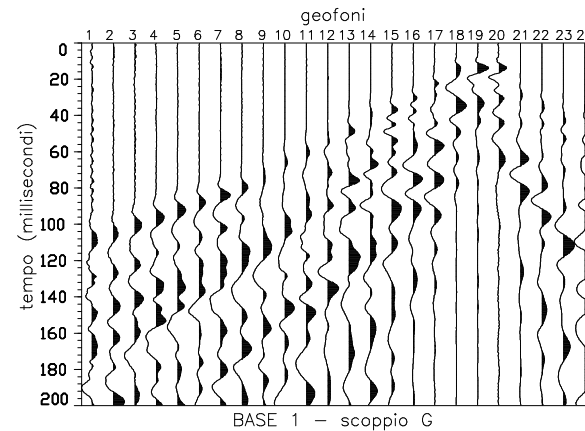
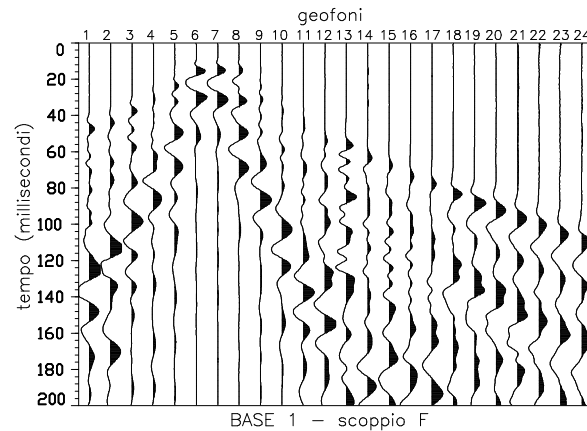
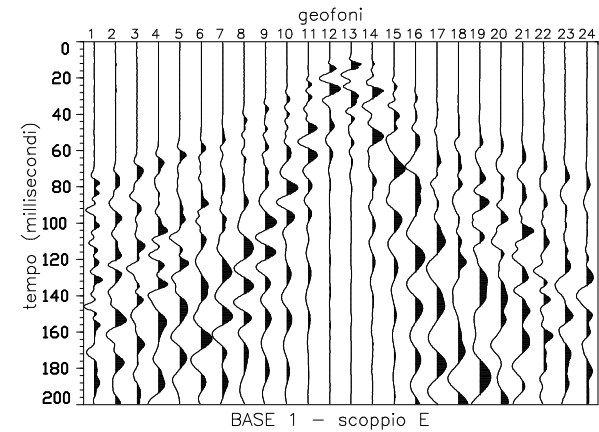
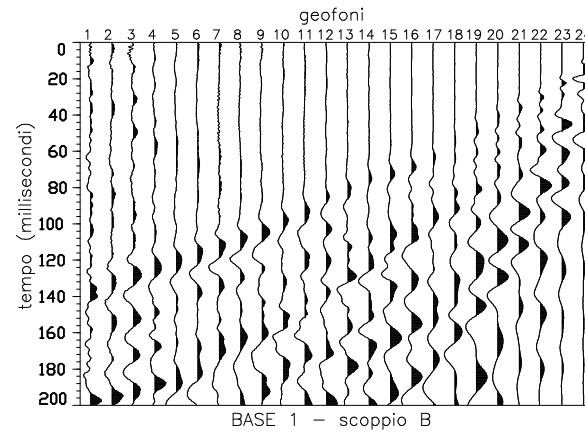
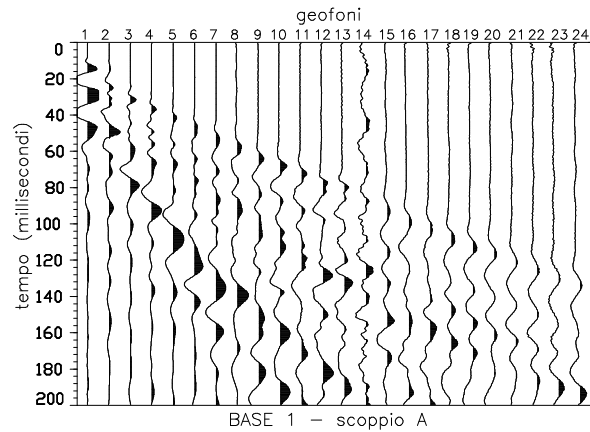
## LEGENDA

ubicazione e direzione  
di stendimento di  
Base Sismica



**SISMOGRAMMI ONDE P – BASE SISMICA B.S.1**

TAVOLA 2.a.1.



**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 – Matera

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

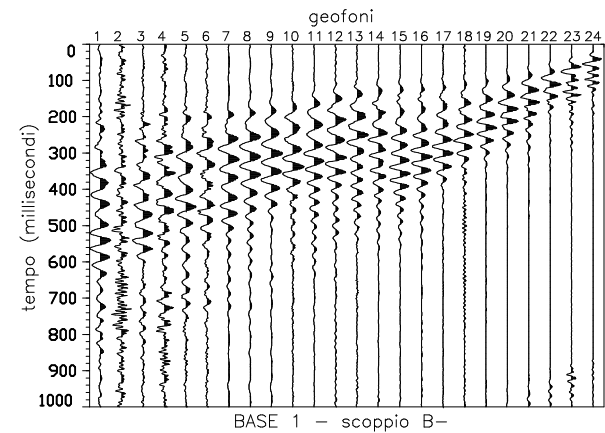
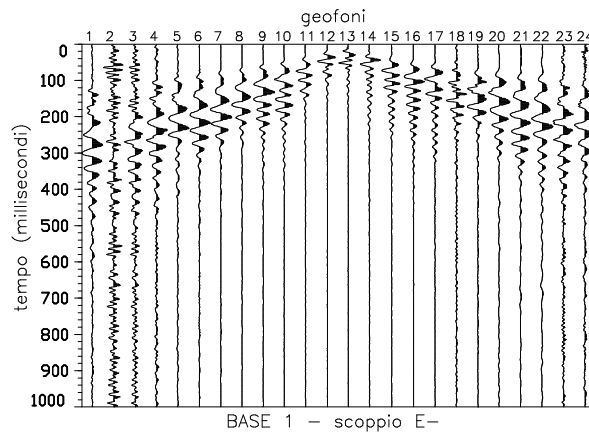
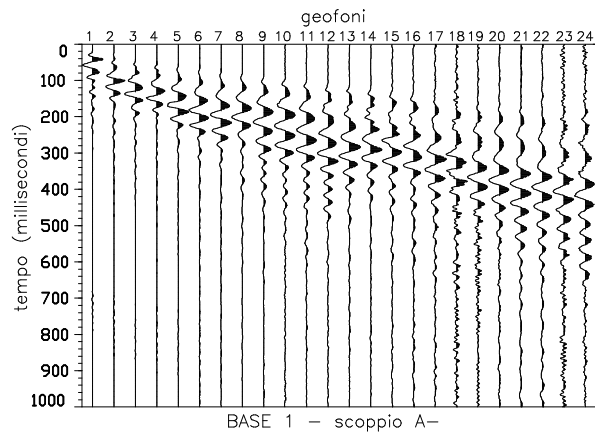
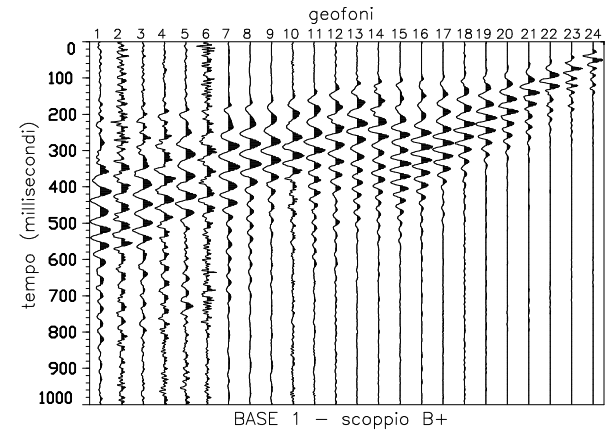
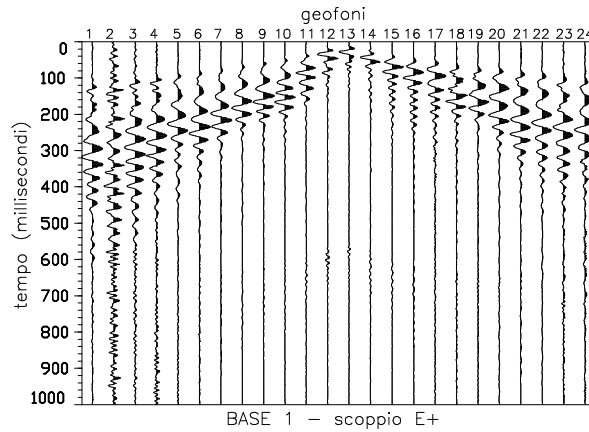
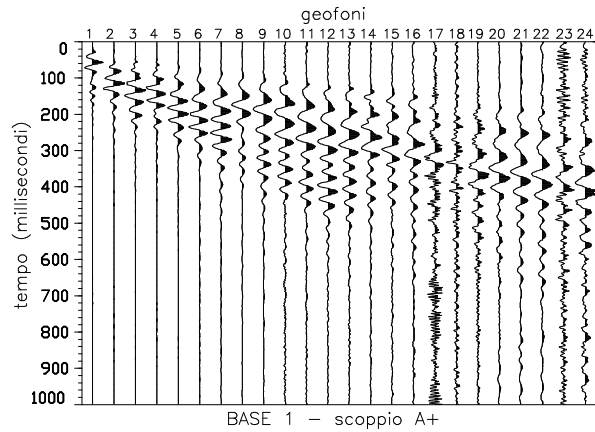
campagna di:  
**giugno 2012**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

**ONDE P – punti di scoppio A-F-E-G-B**

**SISMOGRAMMI ONDE S – BASE SISMICA B.S.1**

TAVOLA 2.a.2.



**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 – Matera

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

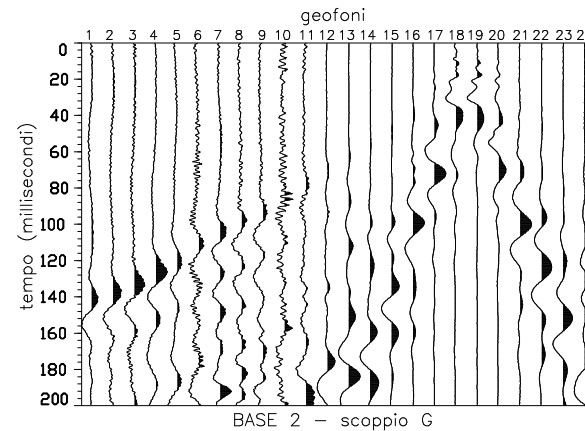
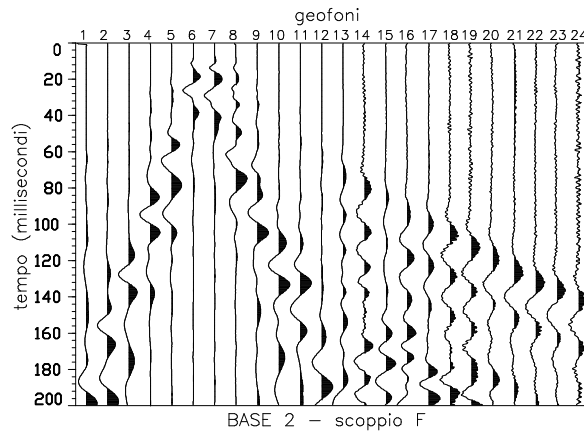
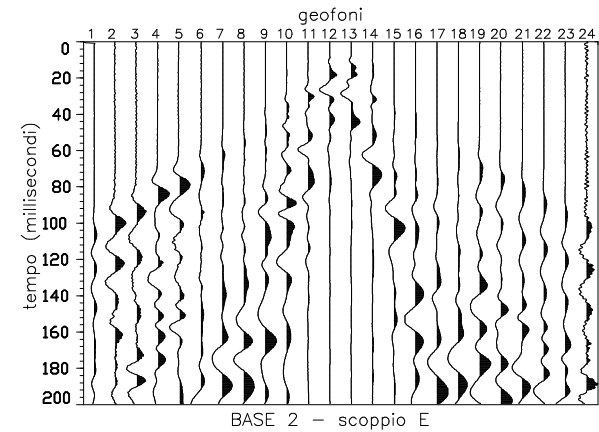
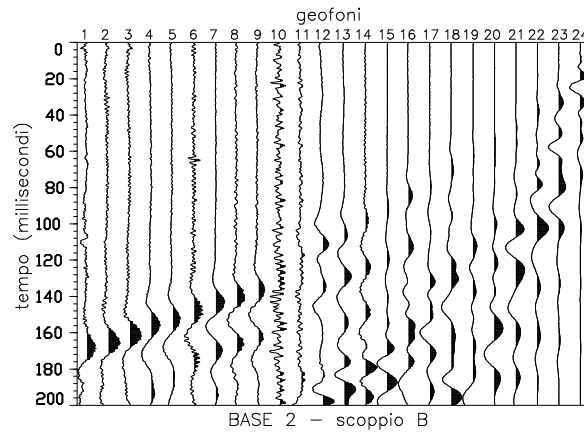
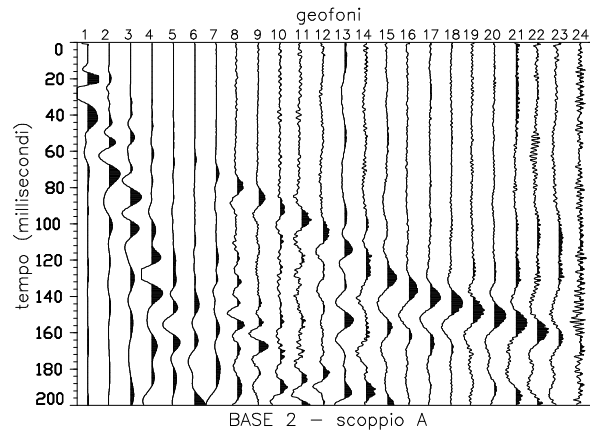
campagna di:  
**giugno 2012**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

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

**SISMOGRAMMI ONDE P – BASE SISMICA B.S.2**

TAVOLA 2.a.3.



**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 – Matera

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

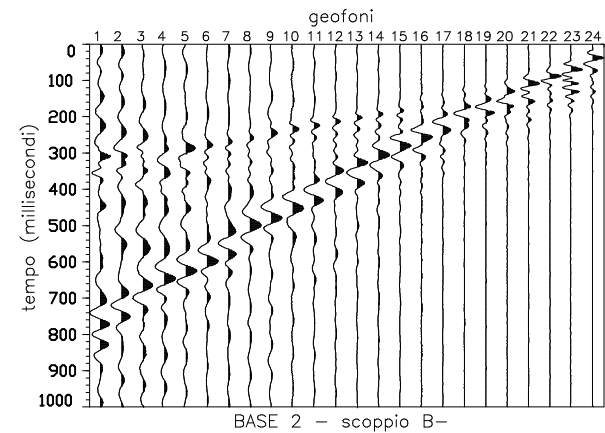
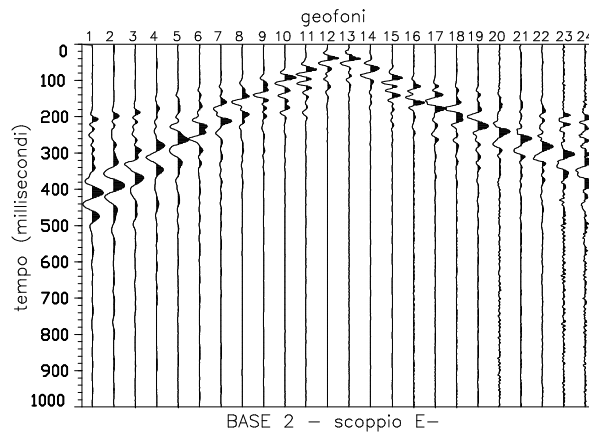
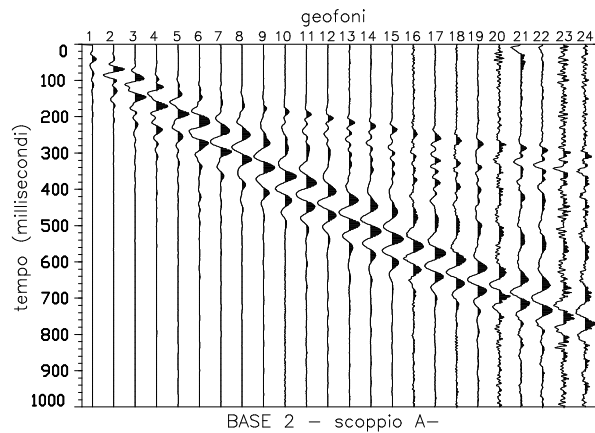
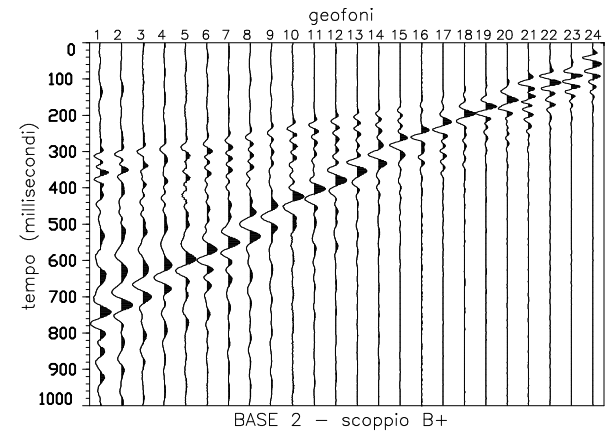
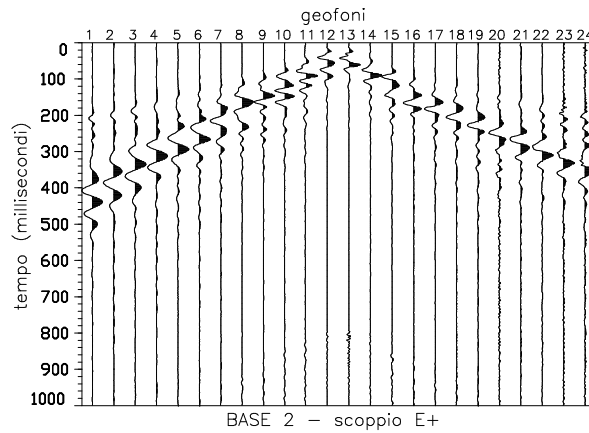
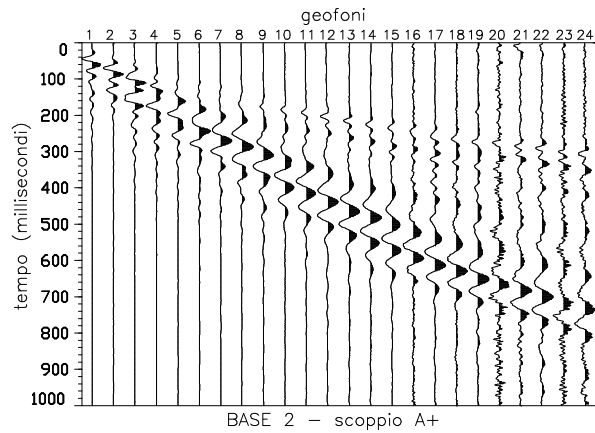
campagna di:  
**giugno 2012**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

**ONDE P – punti di scoppio A-F-E-G-B**

**SISMOGRAMMI ONDE S – BASE SISMICA B.S.2**

TAVOLA 2.a.4.



**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 – Matera

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

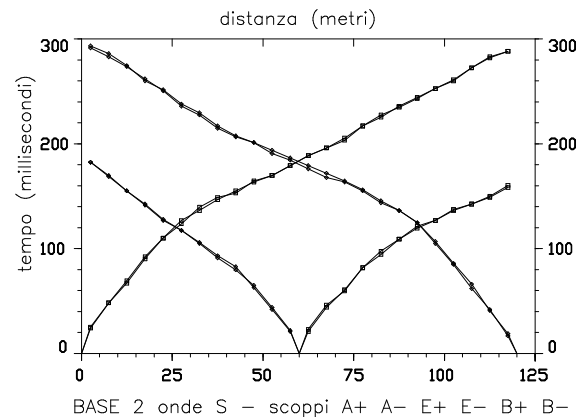
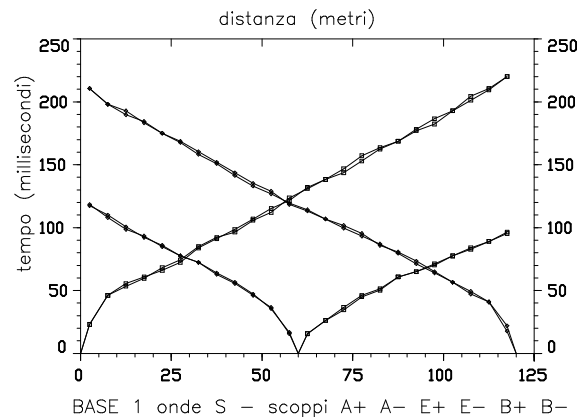
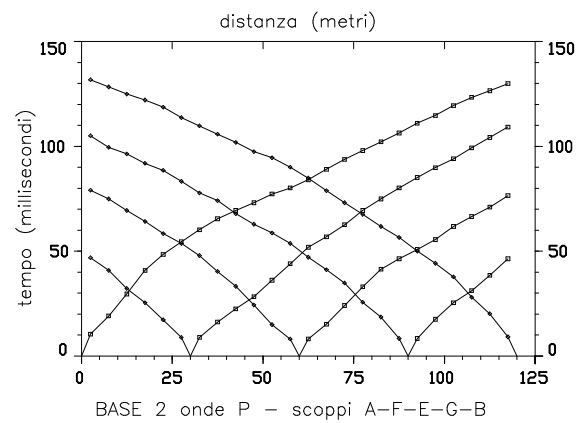
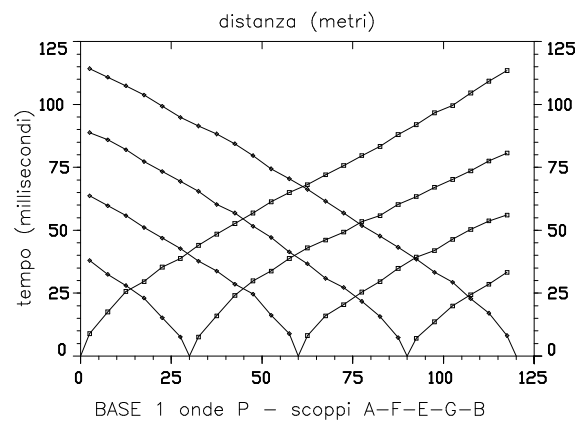
campagna di:  
**giugno 2012**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

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

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

TAVOLA 2.b.1.



**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 - Matera

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

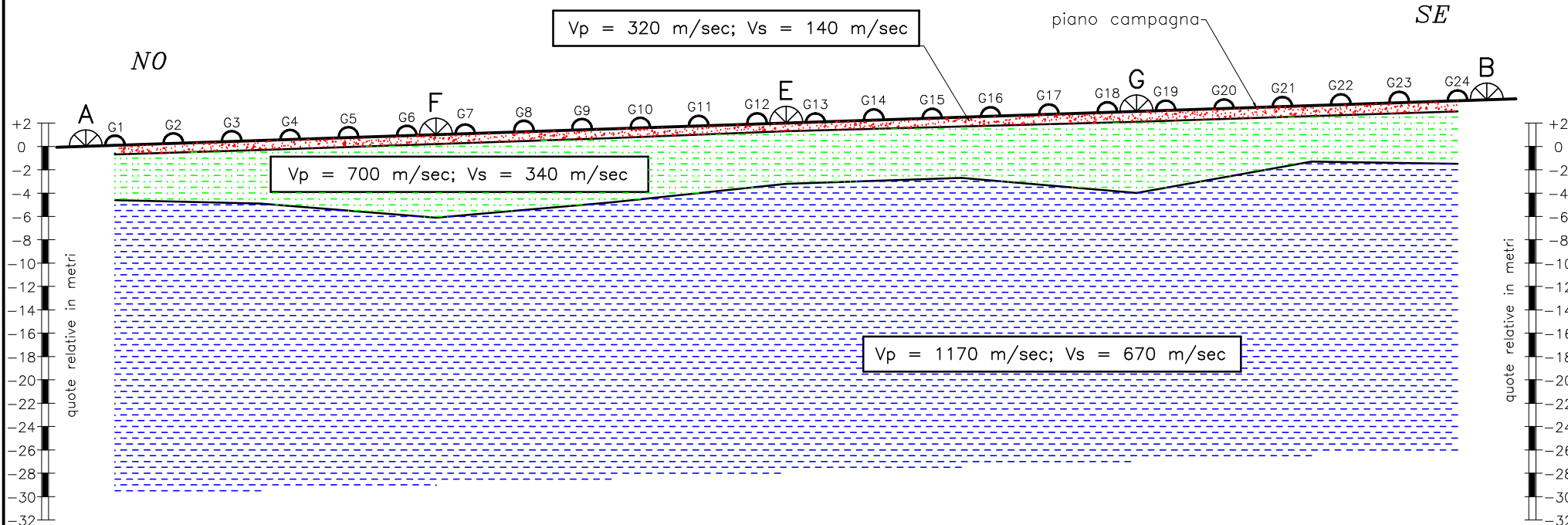
campagna di:  
**giugno 2012**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

**ONDE P e S**

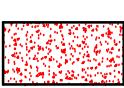
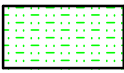
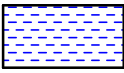
# SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – BASE SISMICA B.S.1

TAVOLA 2.c.1.



## PARAMETRI DINAMICI e CORRELAZIONI



$V_{S30} = 530$  m/sec

SISMOSTRATO	velocità onde P [m/sec]	velocità onde S [m/sec]	Modulo di Poisson	Modulo di Young [Kg/cmq]	Rigidità Sismica [t/mc*Km/sec]
 -1-	320	140	0.38	1100	0.28
 -2-	700	340	0.35	6300	0.68
 -3-	1170	670	0.26	23000	1.34

scala = 1:500



### LEGENDA

- punti di scoppio  A  
geofoni  G1  
velocità onde P e S xxx m/sec
- Lunghezza profilo: 120 m
  - Distanza intergeofonica: 5 m
  - Numero geofoni: 24
  - Numero punti di scoppio: 5
  - Quota media: circa - m s.l.m.

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

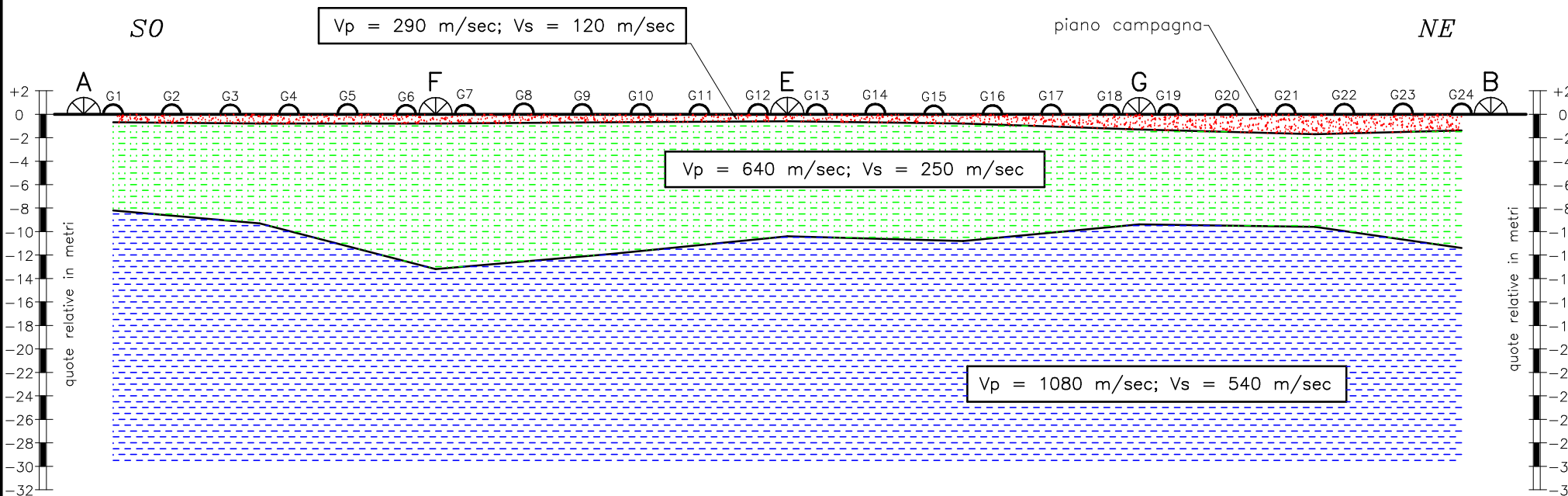
campagna di:  
**giugno 2012**

località: agro di  
**APRICENA (FC)**

GIULOCO - prospezioni  
Via Dante, 65 - MATERA

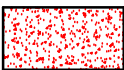
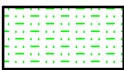
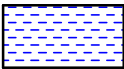
# SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA – BASE SISMICA B.S.2

TAVOLA 2.c.2.

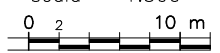


## PARAMETRI DINAMICI e CORRELAZIONI



$V_{S30} = 365$  m/sec

SISMOSTRATO	velocità onde P [m/sec]	velocità onde S [m/sec]	Modulo di Poisson	Modulo di Young [Kg/cmq]	Rigidità Sismica [t/mc*Km/sec]
 -1-	290	120	0.40	820	0.24
 -2-	640	250	0.41	3600	0.50
 -3-	1080	540	0.33	16000	1.08

scala = 1:500



### LEGENDA

- punti di scoppio  A
- geofoni  G1
- velocità onde P e S xxx m/sec
- Lunghezza profilo: 120 m
- Distanza intergeofonica: 5 m
- Numero geofoni: 24
- Numero punti di scoppio: 5
- Quota media: circa - m s.l.m.

GIULOCO - prospezioni  
Via Dante, 65 - MATERA

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

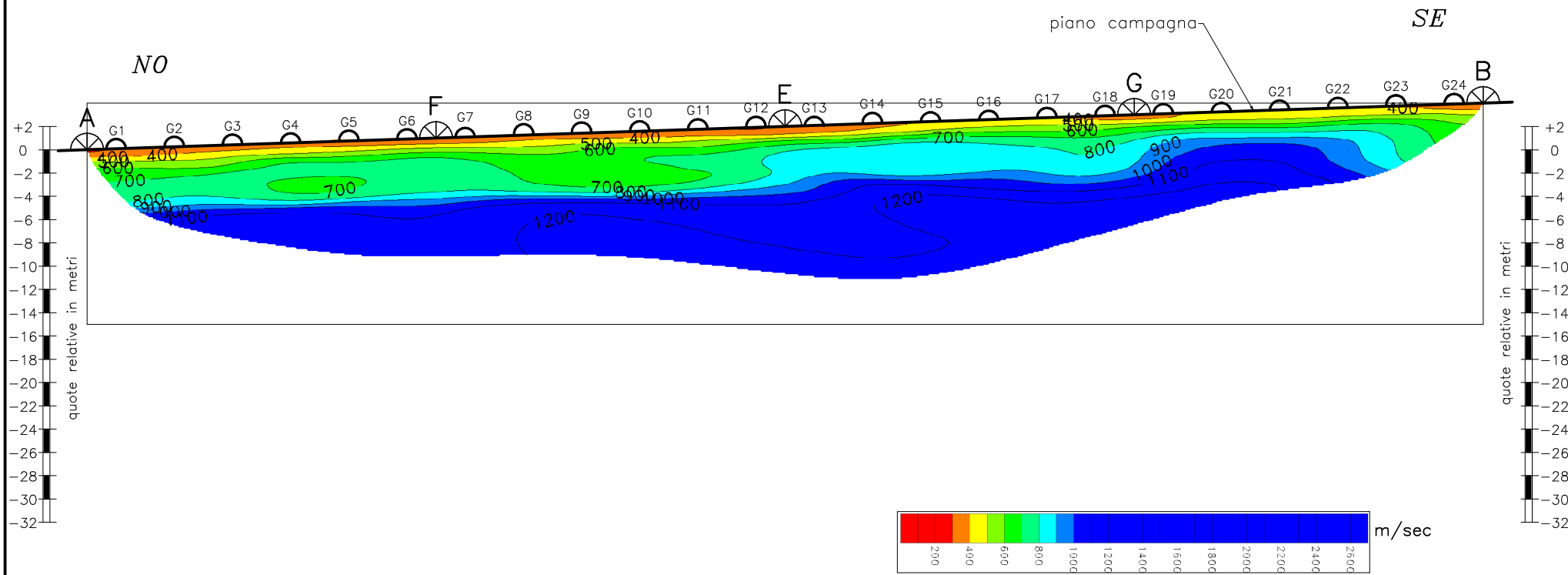
indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

campagna di:  
**giugno 2012**

località: agro di  
**APRICENA (FC)**

**ELABORAZIONE TOMOGRAFICA – BASE SISMICA B.S.1**

TAVOLA 2.d.1.



committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

campagna di:  
**giugno 2012**

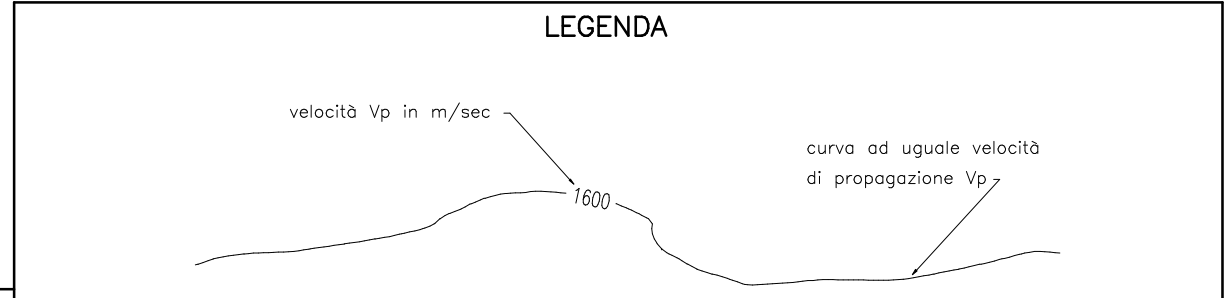
località: agro di  
**APRICENA (FC)**

**LEGENDA**

punti di scoppio  A  
geofoni  G1

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

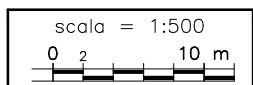
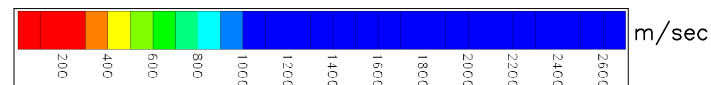
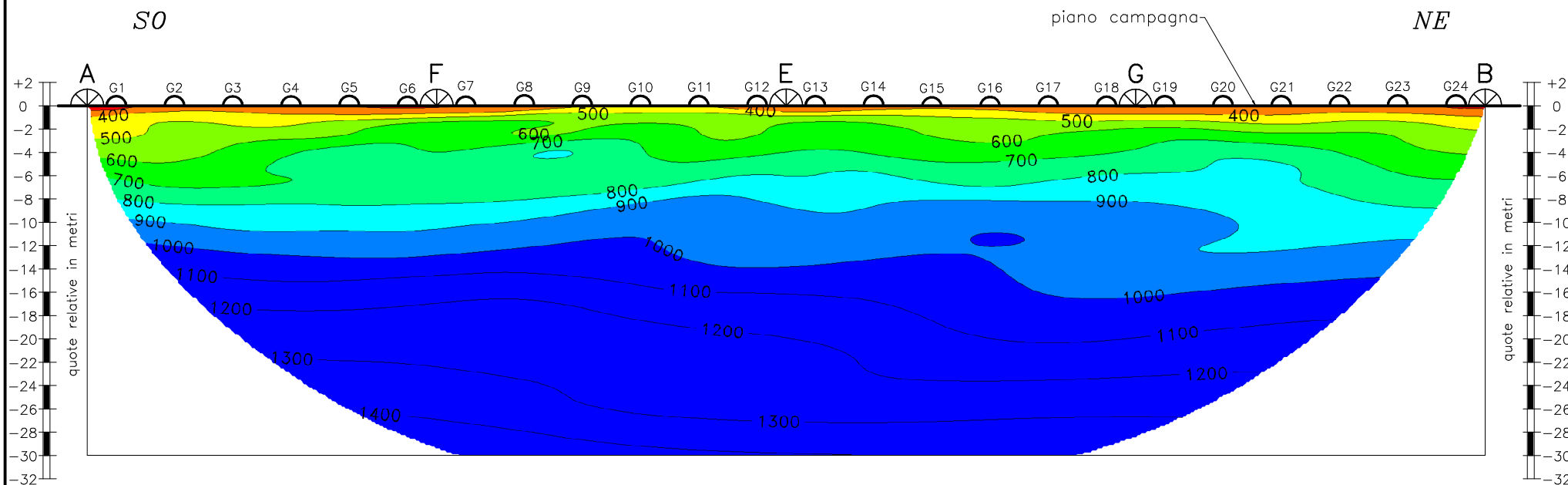
**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 – MATERA





**ELABORAZIONE TOMOGRAFICA – BASE SISMICA B.S.2**

TAVOLA 2.d.2.





committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

campagna di:  
**giugno 2012**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

**LEGENDA**

punti di scoppio   
geofoni 

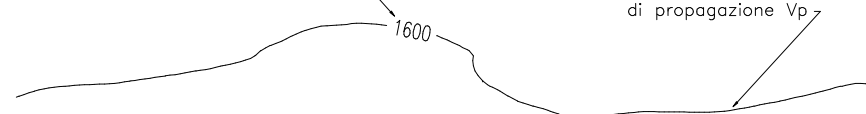
- Lunghezza profilo: 120 m
- Distanza intergeofonica: 5 m
- Numero geofoni: 24
- Numero punti di scoppio: 5
- Quota media: circa - m s.l.m.

**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 – MATERA

**LEGENDA**

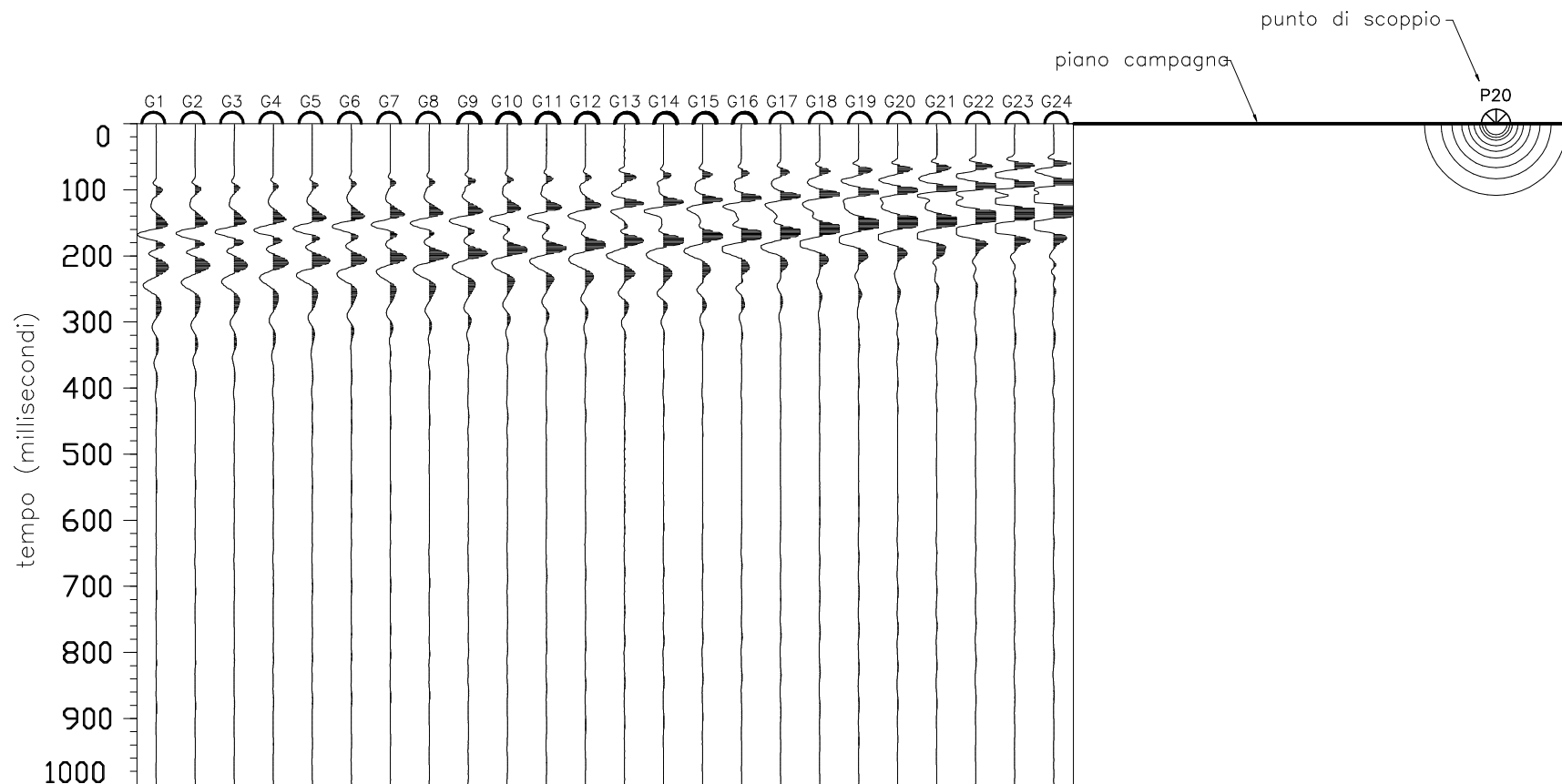
velocità Vp in m/sec

curva ad uguale velocità  
di propagazione Vp



# SISMOGRAMMA MASW.1

TAVOLA 2.e.1.



MASW.1

**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 - Matera

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

campagna di:  
**giugno 2012**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

*Registrazione eseguita con punto di scoppio in P20, posto a 20 m dal G24*

**ELABORATI MASW.1**

TAVOLA 2.f.1.

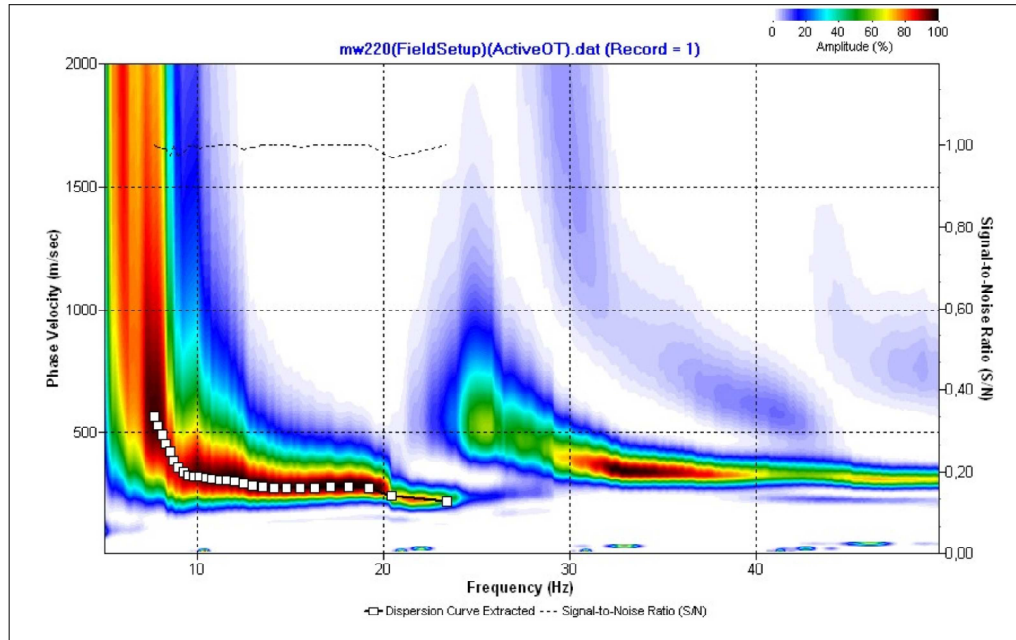
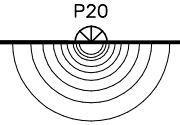
NO

SE

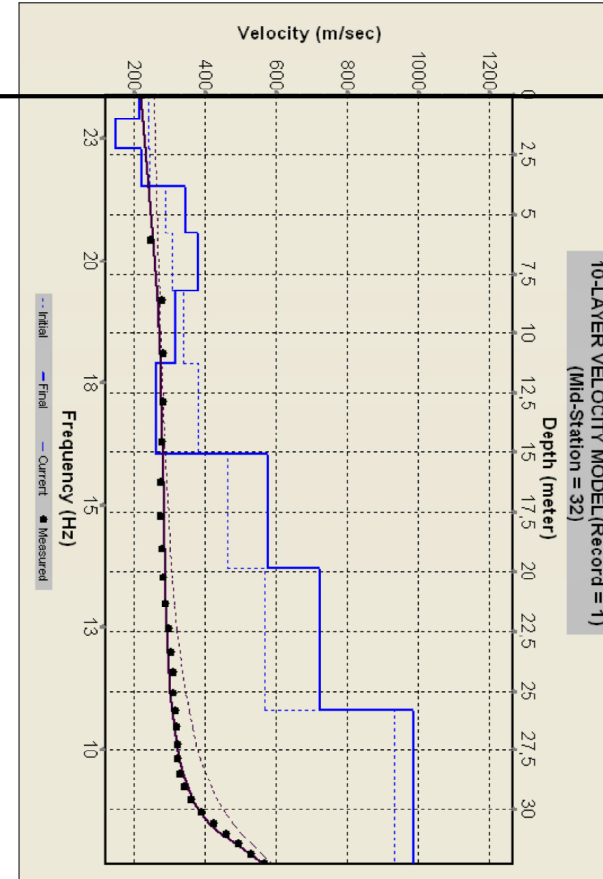
postazioni geofoniche (d = 1 m)  
G1 G2 G3 G4 G5 G6 G7 G8 G9 G10 G11 G12 G13 G14 G15 G16 G17 G18 G19 G20 G21 G22 G23 G24

piano campagna

punto di scoppio



*Grafico FREQUENZA/VELOCITÀ di FASE*



*CURVA di DISPERSIONE e ISTOGRAMMA di VELOCITÀ*

**$V_{s30} = 390 \text{ m/sec}$**

**GIULOCO - prospezioni**  
Via Dante, 65 - Matera

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

campagna di:  
**giugno 2012**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

*Registrazione eseguita con punto di scoppio in P20 posto a 20 m dal G24*



Foto 1: Postazione ed allineamento della Base Sismica B.S.1 [parte iniziale]  
– punto di vista nei pressi del punto di scoppio A, da NO verso SE –



Foto 2: Postazione ed allineamento della Base Sismica B.S.1 [parte terminale]  
– punto di vista nei pressi del punto di scoppio B, da SE verso NO –

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

campagna di:  
**giugno 2012**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 – Matera



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 –

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

campagna di:  
**giugno 2012**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 – Matera



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 –

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

campagna di:  
**giugno 2012**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

**GIULOCO**–prospezioni  
Via Dante, 65 – Matera



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 -

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

campagna di:  
**giugno 2012**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 - Matera



Foto 9: Postazione ed allineamento del MASW.1  
– punto di vista nei pressi della postazione geofonica G1, da NO verso SE –



Foto 10: Postazione ed allineamento del MASW.1  
– punto di vista nei pressi della postazione geofonica G24, da SE verso NO –

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

campagna di:  
**giugno 2012**

indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 – Matera





Foto 11: Postazione ed allineamento del MASW.1  
– particolare della battuta nel punto di scoppio P6 –



Foto 12: Particolare di un geofono utilizzato nella Prova MASW.1

committente:  
**GEO TECNOLOGIE S.r.L.**

campagna di:  
**giugno 2012**

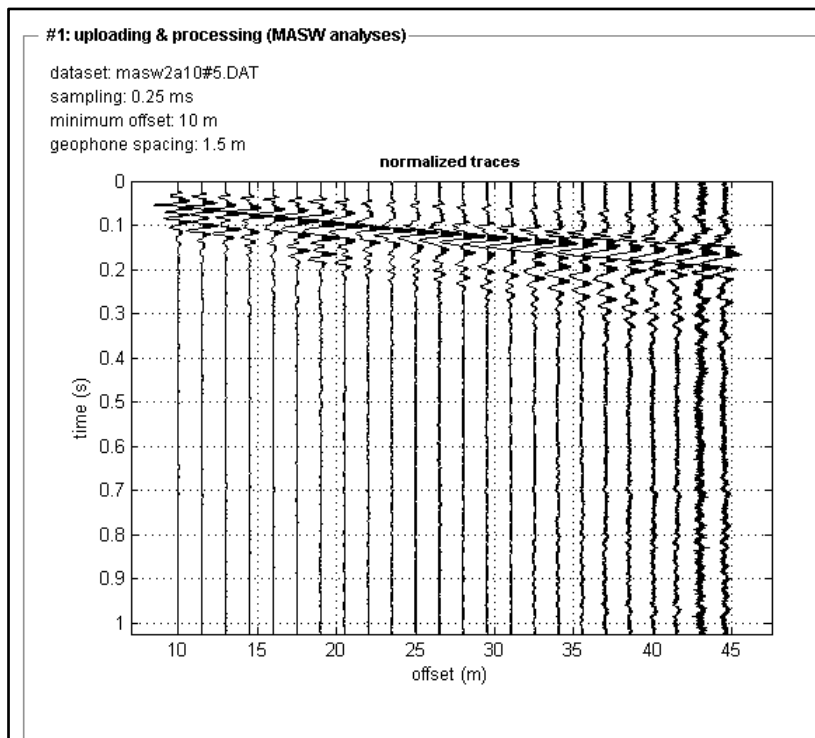
indagine relativa a:  
**Parco Eolico**

località: agro di  
**APRICENA (FG)**

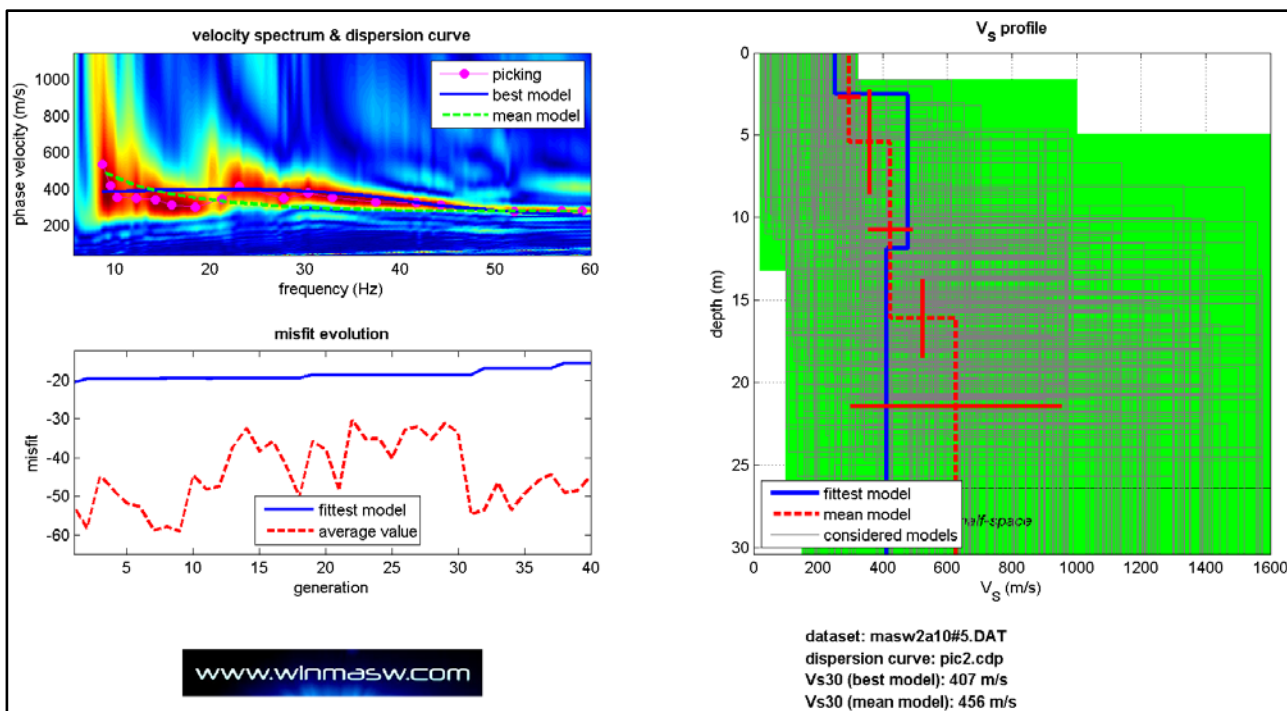
**GIULOCO-prospezioni**  
Via Dante, 65 – Matera



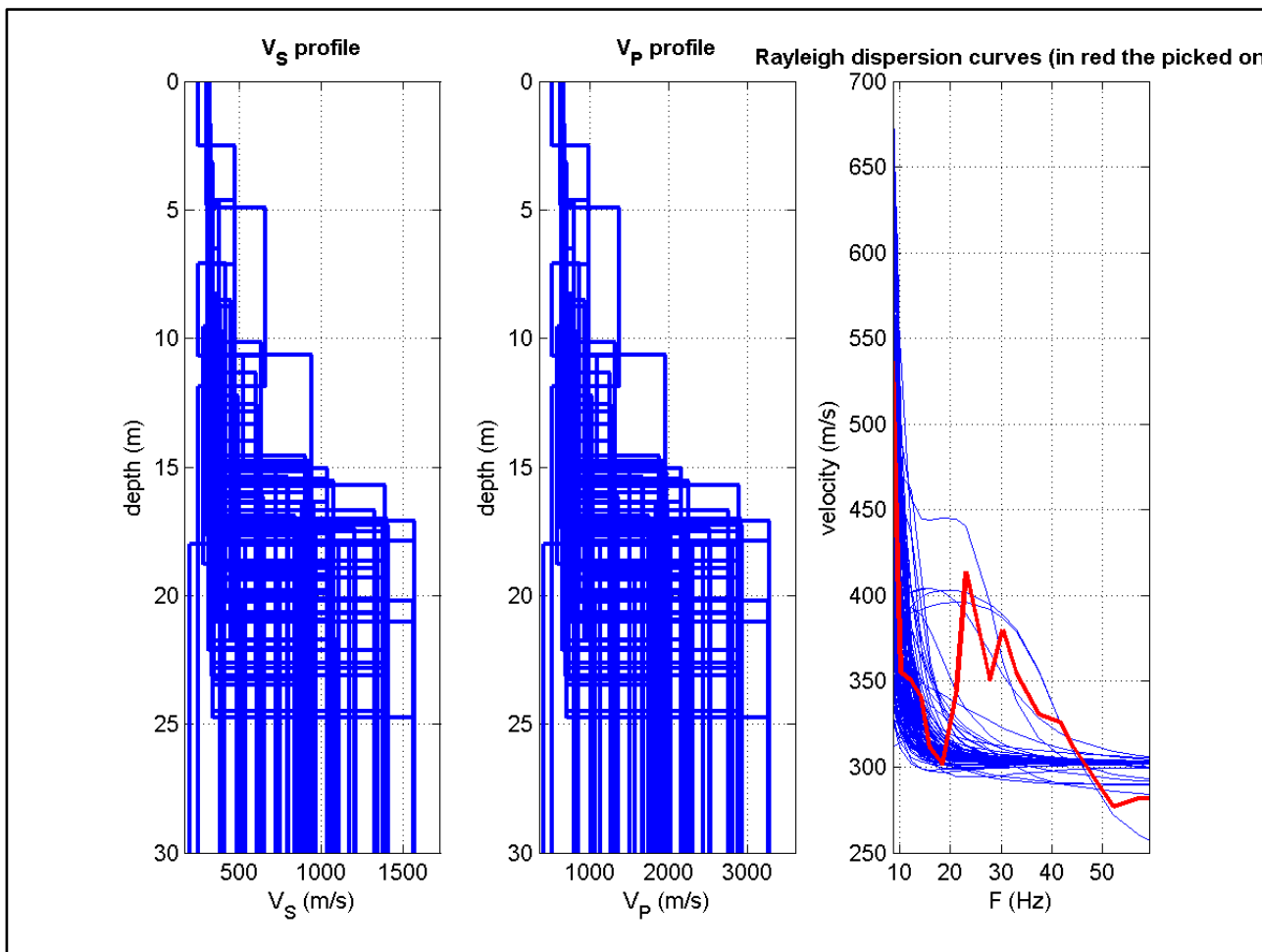
Stendimento per il profilo MASW2



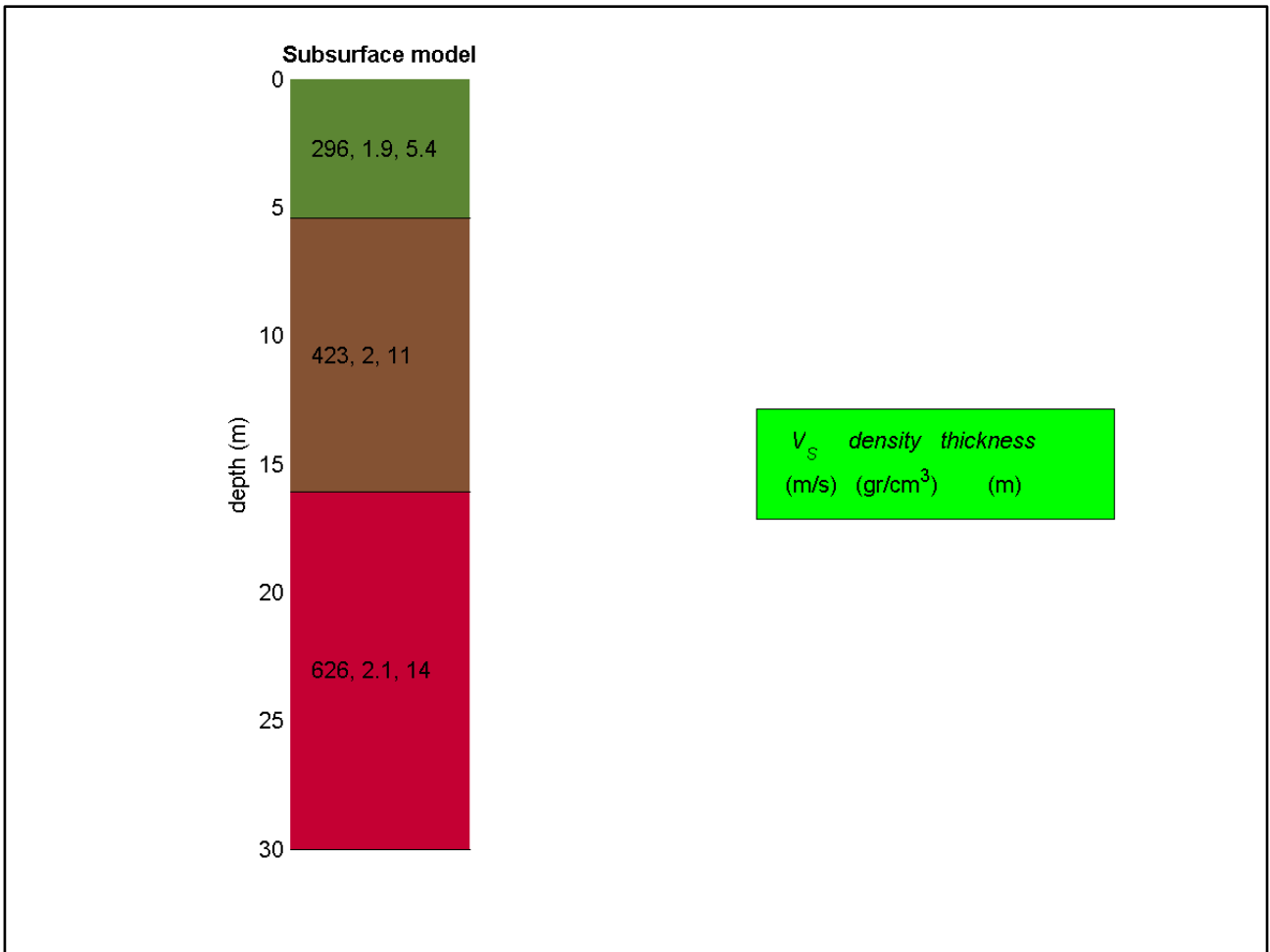
Traccia elaborata (P10)



Elaborati grafici winMASW



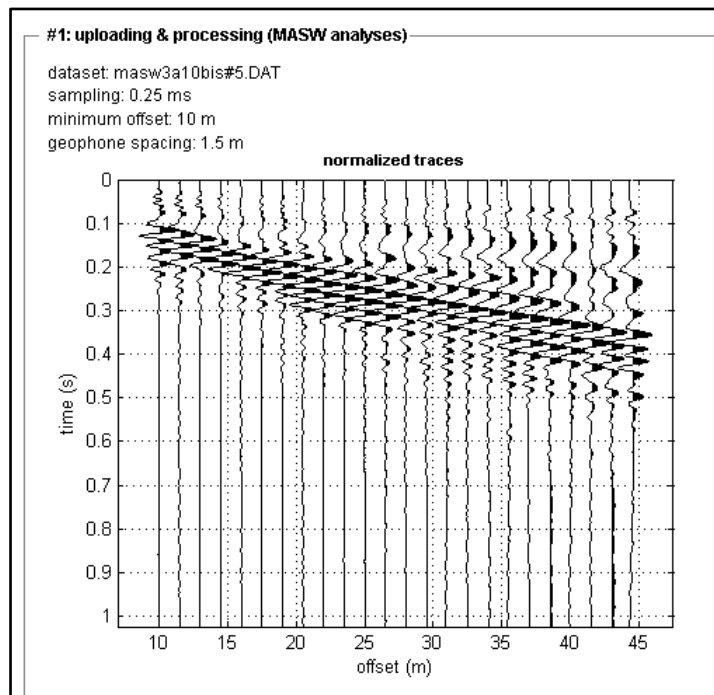
Elaborati grafici winMASW



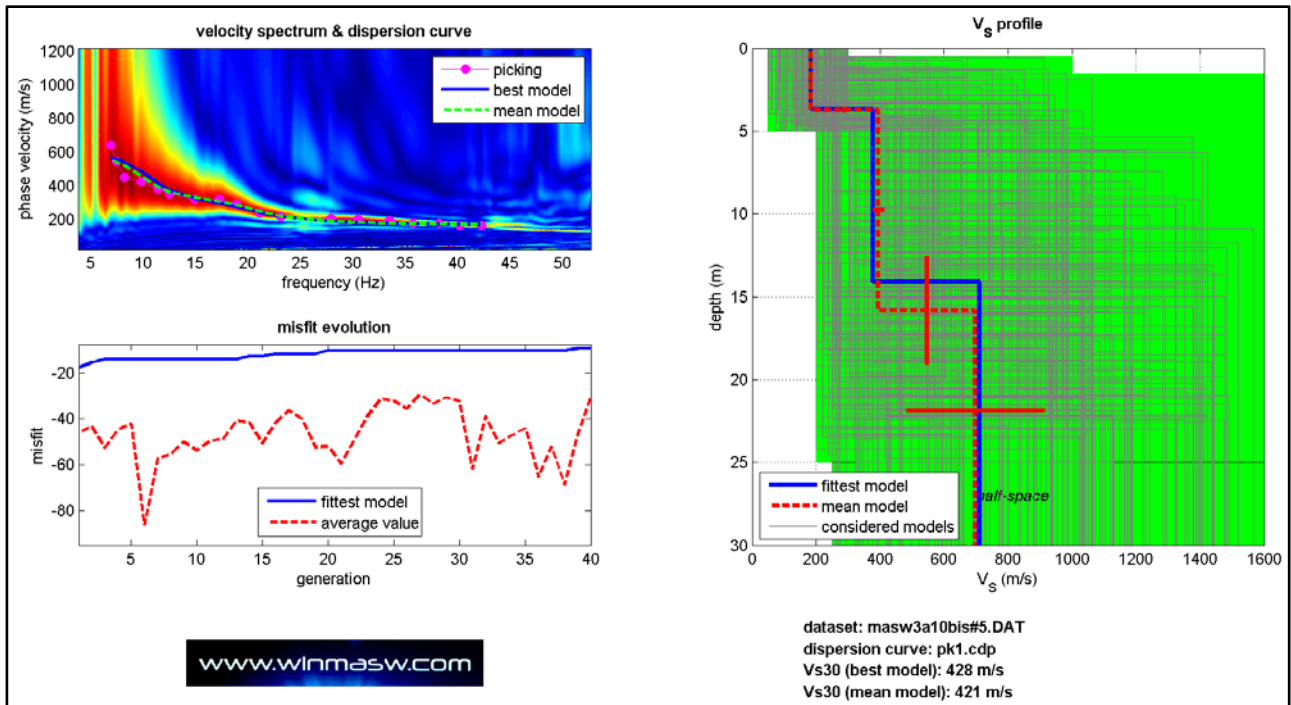
Probabile modello stratigrafico



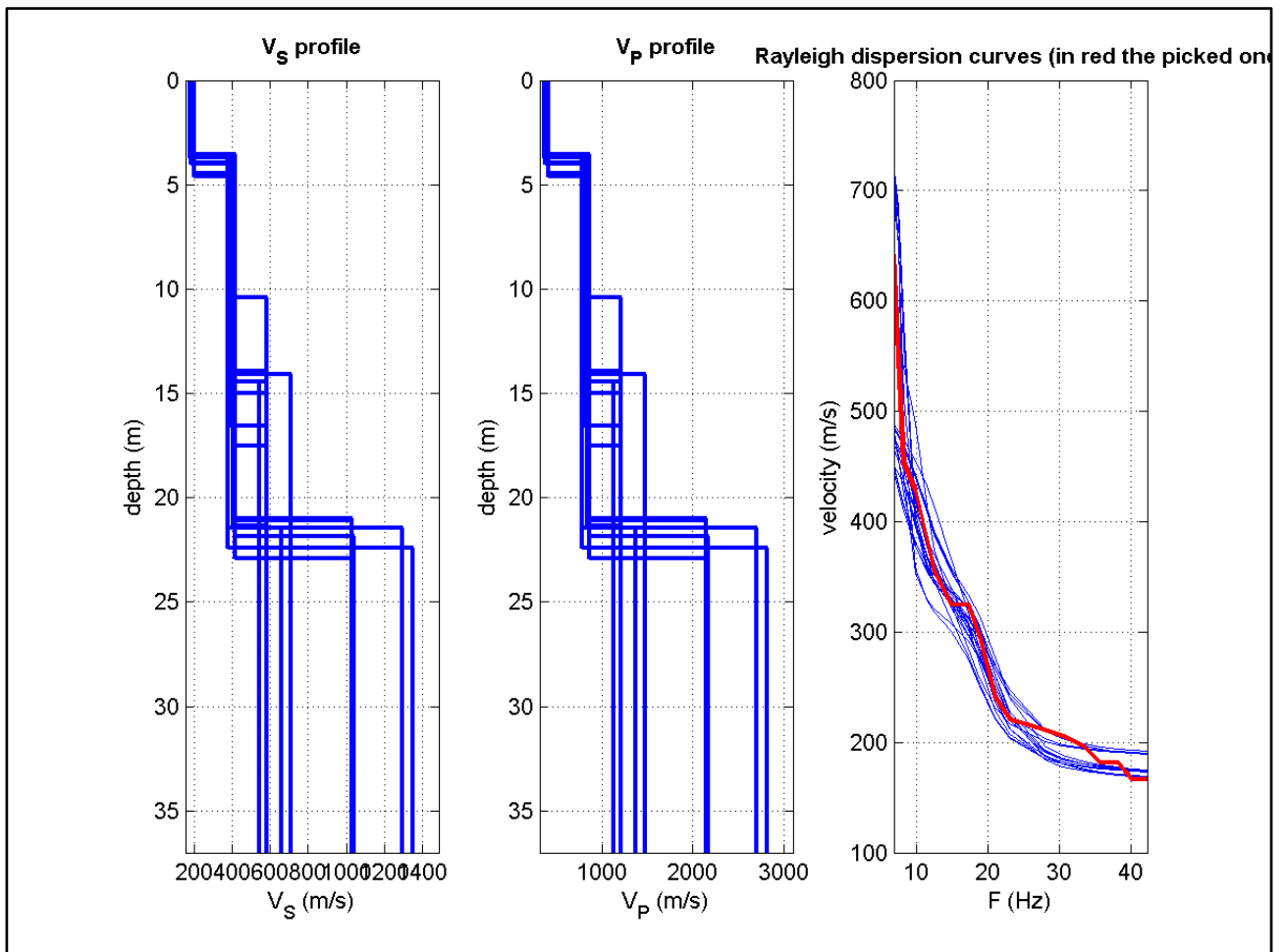
Stendimento per il profilo MASW3



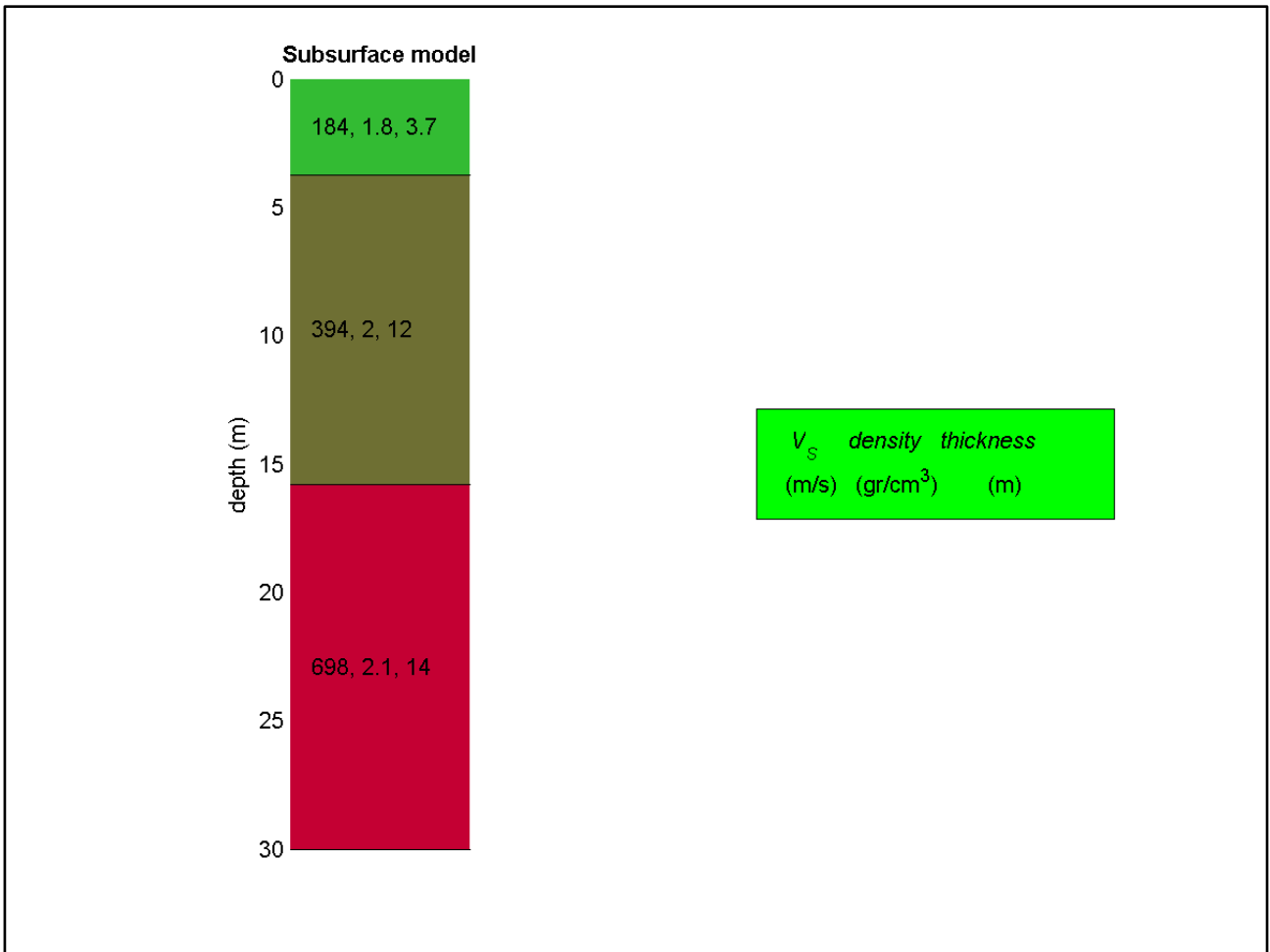
Traccia elaborata (P10)



Elaborati grafici winMASW



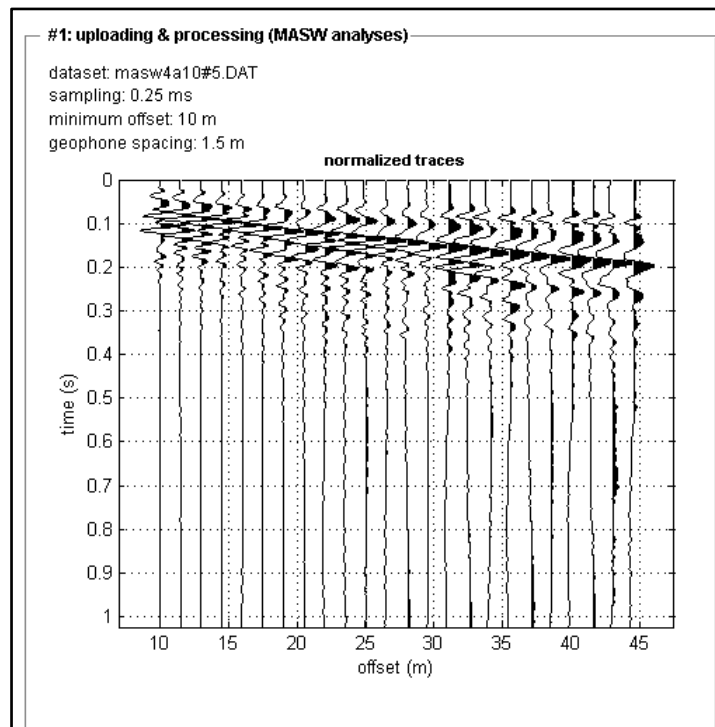
Elaborati grafici winMASW



Probabile modello stratigrafico

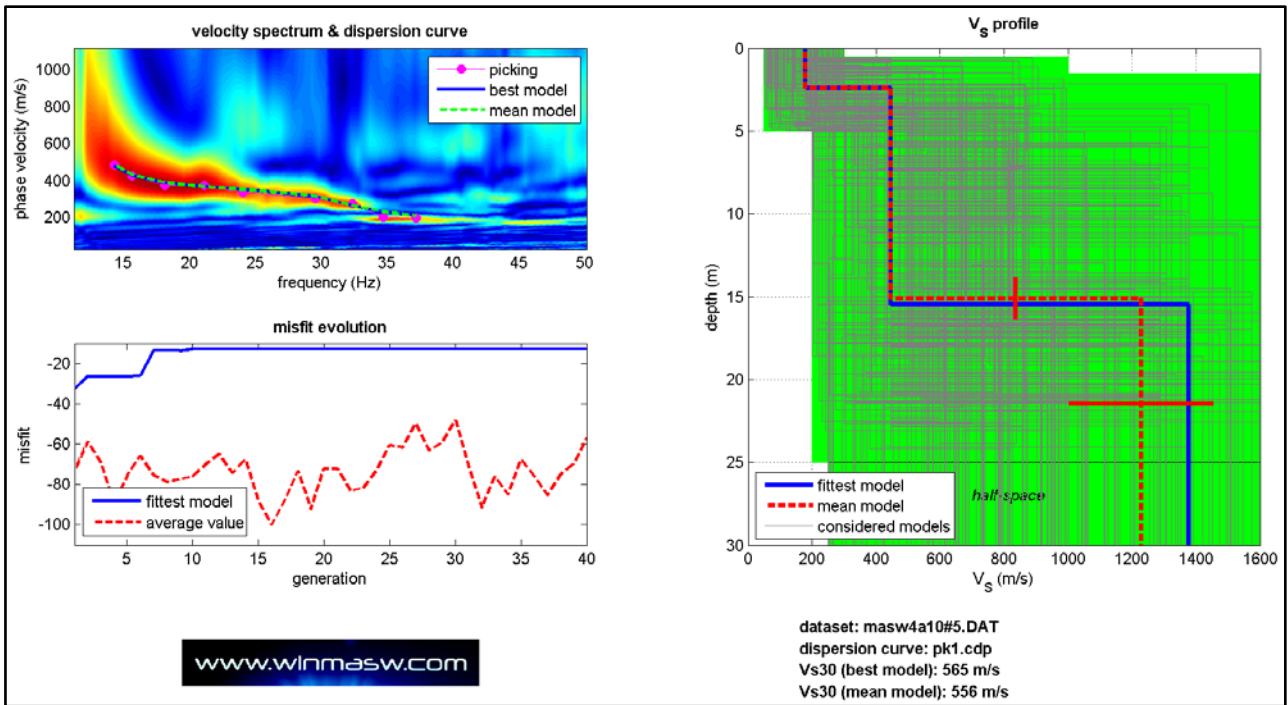


Stendimento per il profilo MASW4

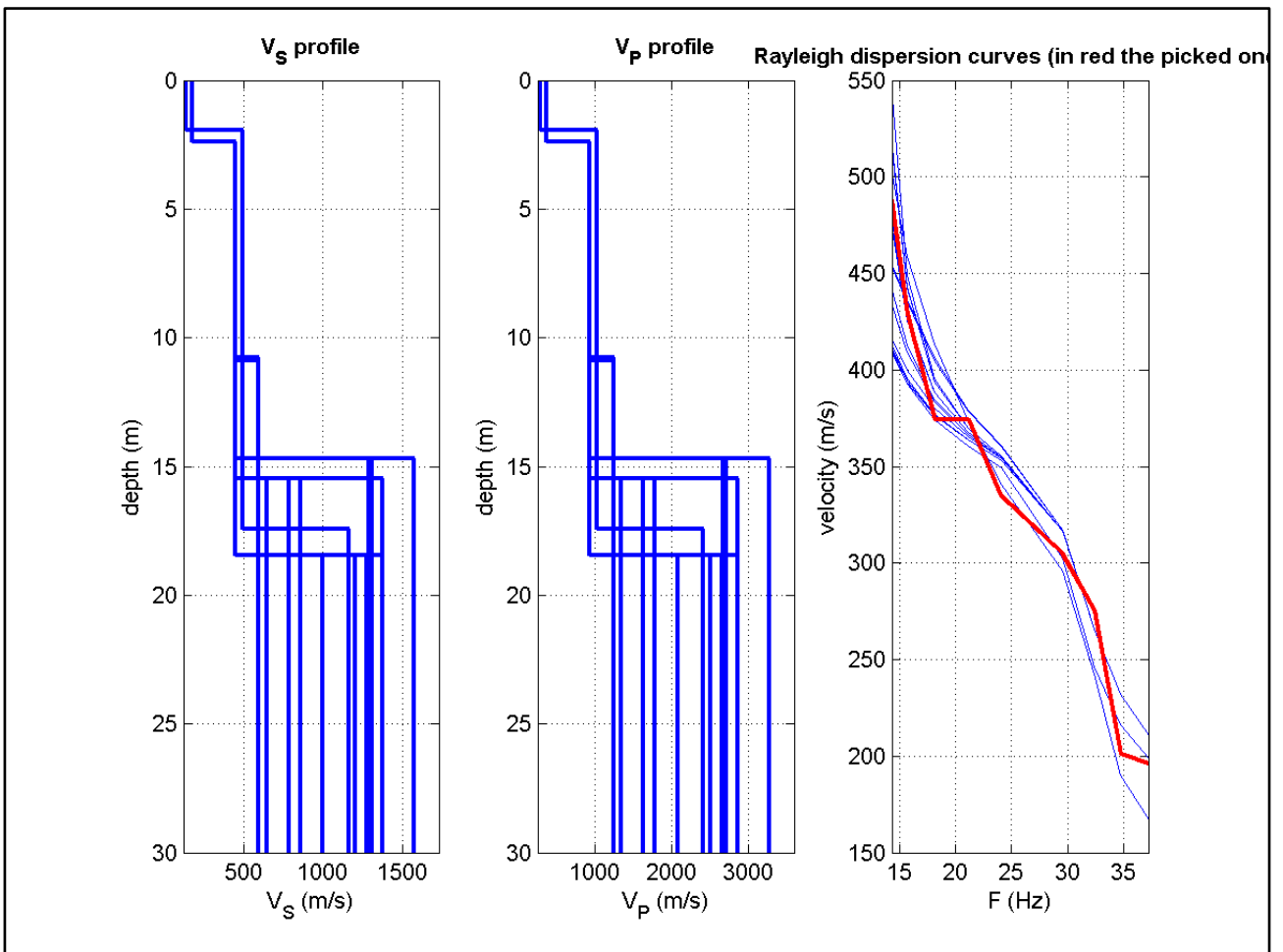


Traccia elaborata (P10)

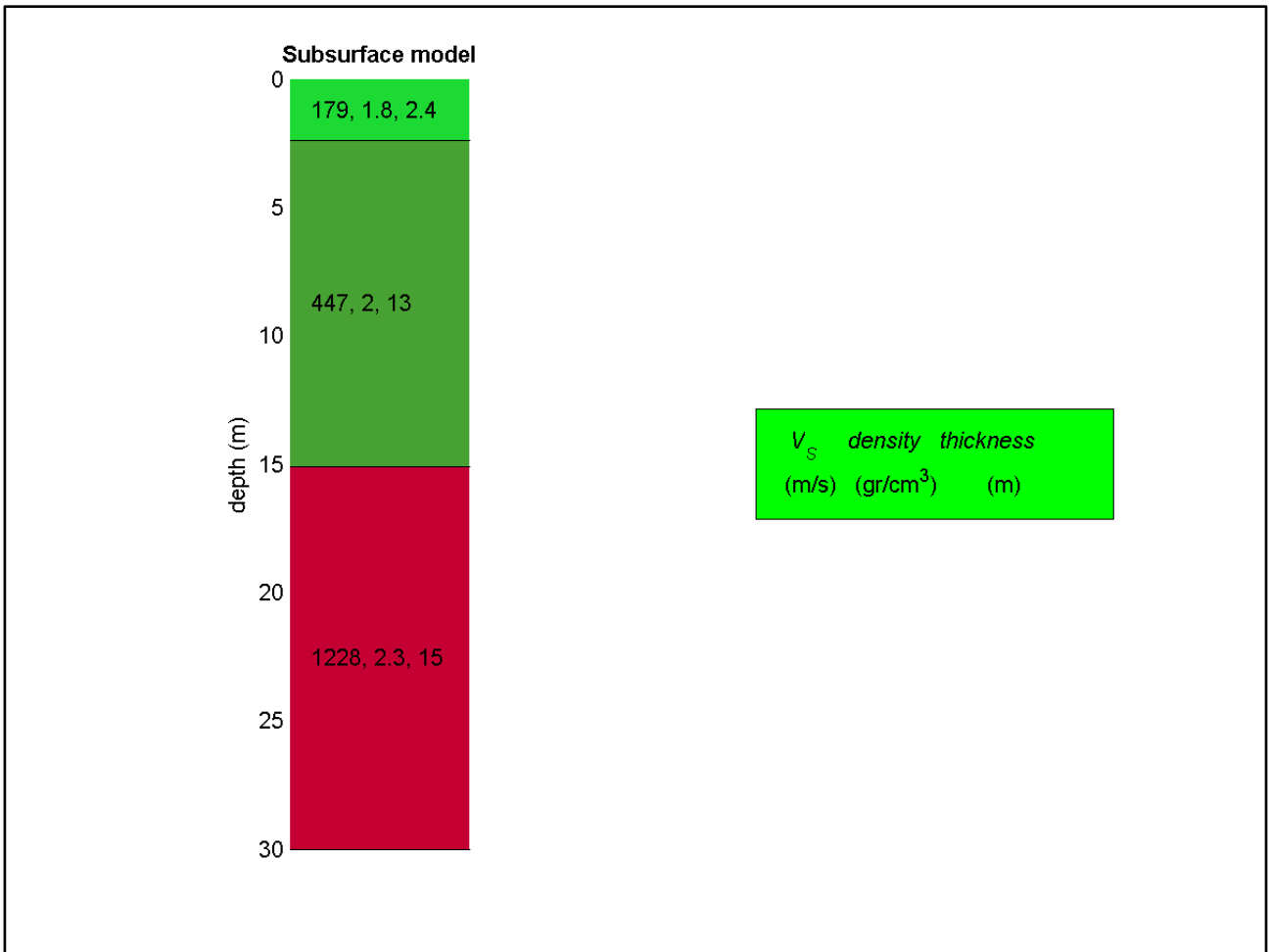




Elaborati grafici winMASW



Elaborati grafici winMASW



Probabile modello stratigrafico

***Colonne litostratigrafiche***

- ***Stratigrafie***



Committente Geo Tecnologie srl	Profondità raggiunta 20 m	Cantiere San Paolo di Civitate	Pagina 1/1
Operatore INGEO SRL	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio continuo	

Scala (m)	Litologia	Descrizione	S.P.T.	Vane Test KN/mq	Campioni	Falda
1		Terreno vegetale costituito da limo argilloso marrone scuro		190		
2		Limo sabbioso avana con livelli calciferi biancastri, presenza di clasti ossidati		90		2.50
3						
4				170		
5			13/19/26 5.00 PC		4.50 5.00 S	
6		Limo argilloso con sabbia avana consistente				
7				180		
8				190		
9						
10						
11						
12			11/RIFIUTO 12.50 PC	210	12.00 12.50 S	
13						
14						
15				190		
16						
17						
18						
19						
20						

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT  
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa  
Carotaggio: continuo

Sonda: Carotaggio: continuo



Committente Geo Tecnologie srl	Profondità raggiunta 20 m	Cantiere San Paolo di Civitate	Pagina 1/1
Operatore INGEO srl	Sondaggio S2	Tipo Carotaggio continuo	

Scala (m)	Litologia	Descrizione	S.P.T.	Vane Test kN/mq	Campioni	Falda
1		Terreno vegetale marrone scuro molto consistente con clasti nella parte inferiore				
2				FUORI SCALA		
3						
4		Ghiaie e sabbie limose debolmente argillose di colore rossastro	12/16/18 4.00 PC		3.50 S 4.00	4.10
5						
6		Argilla limosa di color rosso scuro con presenza di qualche clasto				
7						
8				210		
9						
10						
11			17/21/28 11.50 PC		11.00 S 11.50	
12						
13						
14				210		
15						
16		Ghiaie e sabbie limose debolmente argillose di colore rossastro				
17						
18						
19						
20						

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT  
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa  
Carotaggio: continuo

Sonda: Carotaggio: continuo

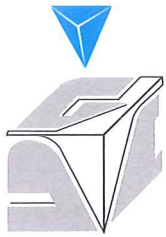
***Prove di laboratorio***

- ***Tabella riepilogativa***
- ***Certificati di prova del campione C1***



## Accettazione n° 3612 - SAN PAOLO CIVITATE

Parametri	Unità di misura	S1 C1 (T1)	S1 C2 (T2)	S2 C1 (T3)	S2 C1 (T3)	S2 C2 (T4)
		m 4,50 - 5,00	m 12,00 - 12,50	m 3,50 - 4,00 (porzione superficiale)	m 3,50 - 4,00 (porzione profonda)	m 11,00 - 11,50
<b>VALORI</b>						
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	19,61	18,64	19,21	19,25	18,08
Contenuto d'acqua	%	22,57	23,33	24,65	17,05	17,24
Peso specifico grani	kN/m <sup>3</sup>	25,86	25,74	25,53	26,27	25,59
LIMITI LIQUIDO	%	26,40	51,33	-	-	-
LIMITI PLASTICO	%	15,91	26,74	-	-	-
Granulometria	Ghiaia	6,22	0,10	-	28,74	8,08
	Sabbia	20,21	8,89	-	21,73	37,44
	Limo	73,57	91,01	-	49,53	54,48
	Argilla	-	-	-	-	-
Definizione (AGI)		Limo sabbioso debolmente ghiaioso	Limo debomante sabbioso	-	Limo con ghiaia sabbioso	Limo con sabbia debolmente ghiaioso
TAGLIO	$\phi^{\circ}$	23,33	15,31	-	33,02	30,46
	C' = kPa	27,15	35,34	-	27,44	22,17
ELL	Deformazione (%)	6,06		9,27		
	Resist. Mass. = kPa	88,7		245,08		



LABORATORIO DI GEOTECNICA

AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

San Nicola la Strada, 02/04/2013	Certificato n° 495	Accettazione n°3612 del 22/03/2013
RICHIEDENTE:	I.GEO. sas	
INDIRIZZO:	Via Aldo Moro, 2 - Pastorano (CE)	
COMMITTENTE:	Geo Tecnologie Srl - Bari	
OGGETTO DEI LAVORI:	Costruzione di un parco eolico	
LOCALITA':	San Paolo di Civitate (FG)	
CAMPIONE INDISTURBATO:	S1 - C1 m 4,50 ÷ 5,00	
SIGLA INTERNA:	T1	
DATA DI APERTURA CAMPIONE:	22/03/2013	
DATA INIZIO PROVE:	22/03/2013	

**CARATTERISTICHE FISICHE DI UN TERRENO**

(CNR UNI 10008 - BS 1377/75 - ASTM D 854/83 - CNR BU n°196/00)

Peso dell'unità di volume			Determinazione del contenuto d'acqua		
Massa Fustella	98,07	g	Tara	145,81	g
Volume fustella	109,80	cm <sup>3</sup>	Massa lordo umida	2753,30	g
Massa lorda umida campione	317,65	g	Massa lorda secca	2273,22	g
	$\gamma =$	<b>19,61</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>	$w =$	<b>22,57</b> %
Peso specifico del terreno					
Massa secca del campione	206,07	g			
Massa del picnometro con acqua e campione	911,31	g			
Massa del picnometro con acqua	783,26	g			
Peso specifico dell'acqua alla temperatura di prova	9,789881	kN/m <sup>3</sup>			
Temperatura di prova	13,9	°C			
	$\gamma_s =$	<b>25,86</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>		
<b>Peso secco dell'unità di volume</b>					
	$\gamma_d =$	<b>16,00</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>		
<b>Peso dell'unità di volume saturo d'acqua</b>					
	$\gamma_{sat} =$	<b>19,74</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>		
<b>Peso dell'unità di volume immerso in acqua</b>					
	$\gamma' =$	<b>9,93</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>		
<b>Grado di saturazione</b>					
	$S =$	<b>0,97</b>			
<b>Porosità</b>					
	$n =$	<b>0,38</b>			
<b>Indice di porosità</b>					
	$e =$	<b>0,616</b>			

**Descrizione visiva:** Il campione è formato da due tipologie di terreno diverse separate trasversalmente lungo la lunghezza della carota. La parte superiore è costituita da sabbia limosa di colore bianca e natura calcarea con rari inclusi cm.ci arrotondati di colore marrone scuro. Su questa tipologia di terreno è stata eseguita la ELL. L'altra porzione di materiale è costituita da un limo sabbioso di colore marrone scuro e su questo terreno è stata eseguita la prova di taglio. Per la granulometria e il peso specifico è stato scelto un campione rappresentativo di tutto il terreno.

sabbia limosa bianca



limo sabbioso

LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco

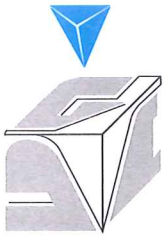


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura



ALGI  
ASSOCIAZIONE LABORATORI  
GEOTECNICI ITALIANI





LABORATORIO DI GEOTECNICA

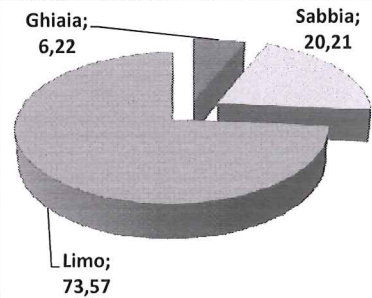
AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

San Nicola la Strada, 02/04/2013	Certificato n° 496	Accettazione n°3612 del 22/03/2013
RICHIEDENTE:	I.GEO. sas	
INDIRIZZO:	Via Aldo Moro, 2 - Pastorano (CE)	
COMMITTENTE:	Geo Tecnologie Srl - Bari	
OGGETTO DEI LAVORI:	Costruzione di un parco eolico	
LOCALITA':	San Paolo di Civitate (FG)	
CAMPIONE INDISTURBATO:	S1 - C1 m 4,50 ÷ 5,00	
SIGLA INTERNA:	T1	
DATA DI APERTURA CAMPIONE:	22/03/13	
DATA INIZIO PROVE:	29/03/13	

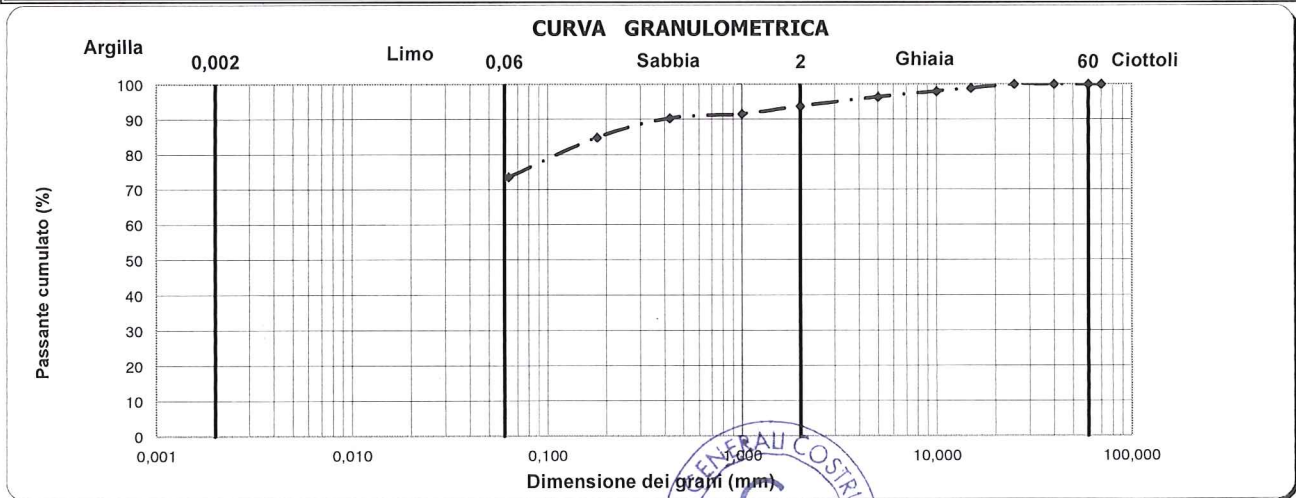
**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (CNR BU n.23/71)**

	Apertura maglia mm	Massa Ritenuta g	Massa riten. cumulato g	Ritenuto cumulato %	Passante cumulato %
<b>Crivelli</b>	70,00	0,00	0,00	0,00	100,00
	60,00	0,00	0,00	0,00	100,00
	40,00	0,00	0,00	0,00	100,00
	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
	15,00	10,05	10,05	1,12	98,88
	10,00	8,03	18,08	2,01	97,99
<b>Setacci</b>	5,00	14,44	32,52	3,62	96,38
	2,00	23,35	55,87	6,22	93,78
	1,00	19,74	75,61	8,42	91,58
	0,425	10,94	86,55	9,64	90,36
	0,180	49,58	136,13	15,16	84,84
	0,063	101,16	237,29	26,43	73,57
	Fondo	660,64	897,93	100,00	0,00

<b>Granulometria eseguita</b>	
Per via umida	⊙
Per via secca	○
<b>Limiti granulometrici AGI</b>	
<b>Ghiaia</b>	<b>6,22 %</b>
<b>Sabbia</b>	<b>20,21 %</b>
<b>Limo</b>	<b>73,57 %</b>

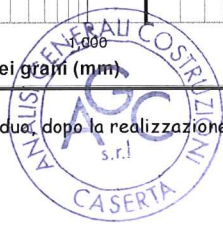


**Definizione granulometrica (AGI 1990):** **Limo sabbioso debolmente ghiaioso**



Nota: L'analisi granulometrica è stata eseguita su tutto il materiale residuo, dopo la realizzazione dei campioni per le prove geotecniche richieste.

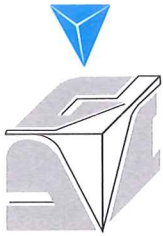
LO SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. GIUSEPPINO GHIURA



ALGI  
ASSOCIAZIONE LABORATORI  
GEOTECNICI ITALIANI



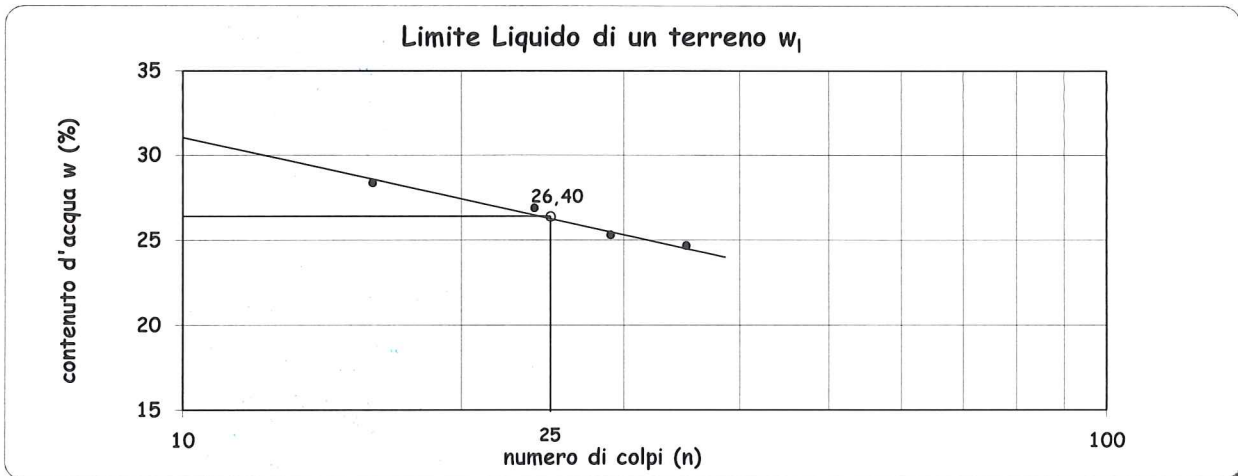
**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (O DI ATTERBERG) DI UN TERRENO  
(CNR UNI 10014)**

San Nicola la Strada, 02/04/2013		Certificato n° 497		Accettazione n°3612 del 22/03/2013	
RICHIEDENTE:	I.GEO. sas				
INDIRIZZO:	Via Aldo Moro, 2 - Pastorano (CE)				
COMMITTENTE:	Geo Tecnologie Srl - Bari				
OGGETTO DEI LAVORI:	Costruzione di un parco eolico				
LOCALITA':	San Paolo di Civitate (FG)				
CAMPIONE INDISTURBATO:	S1 - C1 m 4,50 ÷ 5,00				
SIGLA INTERNA:	T1				
DATA DI APERTURA CAMPIONE:	22/03/13				
DATA INIZIO PROVE:	29/03/13				

**Determinazione del limite liquido ( $w_l$ )**

	n° di colpi (n):	Tara (g):	MLU (g):	MLS (g):	w (%):
I° determinazione:	35	17,49	30,06	27,57	24,70
II° determinazione:	29	19,37	28,18	26,40	25,32
III° determinazione:	24	20,79	32,11	29,71	26,91
IV° determinazione:	16	18,13	30,75	27,96	28,38

**Limite liquido  $w_l$**       **26,40**      **%**



**Determinazione del limite plastico ( $w_p$ )**

	Tara (g):	MLU (g):	MLS (g):	w (%):
I° determinazione:	9,21	20,10	18,57	16,35
II° determinazione:	8,45	18,82	17,43	15,48

**Limite plastico  $w_p$**       **15,91**      **%**

**Indice di plasticità  $I_p$**       **10,49**

Indice di consistenza	<b>Ic</b>	<b>0,37</b>
Indice di liquidità	<b>IL</b>	<b>0,63</b>
Indice di Attività	<b>A</b>	

%Passante allo staccio 0,002 mm	
0,002 mm =	%
Contenuto d'acqua naturale = w	
w % =	22,57

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura





LABORATORIO DI GEOTECNICA

AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

San Nicola la Strada, 02/04/2013		Certificato n° 498	Accettazione n°3612 del 22/03/2013
RICHIEDENTE:	I.GEO. sas		
INDIRIZZO:	Via Aldo Moro, 2 - Pastorano (CE)		
COMMITTENTE:	Geo Tecnologie Srl - Bari		
OGGETTO DEI LAVORI:	Costruzione di un parco eolico		
LOCALITA':	San Paolo di Civitate (FG)		
CAMPIONE INDISTURBATO:	S1 - C1 m 4,50 ÷ 5,00		
SIGLA INTERNA:	T1		
DATA DI APERTURA CAMPIONE:	22/03/13		
DATA INIZIO PROVE:	22/03/13		

**PROVA TAGLIO DIRETTO ALL'APPARECCHIO DI CASAGRANDE**

(ASTM D 3080-90)

Caratteristiche fisiche dei provini					
		Provino n°	1	2	3
		Unità di misura	Iniziali	Iniziali	Iniziali
Dimensioni iniziali	Altezza del provino (h)	mm	29,950	29,950	29,950
	Lato del provino (l)	mm	60,00	60,00	60,00
Massa umida del provino		g	219,89	221,25	216,69
Massa secca del provino		g	181,20	183,62	176,23
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	20,00	20,12	19,71
Contenuto in acqua (%)	w	%	21,35	20,49	22,96
Peso specifico del terreno	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	25,86	25,86	25,86
Peso secco dell'unità di volume	$\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	16,48	16,70	16,03
Grado di saturazione	S		0,99	0,99	0,99
Indice di porosità	e		0,569	0,548	0,613

Fase di consolidazione				
Tempo complessivo di consolidazione	ore	24	24	24
Pressione verticale applicata	kPa	98,07	196,14	294,21
Cedimento verticale a fine consolidazione	mm	0,623	0,965	0,875
T <sub>100</sub>	min	13,32	13,32	13,32
Velocità nella fase di rottura	micron/min	21	21	21

Legenda degli allegati:

dt = Tempi di acquisizione (min)  
dH (S<sub>v</sub>) = Cedimento verticale (mm)  
Sh = Spostamento orizzontale (mm)  
F = Lettura del carico (N)  
tau ( $\tau$ ) = Tensione di taglio (kPa)

Nota: La prova è stata eseguita in acquisizione automatica: Mod. T601 DATALOG - Controls.

	MACCHINA DI TAGLIO	CELLA DINAMOMETRICA
MODELLO	T206 CONTROLS	WF0377/ST-CONTROLS

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Accettazione n° 3612 del 22/03/2013 Certificato n° 498 del 02/04/2013

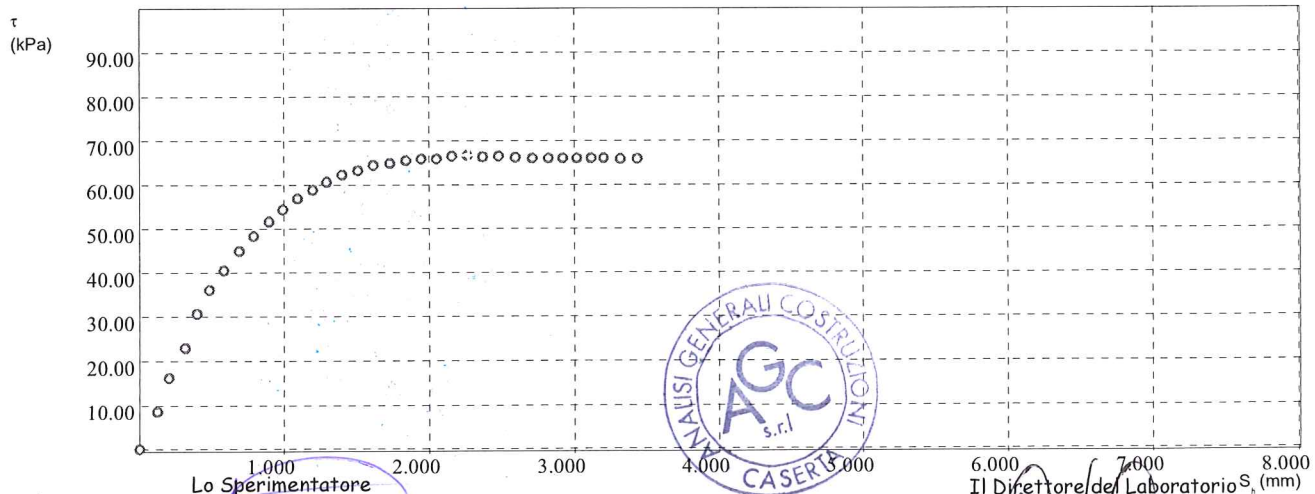
Richiedente	I.GEO.Sas	Pressione di consolidazione:	98,07 kPa
Committente	GEO TECNOLOGIE Srl		
Cantiere	S. Paolo Civitate (FG)		
Sondaggio	S1 - C1		
Codice Campione	T1		
Profondità	m 4.50 - 5.00		

### Risultati di prova

dt min	dH mm	Sh mm	F N	tau kPa
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00
5,00	0,004	0,13	30,81	8,56
10,00	0,015	0,21	58,11	16,14
15,00	0,017	0,32	82,29	22,86
20,00	0,020	0,40	110,38	30,66
25,00	0,031	0,49	129,49	35,97
30,00	0,040	0,59	145,87	40,52
35,00	0,050	0,69	161,87	44,96
40,00	0,057	0,79	174,35	48,43
45,00	0,064	0,89	186,05	51,68
50,00	0,069	0,99	195,80	54,39
55,00	0,074	1,09	204,77	56,88
60,00	0,078	1,20	211,80	58,83
65,00	0,081	1,29	218,43	60,67
70,00	0,082	1,40	224,28	62,30
75,00	0,083	1,51	227,79	63,27
80,00	0,084	1,62	231,69	64,36
85,00	0,084	1,73	234,03	65,01
90,00	0,084	1,84	235,98	65,55
95,00	0,085	1,95	237,15	65,88

### Data di prova: 22 MAR 2013

dt min	dH mm	Sh mm	F N	tau kPa
100,00	0,085	2,05	237,54	65,98
105,00	0,085	2,16	239,49	66,53
110,00	0,085	2,26	240,27	66,74
115,00	0,085	2,37	239,10	66,42
120,00	0,085	2,48	239,49	66,53
125,00	0,084	2,59	238,71	66,31
130,00	0,084	2,71	237,93	66,09
135,00	0,083	2,82	237,93	66,09
140,00	0,084	2,92	237,93	66,09
145,00	0,084	3,01	237,93	66,09
150,00	0,084	3,11	237,93	66,09
155,00	0,084	3,20	237,93	66,09
160,00	0,084	3,32	237,52	65,98
165,00	0,084	3,43	237,52	65,98
170,00	0,084	3,52	237,52	65,98





**PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)**

Accettazione n° 3612 del 22/03/2013 Certificato n° 498 del 02/04/2013

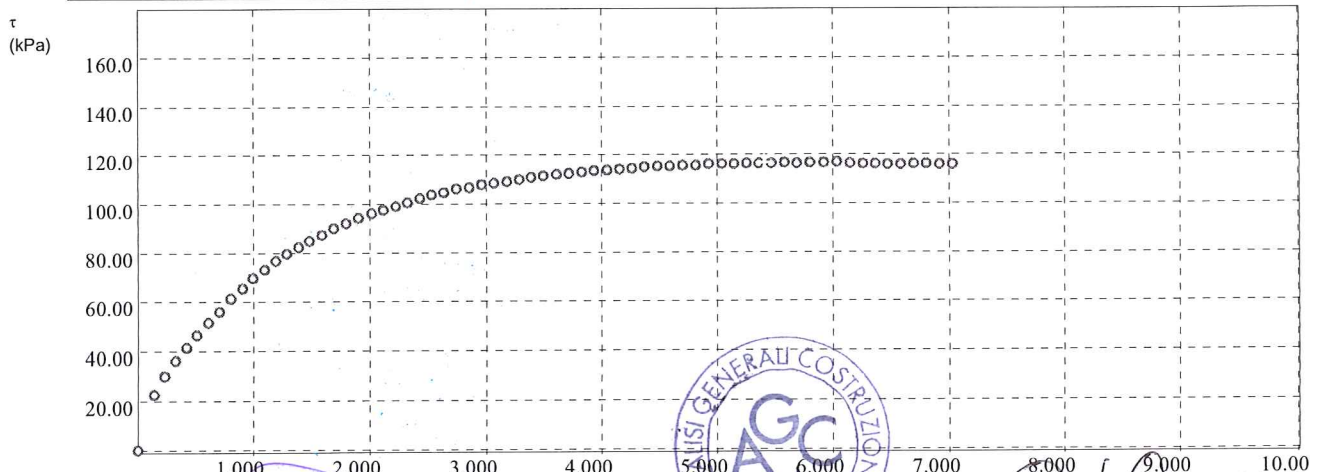
Richiedente	I.GEO.Sas	Pressione di consolidazione: 196.14 kPa
Committente	GEO TECNOLOGIE Srl	
Cantiere	S. Paolo Civitate - FG	
Sondaggio	S1 - C1	
Codice Campione	T1	
Profondità	m 4.50 - 5.00	

**Risultati di prova**

dt min	dH mm	Sh mm	F N	tau kPa
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00
5,00	0,022	0,14	81,13	22,54
10,00	0,038	0,24	108,04	30,01
15,00	0,054	0,33	129,89	36,08
20,00	0,068	0,42	149,78	41,61
25,00	0,084	0,51	167,33	46,48
30,00	0,100	0,61	185,28	51,47
35,00	0,113	0,71	202,05	56,13
40,00	0,125	0,81	220,39	61,22
45,00	0,136	0,90	235,21	65,34
50,00	0,147	1,00	250,43	69,56
55,00	0,155	1,09	263,69	73,25
60,00	0,163	1,19	275,78	76,61
65,00	0,171	1,28	286,32	79,53
70,00	0,178	1,38	296,07	82,24
75,00	0,185	1,48	306,22	85,06
80,00	0,189	1,58	314,80	87,44
85,00	0,192	1,69	324,16	90,04
90,00	0,194	1,79	331,57	92,10
95,00	0,195	1,90	339,38	94,27

**Data di prova: 25 MAR 2013**

dt min	dH mm	Sh mm	F N	tau kPa
100,00	0,198	2,01	346,79	96,33
105,00	0,201	2,11	351,86	97,74
110,00	0,204	2,22	357,33	99,26
115,00	0,207	2,32	362,01	100,56
120,00	0,209	2,42	368,64	102,40
125,00	0,209	2,53	373,71	103,81
130,00	0,209	2,63	376,83	104,68
135,00	0,209	2,74	382,30	106,19
140,00	0,209	2,85	384,64	106,84
145,00	0,209	2,96	388,54	107,93
150,00	0,209	3,07	391,27	108,69
155,00	0,209	3,18	392,83	109,12
160,00	0,209	3,28	396,34	110,10
165,00	0,209	3,39	399,07	110,85
170,00	0,209	3,49	401,80	111,61
175,00	0,209	3,61	403,37	112,05
180,00	0,209	3,71	405,32	112,59
185,00	0,209	3,82	406,88	113,02
190,00	0,209	3,93	408,83	113,56
195,00	0,209	4,04	410,39	114,00



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



Il Direttore del Laboratorio S.  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura





**ANALISI  
GENERALI  
COSTRUZIONI s.r.l.**

SEDE LEGALE:  
81055 S.MARIA C.V. (CE)  
Via Santella (P.co La Perla)  
E-mail: agclab@virgilio.it

SEDE LABORATORIO:  
81020 S. NICOLA LA STRADA (CE)  
Via Appia Antica, 12  
Tel. 0823.424727 - Fax 0823.424729

Cod. Fisc. e Part. IVA 01108860618  
C.C.I.A.A. n. 100078  
Reg. Soc. Trib. n. 1741/82  
Cap. Soc. Euro 42.120,16 int. vers.

LABORATORIO DI GEOTECNICA

AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Accettazione n° 3612 del 22/03/2013 Certificato n° 498 del 02/04/2013

Pressione di consolidazione: 196.14 kPa

dt min	dH mm	Sh mm	F N	tau kPa
200,00	0,209	4,15	411,17	114,21
205,00	0,209	4,26	411,95	114,43
210,00	0,209	4,37	414,29	115,08
215,00	0,209	4,48	415,07	115,30
220,00	0,209	4,59	415,07	115,30
225,00	0,207	4,70	416,63	115,73
230,00	0,205	4,81	416,63	115,73
235,00	0,205	4,92	418,19	116,16
240,00	0,205	5,04	418,80	116,33
245,00	0,205	5,14	418,97	116,38
250,00	0,205	5,25	419,36	116,49
255,00	0,205	5,35	419,75	116,60
260,00	0,205	5,46	420,14	116,71
265,00	0,204	5,57	420,36	116,77
270,00	0,202	5,69	420,14	116,71
275,00	0,201	5,80	420,53	116,81
280,00	0,201	5,91	420,92	116,92
285,00	0,201	6,03	421,70	117,14
290,00	0,201	6,14	419,75	116,60
295,00	0,201	6,25	418,97	116,38
300,00	0,201	6,36	418,97	116,38
305,00	0,201	6,47	417,80	116,06
310,00	0,201	6,58	417,75	116,04
315,00	0,201	6,69	418,97	116,38
320,00	0,200	6,80	418,97	116,38
325,00	0,199	6,91	417,41	115,95
330,00	0,199	7,03	417,80	116,06
335,00	0,199	7,14	415,46	115,41



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco

Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura





## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Accettazione n° 3612 del 22/03/2013 Certificato n° 498 del 02/04/2013

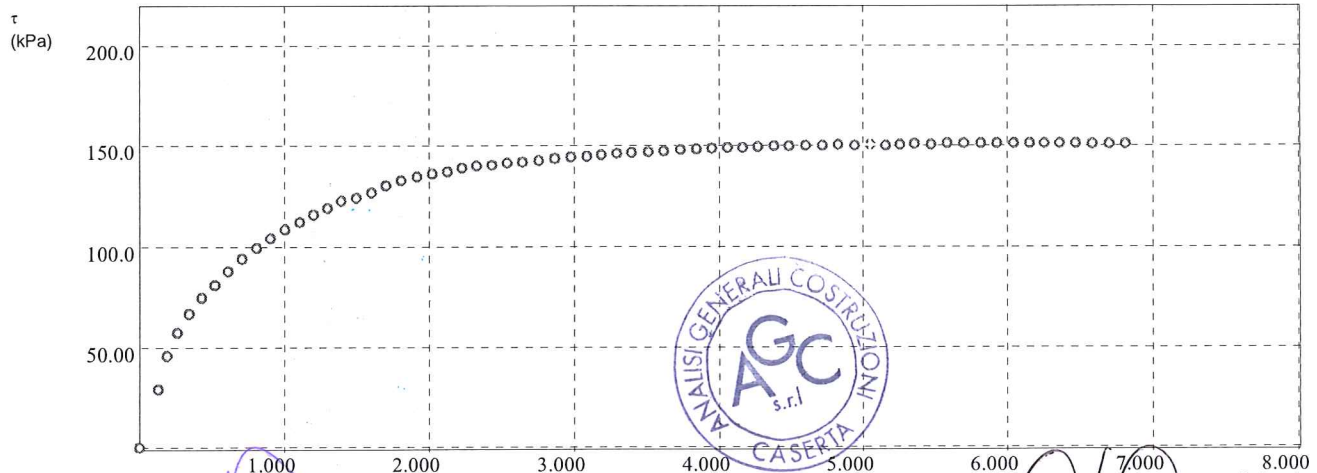
Richiedente	I.GEO.Sas	Pressione di consolidazione:	294.21 kPa
Committente	GEO TECNOLOGIE Srl		
Cantiere	S. Paolo Civitate - FG		
Sondaggio	S1 - C1		
Codice Campione	T1		
Profondità	m 4.50 - 5.00		

### Risultati di prova

dt min	dH mm	Sh mm	F N	tau kPa
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00
5,00	0,022	0,13	106,48	29,58
10,00	0,032	0,19	166,16	46,15
15,00	0,049	0,26	207,51	57,64
20,00	0,067	0,35	240,66	66,85
25,00	0,084	0,43	269,53	74,87
30,00	0,100	0,52	291,38	80,94
35,00	0,115	0,61	316,74	87,98
40,00	0,129	0,70	338,19	93,94
45,00	0,142	0,80	358,09	99,47
50,00	0,156	0,90	375,65	104,35
55,00	0,169	1,00	391,25	108,68
60,00	0,183	1,10	403,74	112,15
65,00	0,195	1,20	416,22	115,62
70,00	0,208	1,29	427,93	118,87
75,00	0,218	1,39	440,81	122,45
80,00	0,227	1,49	446,66	124,07
85,00	0,235	1,60	455,63	126,56
90,00	0,242	1,70	468,12	130,03
95,00	0,250	1,80	477,48	132,63

### Data di prova: 26 MAR 2013

dt min	dH mm	Sh mm	F N	tau kPa
100,00	0,258	1,92	484,12	134,48
105,00	0,267	2,02	489,19	135,89
110,00	0,275	2,12	493,87	137,19
115,00	0,283	2,22	499,33	138,70
120,00	0,291	2,33	504,02	140,00
125,00	0,296	2,43	505,19	140,33
130,00	0,300	2,54	508,70	141,31
135,00	0,302	2,64	510,65	141,85
140,00	0,305	2,76	512,99	142,50
145,00	0,308	2,87	517,28	143,69
150,00	0,314	2,98	519,24	144,23
155,00	0,318	3,08	520,41	144,56
160,00	0,323	3,19	523,14	145,32
165,00	0,328	3,29	525,87	146,07
170,00	0,331	3,39	526,65	146,29
175,00	0,333	3,51	528,21	146,73
180,00	0,334	3,61	530,16	147,27
185,00	0,336	3,73	532,43	147,90
190,00	0,339	3,84	534,06	148,35
195,00	0,345	3,95	535,62	148,78



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco

Il Direttore del Laboratorio S<sub>1</sub> (mm)  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura



**ANALISI  
GENERALI  
COSTRUZIONI s.r.l.**

SEDE LEGALE:  
81055 S.MARIA C.V. (CE)  
Via Santella (P.co La Perla)  
E-mail: agclab@virgilio.it

SEDE LABORATORIO:  
81020 S. NICOLA LA STRADA (CE)  
Via Appia Antica, 12  
Tel. 0823.424727 - Fax 0823.424729

Cod. Fisc. e Part. IVA 01108860618  
C.C.I.A.A. n. 100078  
Reg. Soc. Trib. n. 1741/82  
Cap. Soc. Euro 42.120,16 int. vers.

LABORATORIO DI GEOTECNICA

AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Accettazione n° 3612 del 22/03/2013 Certificato n° 498 del 02/04/2013

Pressione di consolidazione: 294.21 kPa

dt min	dH mm	Sh mm	F N	tau kPa
200,00	0,348	4,05	536,01	148,89
205,00	0,356	4,16	536,01	148,89
210,00	0,358	4,27	537,18	149,22
215,00	0,361	4,37	538,36	149,54
220,00	0,363	4,48	538,75	149,65
225,00	0,363	4,60	539,92	149,98
230,00	0,363	4,71	539,92	149,98
235,00	0,363	4,82	541,09	150,30
240,00	0,364	4,94	540,31	150,09
245,00	0,367	5,05	541,09	150,30
250,00	0,371	5,15	540,70	150,19
255,00	0,375	5,25	541,09	150,30
260,00	0,376	5,36	542,65	150,74
265,00	0,376	5,47	541,87	150,52
270,00	0,376	5,58	544,21	151,17
275,00	0,377	5,70	544,77	151,32
280,00	0,377	5,81	544,60	151,28
285,00	0,377	5,92	544,38	151,22
290,00	0,378	6,04	544,16	151,16
295,00	0,381	6,15	543,77	151,05
300,00	0,383	6,25	543,55	150,99
305,00	0,384	6,36	543,94	151,09
310,00	0,385	6,47	543,55	150,99
315,00	0,385	6,58	543,38	150,94
320,00	0,384	6,69	542,65	150,74
325,00	0,385	6,81	542,26	150,63
330,00	0,385	6,92	541,09	150,30



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco

Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura





San Nicola la Strada, 02/04/2013

Accettazione n°3612 del 22/03/2013

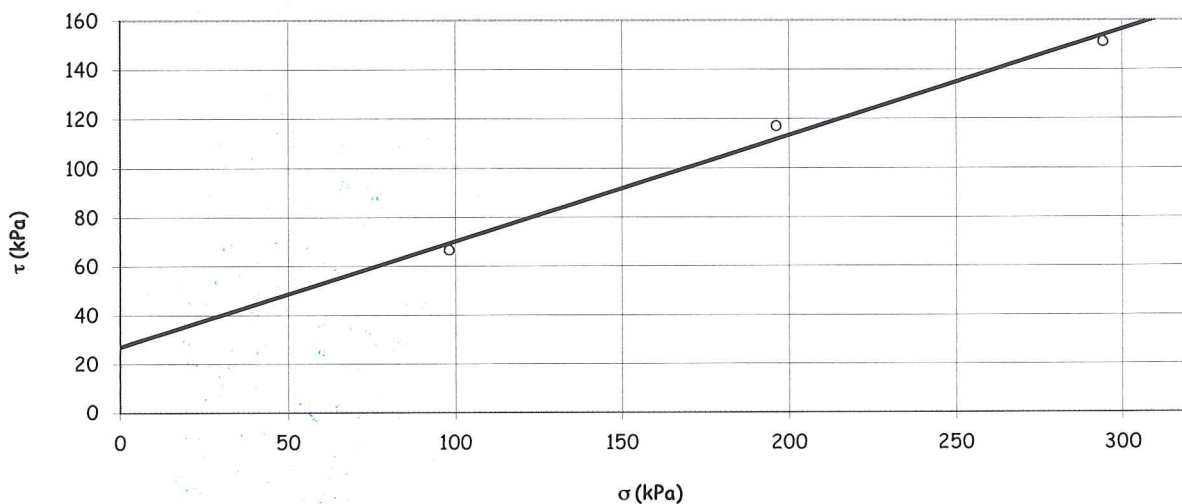
RICHIEDENTE: I.GEO. sas  
INDIRIZZO: Via Aldo Moro, 2 - Pastorano (CE)  
COMMITTENTE: Geo Tecnologie Srl - Bari  
OGGETTO DEI LAVORI: Costruzione di un parco eolico  
LOCALITA': San Paolo di Civitate (FG)  
CAMPIONE INDISTURBATO: S1 - C1 m 4,50 ÷ 5,00  
SIGLA INTERNA: T1  
DATA DI APERTURA CAMPIONE: 22/03/13  
DATA INIZIO PROVE: 22/03/13

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)**

$\sigma_v$ (kPa)	Pressione verticale applicata	$\tau_f$ (kPa)	Resistenza al taglio massima
H (mm)	Altezza provino a fine consolidazione	$S_h$ (mm)	Scorrimento orizzontale a rottura
dH (mm)	Cedimento verticale a rottura	V (micron/min)	Velocità di prova

Provino	$\sigma_v$ (kPa)	H (mm)	dH (mm)	$\tau_f$ (kPa)	$S_h$ (mm)	V (micron/min)
1	98,07	19,377	0,007	66,74	1,33	21,00
2	196,14	19,035	0,034	117,14	1,20	21,00
3	294,21	19,125	0,104	151,32	1,59	21,00

Diagramma  $\sigma$ - $\tau$



$\phi' = 23,33^\circ$

$C' = 27,15 \text{ kPa}$

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppino Ghiura

