

REGIONE PUGLIA**PROVINCIA DI TARANTO****COMUNE DI CASTELLANETA**

Denominazione impianto:

STANESI

Ubicazione:

Comune di Castellaneta (TA)
Località "Stanesi"

Fogli: 113 / 115

Particelle: 84-86 / 16-97-99-101

PROGETTO DEFINITIVO

per la realizzazione di un impianto agrivoltaico da ubicare in agro del comune di Castellaneta (TA) in località "Stanesi", potenza nominale pari a 31,04972 MW in DC e potenza in immissione pari a 26,4 MW AC, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nei comuni di Castellaneta (TA) e Ginosa (TA).

PROPONENTE

**CASTELLANETA SPV S.R.L.**Via Mike Bongiorno n.13 - 20124 Milano (MI)
Partita IVA: 02083830766
Indirizzo PEC: banzispv@legalmail.it**Codice Autorizzazione Unica 9KTS728**

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA

Tav. n°

3RG

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Settembre 2023	Istanza VIA art.23 D.Lgs 152/06 – Istanza Autorizzazione Unica art.12 D.Lgs 387/03			

PROGETTAZIONE

GRM GROUP S.R.L.
Via Caduti di Nassiriya n. 179
70022 Altamura (BA)
P. IVA 07816120724
PEC: grmgroupsrl@pec.it
Tel.: 0804168931



IL TECNICO

Dott. Ingegnere NICOLA INCAMPO
Altamura BA-70022
P.IVA 08150200723
Ordine Ingegneri di Bari n°6280
PEC: nicola.incampo6280@pec.ordingbari



Dott. Pasquale TRIGGIANI
Via Aldo Moro, 30
71010 – Ischitella (FG)
Ordine dei Geologi della Regione Puglia, n. 552
PEC: pasqualettriggiani@pec.epap.it
Cell: 3466431824



Spazio riservato agli Enti

INDICE

<i>1 – PREMESSA</i>	<i>pag. 2</i>
<i>2 – UBICAZIONE</i>	<i>pag. 3</i>
<i>3 – CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA</i>	<i>pag. 5</i>
<i>4– MODELLAZIONE E PERICOLOSITA' SISMICA</i>	<i>pag. 9</i>
<i>5 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO</i>	<i>pag.10</i>
<i>6 – IDROGEOLOGIA</i>	<i>pag.11</i>
<i>7-CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE</i>	<i>pag.16</i>
<i>8 – RAPPORTO CON IL PAI E IL PPTR</i>	<i>pag.25</i>
<i>9 – VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE</i>	<i>pag.27</i>
<i>10 – CONCLUSIONI</i>	<i>pag.27</i>

ALLEGATI:

<i>- UBICAZIONE C.P.T. E SONDAGGI SISMICI</i>	<i>fogli 1;</i>
<i>- DESCRIZIONE PROVE C.P.T.</i>	<i>fogli 8;</i>
<i>- INDAGINE GEOFISICA</i>	<i>fogli 31;</i>
<i>- UBICAZIONE E STRATIGRAFIE DI N.7 POZZI (ARCHIVIO ISPRA)</i>	

1 - PREMESSA

Ottemperando all'incarico ricevuto dalla società CASTELLANETA SPV S.R.L., con sede legale in Via Mike Bongiorno n.13, Milano (MI) 20124 – P.IVA 02083830766, lo scrivente dott. geologo Pasquale Triggiani, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Puglia con il n. 552 e al Collegio dei Geometri di Lucera n. 1296, ha redatto la presente relazione geologica, necessaria per la richiesta di autorizzazione relativa al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico da ubicare in agro del comune di Castellaneta (TA) in località "Stanesi" di potenza nominale pari a 31,04972 MWp in DC e potenza in immissione AC pari a 26,4 MW, identificato dal codice di rintracciabilità 202203124e delle relative opere di connessione alla RTN.

Il lavoro si è svolto in due fasi, preliminarmente è stato effettuato un rilievo geologico dell'area per valutare eventuali problemi connessi con la natura e le caratteristiche dei terreni che possono gravare in modo significativo sulla progettazione delle opere che si intendono realizzare, successivamente sono state reperite le informazioni sugli studi e lavori svolti nell'area.

Nello specifico è stato svolto il seguente lavoro:

- ricerca bibliografica;
- rilevamento geomorfologico di superficie delle aree interessate;
- riesame e confronto di alcuni studi di natura geologico - tecnica eseguiti in zone limitrofe;
- studio di compatibilità PAI;
- definizione dei parametri geotecnici – sismici ricavati dalla bibliografia e da indagini eseguite in zone limitrofe su terreni similari;
- esecuzione di n. 2 sondaggi sismici;
- esecuzione di n. 2 CPT;
- stesura della relazione geologica in riferimento alla normativa vigente (DM 14/01/2008 e DM 17.01.2018).

2 – UBICAZIONE

Nella carta topografica d'Italia alla scala 1:25.000, l'impianto rientra nel Foglio 201 "Matera", nel comune di Castellaneta (TA), in due aree sub - pianeggianti denominate dallo scrivente 1 e 2 (fig. 1 e 2).



Fig. 1 – Inquadramento su ortofoto delle aree di intervento e del cavidotto (non in scala).

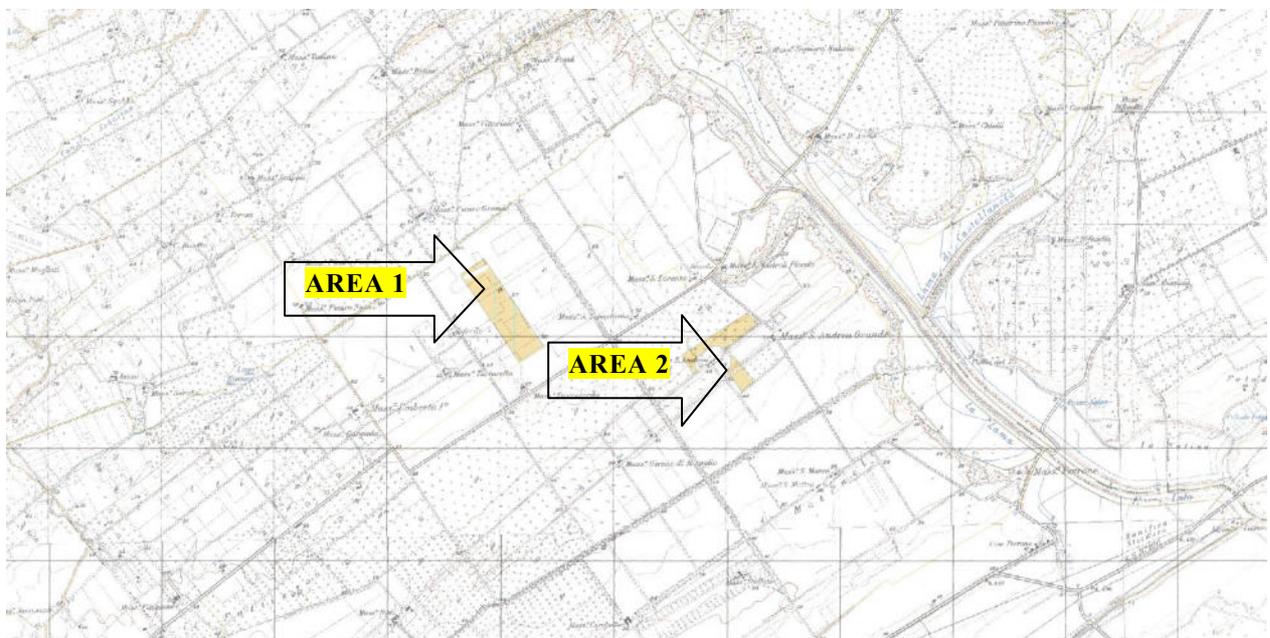


Fig. 2 – Inquadramento area 1 e 2 su tavoletta I.G.M.I. appartenente al Foglio 201 "Matera"

Nella Carta Tecnica Regionale le suddette aree rientrano nel Foglio 492 "Ginosa", n. CTR492072 in scala 1:5.000 (fig. 3).

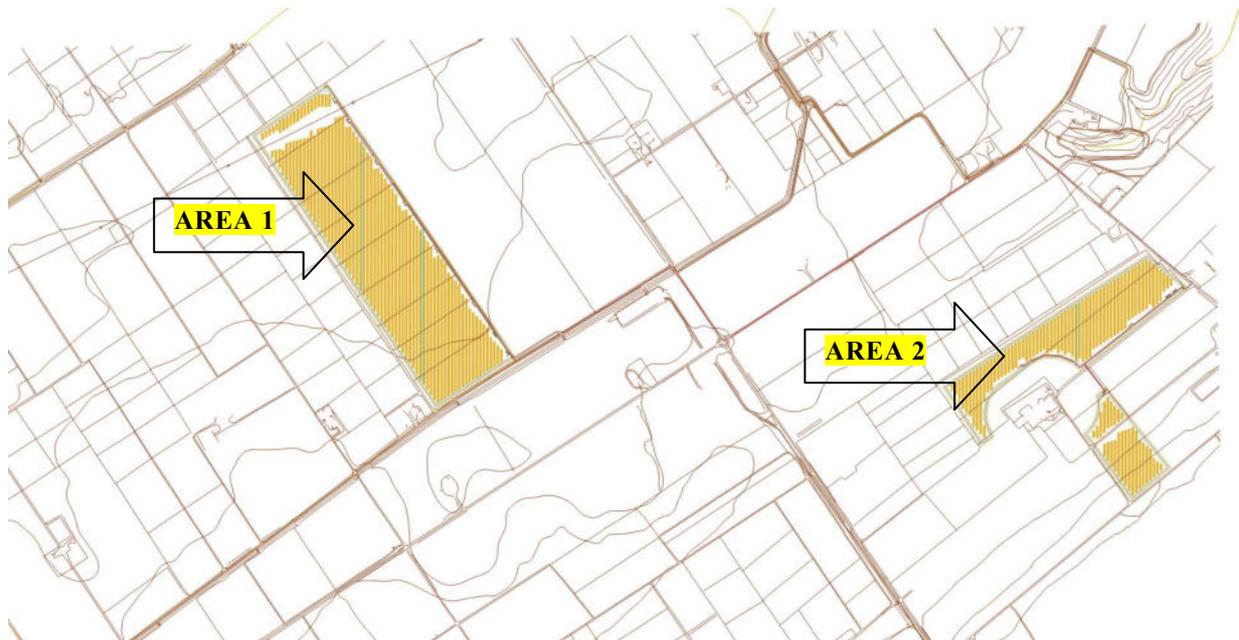


Fig. 3 – Ubicazione aree 1 e 2 su CTR al 5.000 n. 492072 (scala utilizzata 1:8.000).

Le altezze medie delle due aree rispetto al l.m.m., sono:

- 1.) area 1: 55 ms.l.m.m.
- 2.) area 2: 49 ms.l.m.m.

Le due aree sono catastalmente identificate dalle p.lle riportate in tab. 1.

Comune	Area	Foglio	P.lle
Castellaneta (TA)	Area 1	113	84 (parte)
			86 (parte)
Foggia (FG)	Area 2	115	16
			97
			99
			101
			Le p.lle: 97, 99, 101, derivano tutte dalla ex 63.

Tab. 1

La superficie dell'intero impianto da realizzarsi sulle aree 1 e 2, è la seguente:

Superficie utile realizzazione impianto	Ha 42,1083
Superficie di impianto netta recintata	Ha 36,3155

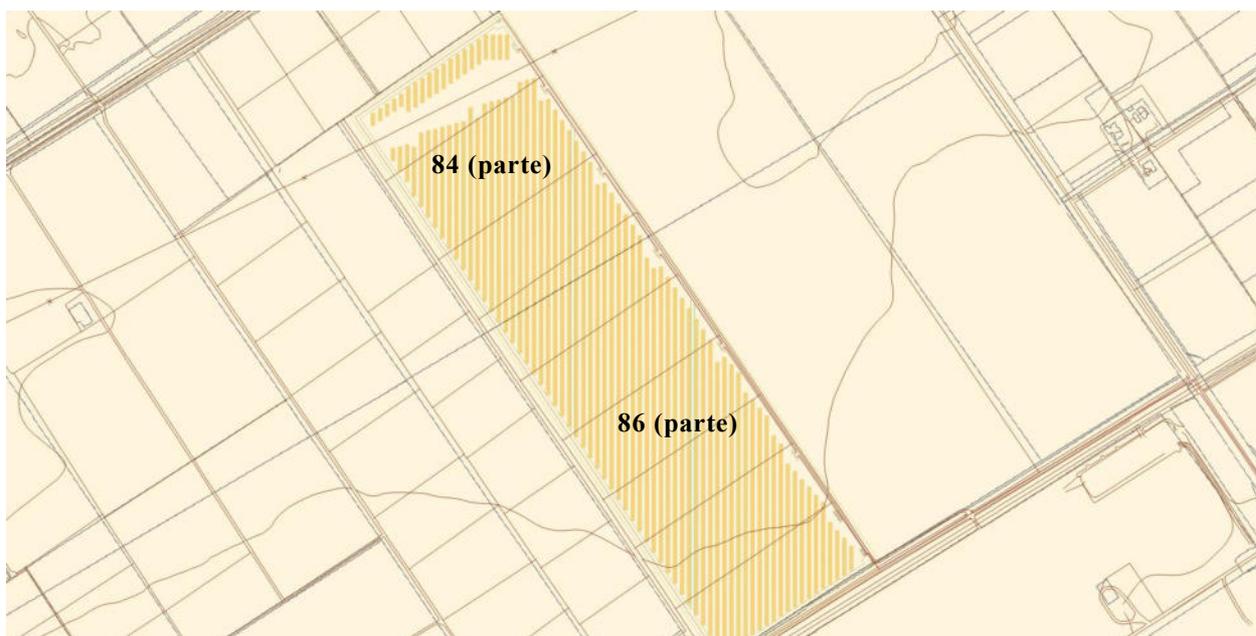


Fig. 4 – Area 1 - Planimetria catastale in scala 1:4.000 - Comune di Castellaneta (TA), foglio 113 p.lle 84 (parte) e 86 (parte).

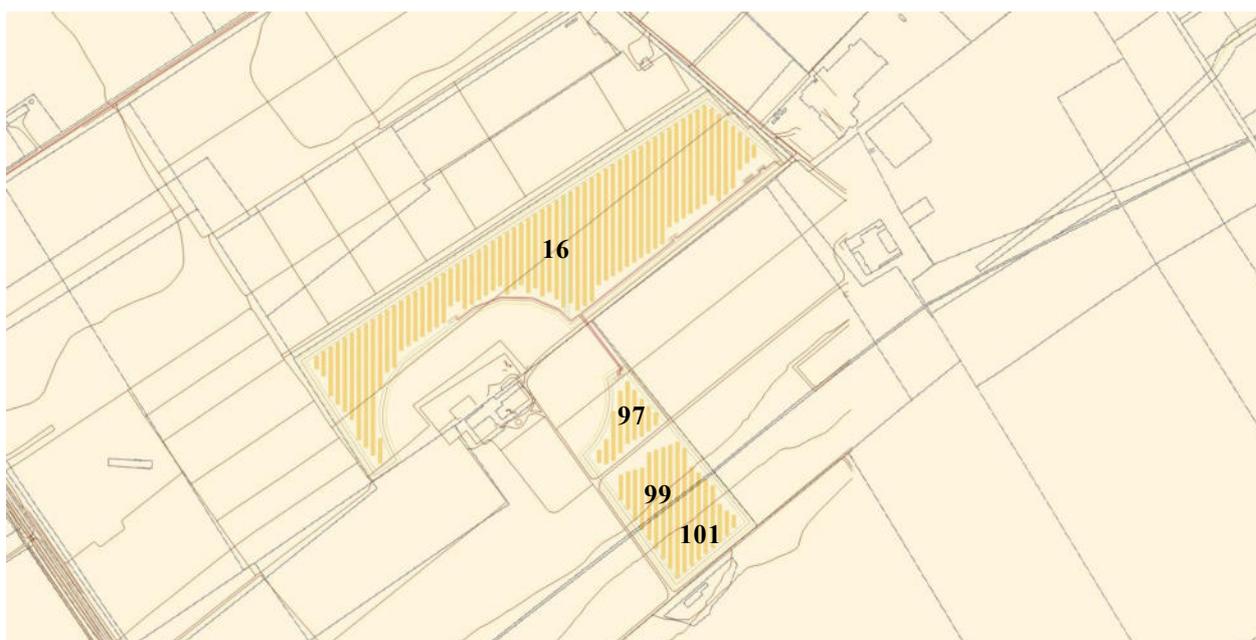


Fig. 5 – Area 2 - Planimetria catastale in scala 1:4.000 - Comune di Castellaneta (TA), foglio 115 p.lle: 16, 97, 99, 101.

3 - CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA

Le caratteristiche geologiche di questa parte del territorio del comune di Castellaneta e dei comuni limitrofi, nella parte occidentale, si inquadrano nel contesto stratigrafico e strutturale del settore occidentale delle Murge al limite con la Fossa bradanica. L'area è caratterizzata dalla presenza, in affioramento (area murgiana) e nel sottosuolo (area bradanica), di una successione di rocce calcareo-dolomitiche di età mesozoica, dello spessore complessivo di alcune migliaia di metri. Tali rocce, riferite al Gruppo dei Calcari

delle Murge (Calcere di Bari e Calcere di Altamura), sono costituite da un'alternanza irregolare di calcari, calcari dolomitici e dolomie compatte e tenaci, di colore bianco, grigio o nocciola, stratificate, interessate da un grado molto variabile di fratturazione e carsismo.

Nell'area murgiana al di sopra delle rocce calcareo-dolomitiche mesozoiche, che costituiscono l'impalcatura geologica del territorio, si rinvencono lembi discontinui e di modesto spessore, di calcareniti giallastre porose di età plio-pleistocenica riferibili alla formazione delle Calcareniti di Gravina.

Alla fine del Cretaceo le Murge emergono e vengono sottoposte ai processi della degradazione, nel duplice aspetto della disgregazione fisica e dell'alterazione chimica, ed all'erosione delle acque di precipitazione meteorica.

Successivamente, durante il Pliocene superiore ed il Quaternario, il mare in trasgressione deposita sui calcari mesozoici sedimenti clastici e bioclastici noti con la denominazione di Tufo delle Murge oggi conosciute come "Calcarenite di Gravina".

Durante la sedimentazione del Tufo si verificano importanti variazioni del livello medio marino, dovute alle glaciazioni, i cui effetti morfo-climatici, geologici, geomorfologici ed idrogeologici si osservano sull'intera Murgia.

Nell'area bradanica, invece, sulle rocce calcareo-dolomitiche mesozoiche si osservano spessori variabili, ma che aumentano verso occidente, di depositi plio-pleistocenici. Tali depositi formano una successione (ciclo bradanico) costituita da calcareniti giallastre, porose, variamente cementate, sulle quali poggiano argille grigio-azzurre plastiche e impermeabili, sabbie limose mal cementate, in alcuni tratti, conglomerati poligenici a stratificazione incrociata e calcareniti grossolane poco cementate. In questo secondo contesto si inserisce perfettamente il territorio interessato dall'intervento.

I principali lineamenti morfologici dell'area sono rappresentati da ampi ripiani di abrasione marina, pressoché pianeggianti, che digradano verso mare, attraverso una serie di gradini riferiti a probabili paleolinee di costa, solcati da lame generate dal ruscellamento delle acque meteoriche che generano corsi d'acqua, soprattutto a carattere torrentizio.

Tettonicamente, l'area è interessata da due sistemi di faglie principali, orientati a 90° fra di loro in direzione N.E.-S.W. e N.W.-S.E., che riguardano essenzialmente i calcari, ma, localmente, forme paratettoniche e paracarsiche, naturali o artificiali, sono evidenti anche nei depositi quaternari.



Fig.6 - Inquadramento geologico (in rosso l'area di studio)

SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA

Con l'ausilio:

- 1.) di un approfondito rilevamento geologico di campagna;
- 2.) della cartografia geologica estrapolata dalla carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 Foglio 201 "Matera" (fig. 7);
- 3.) di sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti per il progetto di manutenzione straordinaria del ponte tubo dell'impianto irriguo consortile Sx Bradano ubicato in attraversamento nella lama di Laterza, nel territorio del comune di Castellaneta,
fonte:http://www.bonificastornaratarata.it/images/R.2.a.1_Relazione_di_inquadramento_ambientale.pdf);
- 4.) di sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti per il progetto definitivo per la realizzazione della rete idrica dell'abitato di Castellaneta e potenziamento del serbatoio, fonte <https://va.mite.gov.it/File/Documento/378646>);
- 5.) di stratigrafie estrapolate dal portale dell'ISPRA relative a pozzi per uso irriguo ubicate in aree limitrofe;
- 6.) di n. 2 sondaggi sismici e di n. 2 C.P.T. eseguiti dallo scrivente sulla p.lla 84 del foglio 113 e 16 del foglio 115 del comune di Castellaneta (TA);

si è potuto ricostruire la successione litostratigrafica in situ, di seguito descritta.

In questa parte del territorio, il substrato carbonatico è rappresentato dal Calcarea di Altamura che si propaga in profondità per centinaia di metri e costituisce il substrato dei successivi cicli sedimentari plio-quadernari.

Tale roccia si presenta generalmente compatta in strati o banchi con spessore variabile, la grana è molto fine, in qualche caso microcristallina, il colore varia dal bianco al grigio nocciola, a luoghi è rossastro per la presenza di residui ferrosi prodotti dalla degradazione. A diverse altezze stratigrafiche della successione calcarea, si rinvencono strati a Rudiste e macroforaminiferi, cronologicamente riferibili al Cretaceo superiore. Mediamente fratturato e carsificato, spesso è interessato da depositi e riempimenti di terre rosse che suggeriscono l'esistenza di una fase di continentalità seguita da una ingressione marina, documentata dai sovrastanti depositi calcarenitici.

Nell'area in esame, sul Calcarea di Altamura poggia, in trasgressione, un livello di limi argillosi potente circa m 20,00. Si tratta essenzialmente di argille marnoso-limose, talvolta sabbiose, di colore grigio- azzurro, senza tracce evidenti di stratificazione, sovraconsolidate.

Sulle argille grigio azzurre si rinviene la chiusura dei depositi quadernari rappresentati da un livello di limi argillosi, talvolta sabbiosi, normal consolidati, con potenza di circa 30 metri.

Ricapitolando, la successione stratigrafica presente nell'area di studio, può essere così sintetizzata, dall'alto verso il basso:

- Limi sabbiosi argillosi talvolta sabbiosi con spessore pari a circa 30,00 metri;
- Argille marnoso-limose, talvolta sabbiose, di colore grigio-azzurro, con potenza pari a circa 20 metri;
- Substrato carbonatico.

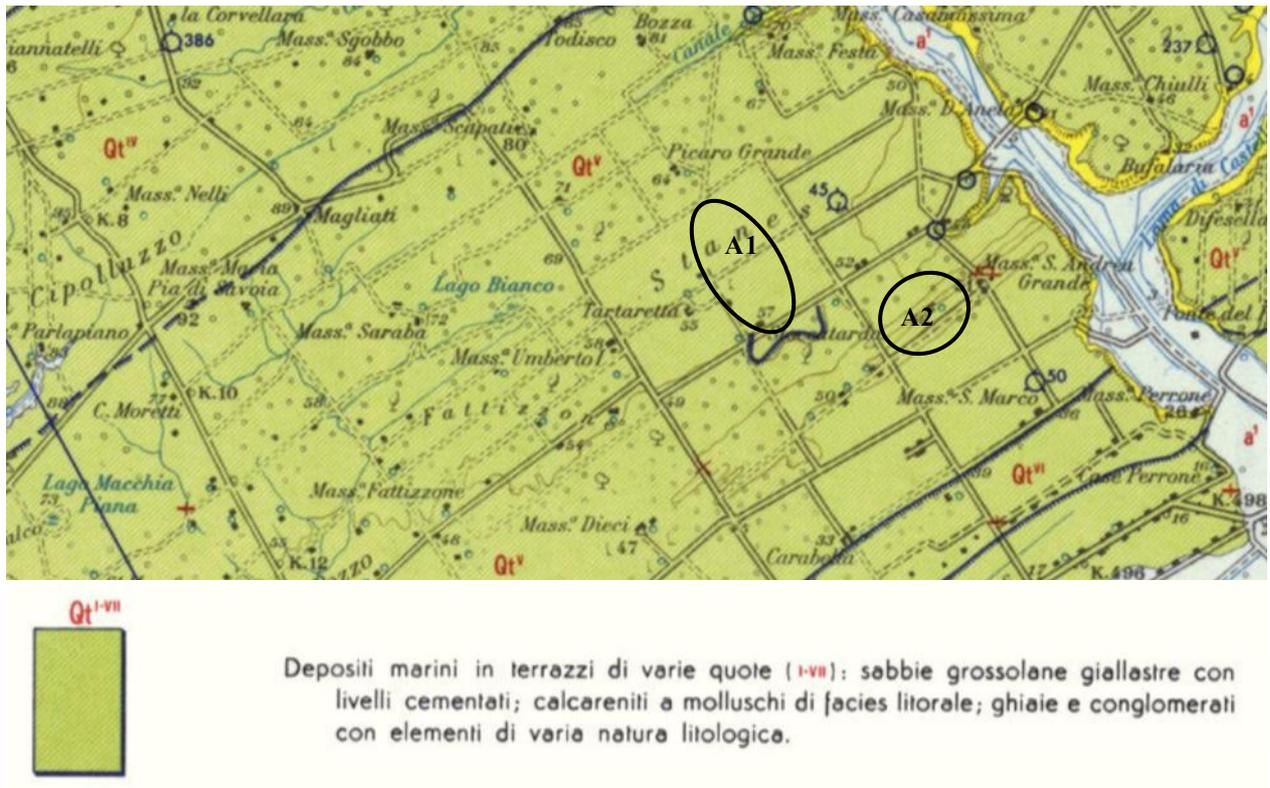


Fig. 7 – Carta geologica d'Italia Foglio 201 "Matera". Ubicazione aree 1 e 2.

4. MODELLAZIONE E PERICOLOSITA' SISMICA

Dalle indagini eseguite, è scaturito che le terre di fondazione dell'opera in questione sono rappresentate dai limi argillosi talvolta sabbiosi di colore verde giallastro, Per tale successione è stata misurata una V_{seq} in termini di V_{s30} compresa pari a 280 e 292 m/s, per cui tali terreni, in base alle indagini effettuate, appartengono alla categoria C di suolo di fondazione.

Dalle indagini topografiche, scaturisce che l'opera in parola è ubicata su superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ (categoria topografica T1).

Non esistono, quindi, fattori penalizzanti che potrebbero portare ad un eventuale amplificazione del segnale sismico o a fenomeni di "risonanza" dovuti alla coincidenza tra frequenze del segnale sismico e frequenze naturali del sottosuolo; né esistono condizioni per potersi verificare fenomeni di amplificazione dovuti alle caratteristiche della superficie topografica.

Il comune Castellaneta come indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 2.03.2004, è classificato zona sismica 3: *zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.*

5 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Le particelle oggetto del presente intervento sono inserite in un paesaggio che si presenta con morfologia pressoché pianeggiante, con impercettibile pendenza monoclinica verso il mare, dell'ordine dei 4°.

La litologia affiorante nella Regione, in successione, a partire dalle formazioni più antiche a quelle recenti, è la seguente:

- calcari della piattaforma mesozoica (Cretaceo);
- calcareniti trasgressive o di Gravina (Pleistocene);
- argille, sabbie, conglomerati del ciclo sedimentario (Plio-pleistocene);
- calcareniti regressive; depositi di vari cicli e depositi recenti ed attuali,(Pleistocene-Olocene);
- depositi alluvionali.

In particolare, la successione litostratigrafia dell'area oggetto di studio, entro la presumibile profondità di circa 100 m, invece, comprende:

- la copertura vegetale, sabbie limoso argillose, di spessore variabile entro il metro e mezzo;
- Limo argilloso sabbioso mediamente consistente con lenti sabbiose con spessore pari a circa 30 metri;
- argille grigio-azzurre e sabbie che poggiano, in continuità di sedimentazione sulle calcareniti plio-pleistoceniche alla profondità di circa 50 m dal p.c; a queste ultime fanno seguito le formazioni carbonatiche del cretaceo.

Le argille in questione, dal punto di vista litologico e stratigrafico si correlano bene alle argille sub-appenniniche del plio-pleistocene o anche a quelle calabriane che si rinvencono in zone diverse della Regione Puglia, dal Tavoliere alla fascia premurgiana della Fossa bradanica, alle Murge ed al Salento. Probabilmente poggiano in continuità sulle calcareniti plio-pleistoceniche.

E' altresì noto che superiormente esse passano, con gradualità, anche se in maniera non uniforme, a depositi sabbiosi, più o meno addensati, quali termini di chiusura del ciclo sedimentario plio-pleistocenico.

Nell'area strettamente in esame, interessata all'insediamento fotovoltaico, al disotto della copertura vegetale, il cui spessore varia da punto a punto dell'appezzamento, senza superare il metro e mezzo, con caratteristiche alquanto scadenti, si incontra un significativo

spessore di alluvionale limoso – argilloso - sabbioso, **indicato come vero substrato di fondazione di ogni manufatto progettuale, come si dirà meglio nel prosieguo.**

6 – IDROGEOLOGIA

Nel complesso, l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di modeste falde superficiali possibili al contatto tra i litotipi sabbiosi appartenenti ai Depositi terrazzati e le sottostanti Argille Subappennine. La circolazione idrica sotterranea più importante è costituita dalla presenza di un sistema profondo di falda carsica circolante nel basamento carbonatico, fortemente fratturato e carsificato. La falda carsica dell'acquifero "profondo" tende a galleggiare sulle acque più dense d'intrusione marina, assumendo una tipica forma a lente biconvessa con spessori che vanno decrescendo, con pendenze piezometriche piuttosto modeste, dal centro verso i margini ionico ed adriatico.

La superficie di separazione tra acque dolci ed acque salate, a differente densità, è data da una fascia di transizione il cui spessore, anch'esso variabile, cresce all'aumentare della distanza dalla costa ed è, inoltre, funzione dello spessore dell'acquifero di acqua dolce. Il massiccio prelievo di acqua dal sottosuolo da migliaia di pozzi sinora attivi, ha determinato il problema del possibile impoverimento degli acquiferi locali, segnatamente della falda carsica profonda, sostenuta dalle acque marine d'invasione continentale.

Secondo la carta delle Isopieze del PTA della Regione Puglia, la falda profonda si rinviene, nell'area oggetto di studio a circa – 50 nell'area 1 e a - 45 metri nell'area 2 rispetto al livello del mare (fig. 8) ed è interessata da intrusione di acqua marina.

Il PTA evidenzia:

1. che i siti 1 e 2 appartengono alle aree in cui l'acquifero profondo carbonatico cretaceo è totalmente permeato da acqua di mare o comunque da acque fortemente salmastre (fig. 9);
2. che le aree sede del presente progetto rientrano nelle zone vulnerabili dai nitrati di origine agricola ZVN (fig. 10).
3. che nella p.lla 16 del foglio 115 (area 2) è presente una forma legata all'idrografia superficiale consistente nel recapito finale di un bacino endoreico (fig. 11);
4. che i siti 1 e 2 rientrano nelle aree con acquifero cretaceo utilizzato a scopo potabile.

Con le suddette informazioni contenute nel PTA, lo scrivente assevera che l'installazione del parco agrivoltaico contribuirà positivamente:

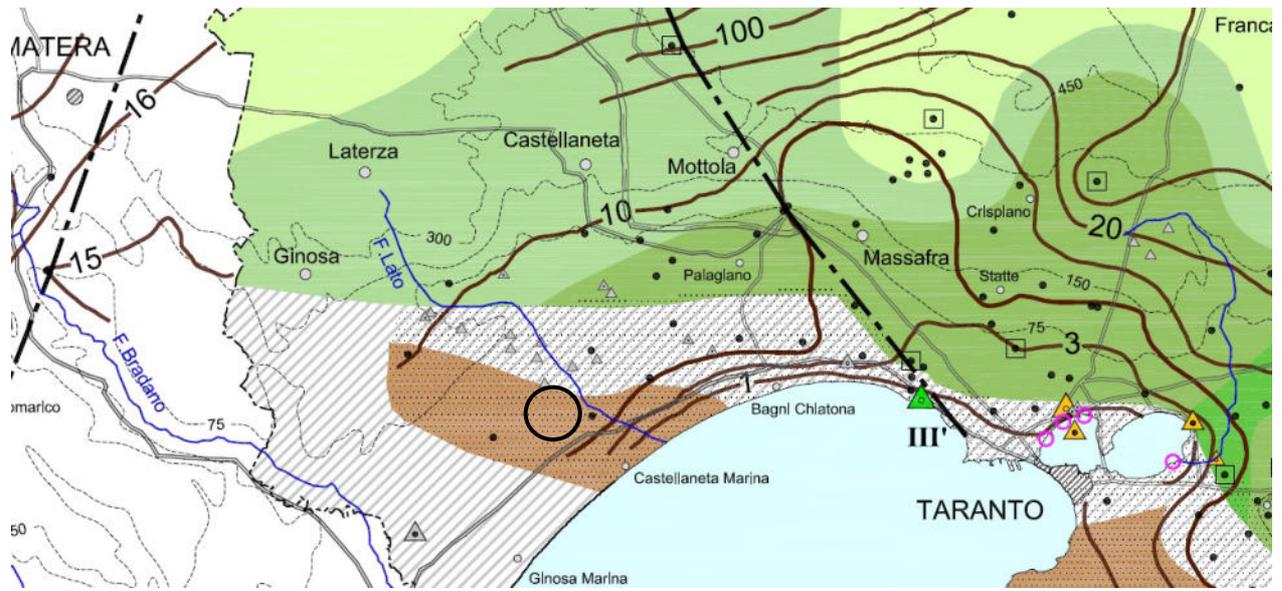
- a.) nella riduzione del quantitativo di acque emunte dal sottosuolo necessarie per l'irrigazione dei campi;
- b.) che la riduzione delle acque prelevate di cui al punto a, concorrerà, seppur in maniera irrisoria ad un riequilibrio della falda, secondo quanto previsto dalla relazione di Ghyben–Herzbergad;
- c.) che la futura non coltivazione intensiva dei terreni, contribuirà alla riduzione dei nitrati di origine agricola.

Dalla consultazione dell'archivio nazionale dell'ISPRA relativo alle indagini del sottosuolo (vedasi n. 7 indagini in allegato), si evidenzia la presenza di falde sospese a profondità variabili. Nel presente caso, si suppone la presenza di una falda sospesa a circa 30 metri di profondità.

La profondità della falda principale e di quelle sospese è tale da non influenzare le strutture di fondazione e non costituire elemento di rischio sismico locale, ubicate rispettivamente a circa - 45, - 50 e a - 30 metri dal p.c. come riscontrato dai dati geologici riferiti a pozzi profondi realizzati nell'area (*Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo Legge 464/1984 – ISPRA – vedasi n. 7 stratigrafie in allegato relative a pozzi ubicati nelle vicinanze delle aree A1 e A2*).

I terreni affioranti sono rappresentati in generale da terreni di natura limoso sabbioso argilloso. I suddetti pozzi, evidenziano anche banchi di sabbia sede degli acquiferi superficiali. Dalla consultazione della carta idrogeologica dell'Italia meridionale (APAT 1999), le alluvioni sono caratterizzate da una permeabilità per porosità con valori K compresi tra 10^{-4} e 10^{-5} . I valori della permeabilità utilizzati per i singoli litotipi sono stati ricavati dalla correlazione di tabelle bibliografiche.

Data la buona permeabilità dei terreni affioranti (*CIP* stimato >85%) e la scarsa pendenza dei versanti (circa 4°), le acque meteoriche tendono ad infiltrarsi e vanno ad alimentare la falda idrica sotterranea.



Legenda

○ Area in esame.

Portata (l/s)	Salinità (g/l)					
	0,4+1	1+3	3+6,5	6,5+11,5	11,5+15,5	non nota
0 + 10	—	▲	▲	—	—	▲
10 + 100	▲	▲	▲	—	—	▲
100 + 300	—	▲	▲	▲	—	▲
300 + 900	—	▲	▲	▲	▲	▲
> 900	—	▲	▲	▲	—	—
non nota	◆	◆	◆	◆	◆	—

PIEZOMETRIE

- Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda profonda pugliese
- Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda superficiale del Tavoliere (2007+2010)
- Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda superficiale del Tavoliere (anni '50)

— Isoplezica media (m s.l.m.) della falda profonda pugliese (presunta se tratteggiata)

— Isoplezica media riferita al periodo 2007+2010 della falda superficiale del Tavoliere

— Isoplezica media (m s.l.m.) risalente agli anni '50 della falda superficiale del Tavoliere

DALLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA PARI A 10 VOLTE IL CARICO PIEZOMETRICO PROFONDA COMPRESO TRA IL TETTO DELL'ACQUIFERO ED UNA PROFONDITÀ DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE SALINA MEDIA DEL TRATTO DI FALDA

SALINITÀ (g/l)

0 + 0,5 0,5 + 1 1 + 2,5 2,5 + 5 5 + 10

□ Pozzo utilizzato per la ricostruzione della distribuzione della concentrazione salina

▤ Zone appartenenti alle aree idrogeologiche della Murgia e del Salento in cui il tetto della formazione carbonatica cretacea trovasi sotto il livello mare

▥ Zone appartenenti alle aree idrogeologiche della Murgia e del Salento in cui l'acquifero profondo carbonatico cretaceo è totalmente permeato da acqua di mare o comunque da acque fortemente salmastre

▧ Zone con assenza di dati di concentrazione salina

○ Centro abitato - - - - - Confine di regione ~150~ Isoipsa
 = Strada principale - - - - - Traccia di sezione idrogeologica

Fig. 8 - Carta Idrogeologica (V. Cotecchia). Memorie Descrittive della carta Geologica d'Italia, vol. XCII – TAV 4.

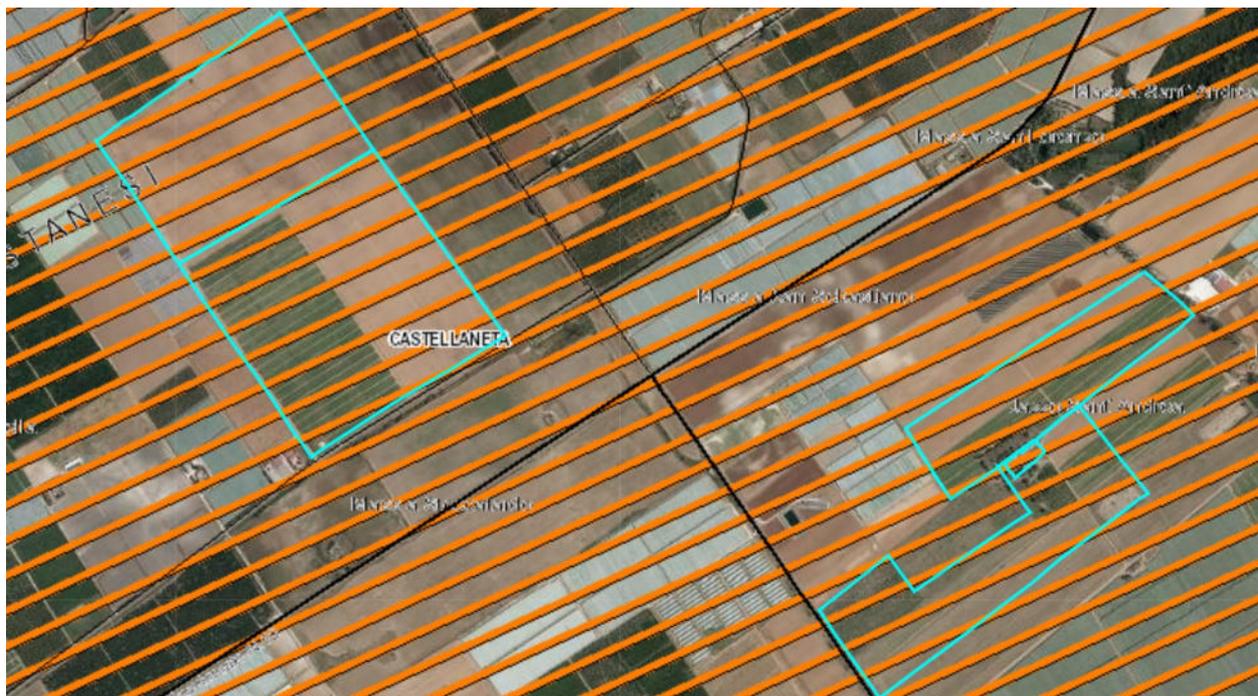


Fig. 9 –PTA: aree di tutela quali – quantitativa. Area 1 a sinistra e 2 a destra.

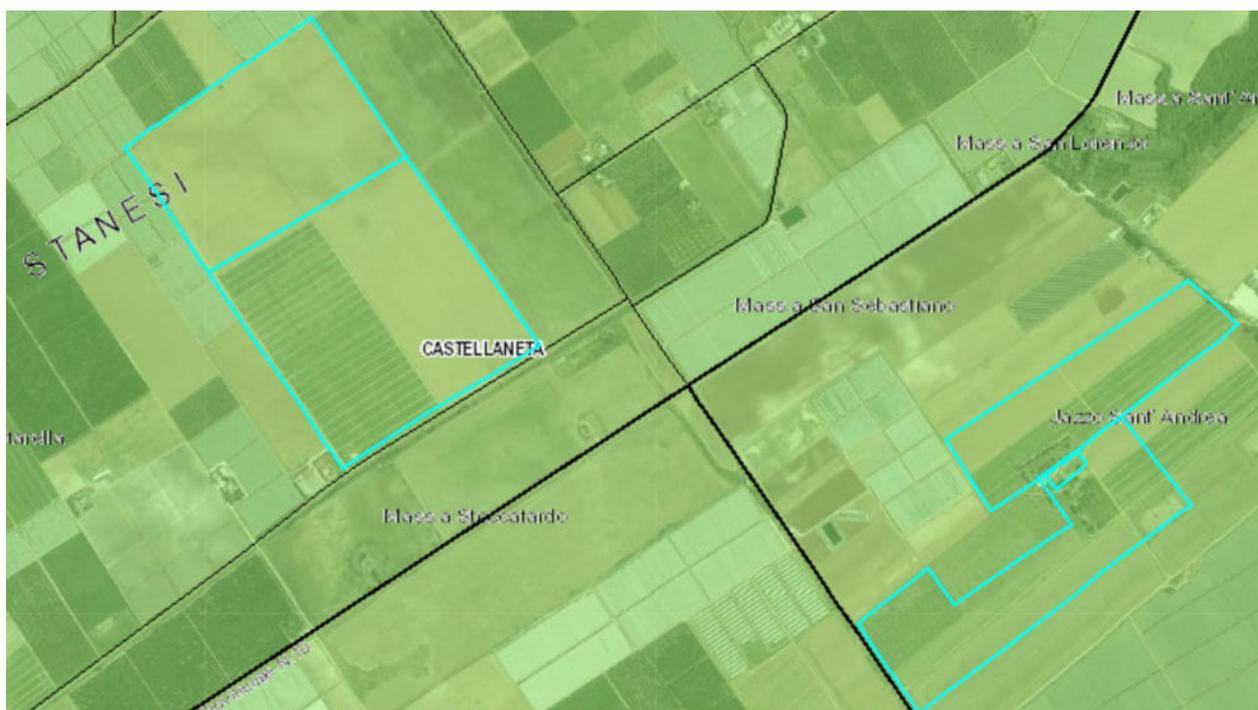


Fig. 10 – PTA: Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (ZVN).



Fig. 11 – Recapito finale di bacino endoreico.

7 – CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Per la caratterizzazione dei terreni di fondazione, sono state esaminate indagini dirette eseguite su terreni simili in prossimità dell'area di studio, nonché indagini eseguite dallo scrivente. Tali indagini ci hanno consentito di accertare la costituzione del sottosuolo e la eventuale presenza di acque sotterranee a pelo libero ed in pressione, nonché misurare e consentire la valutazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni in studio.

A tale scopo sono state prese in esame i dati delle stratigrafie riferite a pozzi profondi realizzati nell'area (*Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo - Legge 464/1984 - ISPRA*). Inoltre, sono state eseguite n. 2 CPT ubicate rispettivamente nell'area 1 e 2 (vedasi allegati).

Tali indagini hanno avuto lo scopo di:

- ricostruire la stratigrafia e la struttura del sottosuolo;
- consentire mediante prove in sito, la determinazione delle proprietà tecniche dei terreni nella loro sede naturale.

I terreni presenti nell'area risultano costituiti principalmente da materiali alluvionali, costituiti principalmente da limi argillosi sabbiosi alternati in alcuni casi a livelli limoso-ghiaiosi e di sabbia.

L'analisi dei litotipi presenti nelle aree di progetto e la caratterizzazione ottenuta mediante una molteplicità di indagini geognostiche condotte per progetti su aree omogenee e adiacenti a quella di progetto, ha permesso una modellazione statistica come riportato nella normativa tecnica vigente; D.M: 17/01/2018 e successiva circolare del 21/01/2019.

La ricostruzione del modello stratigrafico del sito di intervento si basa sui dati provenienti dai dati di letteratura riportati nei vari studi e piani del territorio in esame relativi al territorio di Castellaneta (TA). Nello specifico, trattandosi di opere il cui peso è irrisorio, in virtù di una stratigrafia approssimativamente omogenea, è stato possibile definire il seguente quadro geotecnico.

Terreno vegetale:

L'area si presenta abbastanza omogenea, composta superficialmente da uno spessore di terreno vegetale compreso tra 1 e 1,5 metri (strato 1), sovrastante terreni limosi sabbiosi argillosi, presenti mediamente tra - 1,00 m e - 7,5 (strato 2) e dal sottostante strato di sabbia limosa argillosa tra - 7,5 m e 30 m (strato 3).

Valori di riferimento dei limi argillosi sabbiosi:

- $\gamma=17.8-19.5\text{kN/m}^3$;
- $c'=30-54\text{kN/m}^2$;
- $\phi'=28-29^\circ$;
- $C_u=200-362\text{kN/m}^2$;
- $E=14-82\text{Mpa}$;
- $E_d=5.8-37\text{Mpa}$.

Valori di riferimento delle sabbie limose argillose:

- $\gamma=17.8- 18.7\text{kN/m}^3$;
- $c'=14-18\text{kN/m}^2$;
- $\phi' = 24 - 26^\circ$;
- $C_u = 57-200\text{kN/m}^2$;
- $E =2,3-27\text{MPa}$;
- $E_d = 3e12 \text{ MPa}$.

Lo studio geognostico condotto in questa sede mette in evidenza la possibilità che si verifichino diversi scenari litostratigrafici nell'area di progetto. In fase esecutiva, durante le operazioni di ancoraggio delle fondazioni, il direttore dei lavori, dovrà contattare per iscritto il geologo incaricato, il quale, dovrà presiedere i suddetti lavori e, se lo riterrà opportuno, potrà ricorrere ad ulteriori e più approfondite indagini.

Si riporta il modello geotecnico realizzato:

Modello Geotecnico di progetto							
	Prof.[m]	$\gamma[\text{kN/m}^3]$	$c'[\text{kN/m}^2]$	$\phi' [^\circ]$	$C_u[\text{kN/m}^2]$	$E'[\text{Mpa}]$	$E_{cd}[\text{Mpa}]$
Strato1	0-1,5	21	5	24	/	5	3,5
Strato2	1,0-7,5	18	40	28	200	14,00	6,00
Strato3	7,5-12	18	14	24	57	10,00	7,00

La scelta dei valori geotecnici attribuiti alle formazioni sopra descritte scaturisce anche da una pratica locale, da dati precedentemente acquisiti sui quali responsabilmente sono basate altre progettazioni.

La tabella propone un possibile modello geotecnico, ove sarà cura del progettista calcolatore verificare la sua adeguatezza in base alla tipologia di struttura. Come già suddetto, in fase esecutiva dovrà, inoltre, essere verificata la schematizzazione geologica – geotecnica desunta nel presente studio, e, qualora necessario dovranno essere eseguite le indagini dirette finalizzate alla ricostruzione della situazione geologica locale.

Per la classificazione sismica del suolo di fondazione sono state eseguite n. 2 indagini sismiche tipo “Masw “. I risultati di tali prove collocano i terreni oggetto d’indagine in categoria **C** ($180 \text{ m/s} < V_{seq} < 360 \text{ m/s}$ - *NTC 2018 – vedasi in allegato risultanze indagini sismiche*).

8 – RAPPORTO CON IL PAI E IL PPTR

L’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino meridionale individua e norma per l’intero ambito del bacino le aree a pericolosità idraulica e le aree a pericolosità geomorfologica. Le aree a pericolosità idraulica individuate dal PAI sono suddivise, in funzione dei differenti gradi di rischio in:

- Aree ad alta probabilità di inondazione – A.P.;
- Aree a media probabilità di inondazione –M.P.;
- Aree a bassa probabilità di inondazione – B.P.;

Le aree a pericolosità geomorfologiche individuate dal PAI sono suddivise, in funzione dei differenti gradi di rischio in:

- Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata – P.G.3;
- Aree a pericolosità geomorfologica elevata – P.G.2;
- Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata – P.G.1.

L’area sede dell’intervento non è perimetrata dal PAI (Fig. 12 e 13). Le p.lle 84 e 86 sono attraversate da solchi di scolo di origine antropica necessari per il non ristagno delle acque meteoriche. Tali solchi sono utili per una maggiore produttività agricola dei fondi (fig. 14).

Dalla consultazione del PPTR, si evidenziano solo gli ambiti paesaggistici.

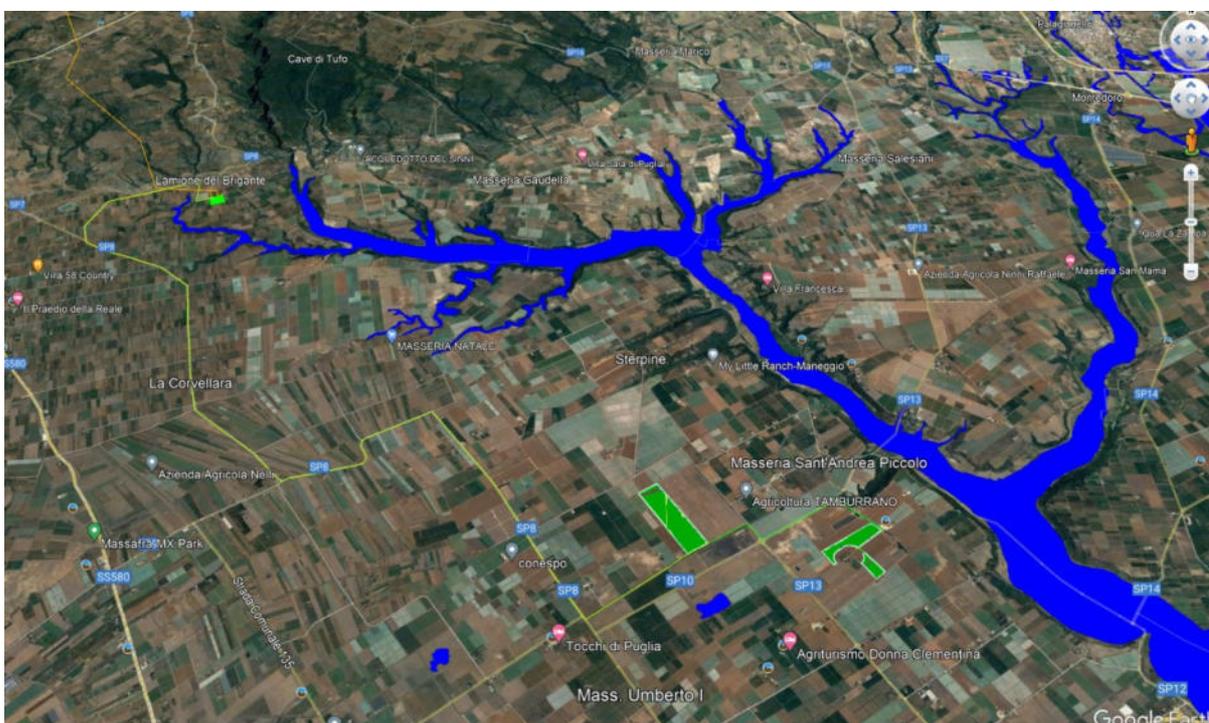


Fig. 12 – Aree di intervento 1 e 2 non perimetrata dal PAI.



Fig. 13–Aree 1 e 2 non perimetrare dal PAI (scala 1:25.000).

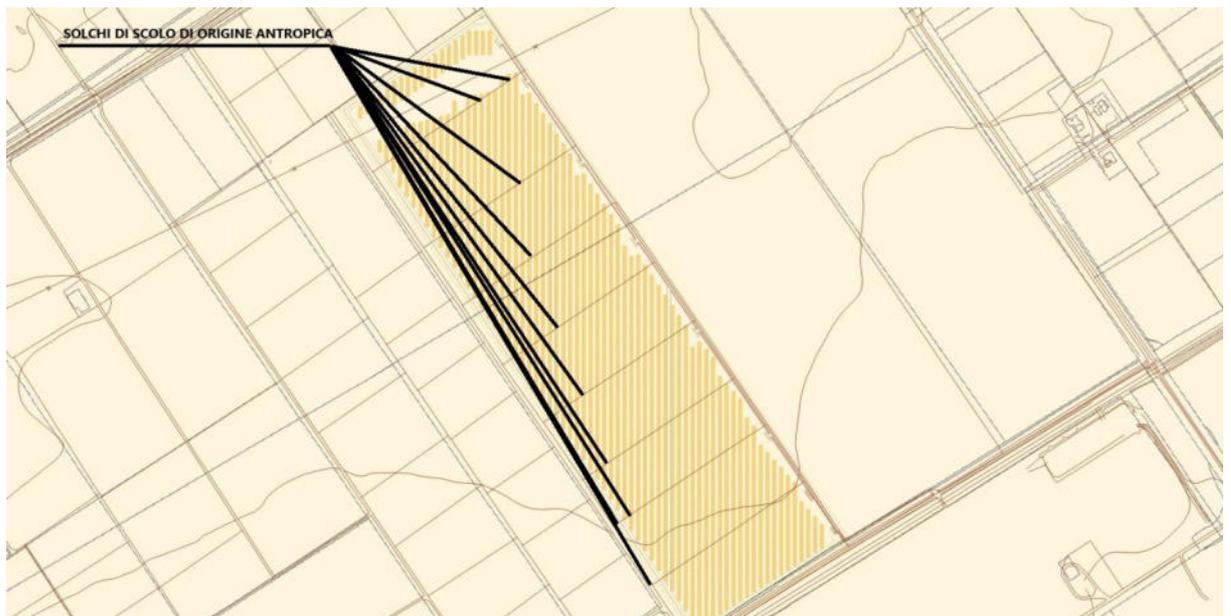


Fig. 14 – Solchi di scolo di origine antropica.

9 – VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

In base ai dati reperiti, vista la natura dei terreni, è possibile omettere la verifica a liquefazione in quanto la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ (NTC 2018).

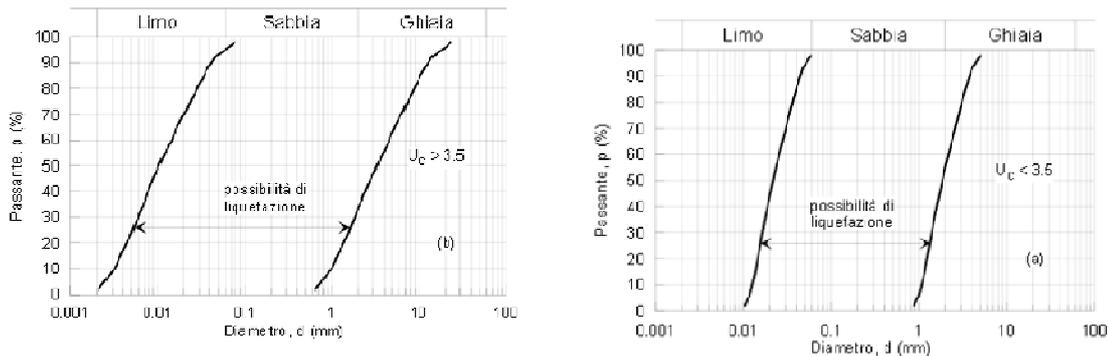


Figura 7.11.1 – Curve granulometriche di terreni suscettibili di liquefazione.

10 – CONCLUSIONI

Gli studi svolti e le indagini eseguite, hanno consentito la caratterizzazione geologica dei terreni interessati dal progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico da ubicare in agro del comune di Castellaneta (TA) in località “Stanesi” di potenza nominale pari a 31,04972 MWp in DC e potenza in immissione AC pari a 26,4 MW, identificato dal codice di rintracciabilità 202203124e delle relative opere di connessione alla RTN. I terreni interessati di carattere alluvionale, sono dotati di buone caratteristiche meccaniche con deformazioni limitate, sono quindi dei buoni terreni di fondazione.

L’area sede dell’intervento è esente sia da pericolosità geomorfologica che da rischio idraulico, come evidenziato dalla cartografia dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino meridionale.

Il PTA evidenzia:

1. che i siti sede dell’intervento, appartengono alle aree in cui l’acquifero profondo carbonatico cretaceo è totalmente permeato da acqua di mare o comunque da acque fortemente salmastre;
2. che le aree sede del presente progetto rientrano nelle zone vulnerabili dai nitrati di origine agricola ZVN;

3. che nella p.lla 16 del foglio 115 (area 2) è presente una forma legata all'idrografia superficiale consistente nel recapito finale di un bacino endoreico;
4. che le zone di intervento rientrano nelle aree con acquifero cretaceo utilizzato a scopo potabile.

Con le suddette informazioni estrapolate dal PTA, lo scrivente assevera che l'installazione del parco agrivoltaico contribuirà positivamente:

- a.) *nella riduzione del quantitativo di acque prelevate dal sottosuolo necessarie per l'irrigazione dei campi;*
- b.) *che la riduzione delle acque emunte di cui al punto a, concorrerà, seppur in maniera irrisoria ad un riequilibrio della falda, secondo quanto previsto dalla relazione di Ghyben–Herzbergad;*
- c.) *che la futura non coltivazione intensiva dei terreni, contribuirà alla riduzione dei nitrati di origine agricola.*

Sulla base delle informazioni e dei dati desunti dall'analisi delle condizioni geomorfologiche, geologiche, geostratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche del sito d'interesse, così come riportato nei paragrafi precedenti, si ribadisce che l'area risulta:

- geomorfologicamente stabile; la morfologia risulta caratterizzata, da pendenze non superiori a 4° e i terreni al di sotto del p.c. si presentano di sufficiente integrità e consistenza;
- non interessata da fenomeni erosivi, da frane o da instabilità del suolo e/o del sottosuolo;
- caratterizzata dalla presenza di un substrato costituito da litotipi dotati di sufficienti caratteristiche di resistenza geomeccanica con valori dell'angolo d'attrito del terreno di gran lunga superiori all'angolo di inclinazione naturale del pendio;
- senza segni di ulteriori pericolosità geologiche in relazione all'intervento progettato.

Per quanto suddetto, è possibile affermare la piena compatibilità geomorfologica.

Il comune di Castellaneta (TA) è classificato secondo l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03 in classe 3.

Il suolo di fondazione è di categoria C:

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

I terreni presenti nell'area risultano costituiti principalmente da materiali alluvionali, costituiti principalmente da limi argillosi sabbiosi alternati in alcuni casi a banchi di sabbia.

L'analisi dei litotipi presenti nelle aree di progetto e la caratterizzazione ottenuta mediante una molteplicità di indagini geognostiche sia condotte dallo scrivente sia estrapolati dalla bibliografia, ha permesso una modellazione statistica come riportato nella normativa tecnica vigente; D.M: 17/01/2018 e successiva circolare del 21/01/2019. La ricostruzione del modello stratigrafico del sito di intervento si basa sui dati provenienti da una moltitudine di indagini relativi al territorio di Castellaneta (TA). Nello specifico, trattandosi di opere il cui peso è irrisorio, in virtù di una stratigrafia omogenea, è stato possibile definire il seguente quadro geotecnico.

Modello Geotecnico di progetto							
	Prof. [m]	γ [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	ϕ' [°]	Cu [kN/m ²]	E' [Mpa]	E _{ed} [Mpa]
Strato 1	0-1,0	21	5	24	/	5	3,5
Strato 2	1,0-7,5	18	40	28	200	14,00	6,00
Strato 3	7,5-12	18	14	24	57	10,00	7,00

Infine, per ciò che concerne gli aspetti legati alle scelte progettuali previste per le strutture fondazionali, esse non pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico e non incidono negativamente sugli equilibri idrogeologici dei luoghi, non determinando alcuna apprezzabile turbativa degli assetti geomorfologici, idrogeologici o geotecnici dell'area, QUINDI E' POSSIBILE AFFERMARE LA PIENA COMPATIBILITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DELL'INTERVENTO.

In fase di predisposizione del cantiere e cioè prima di passare alla fase esecutiva, la Direzione Lavori è tenuta a verificare la rispondenza di quanto previsto nel presente rapporto geologico-geotecnico. In fase esecutiva, durante le operazioni di ancoraggio delle fondazioni, il direttore dei lavori, dovrà contattare per iscritto il geologo incaricato, il quale, dovrà presiedere i suddetti lavori e, se lo riterrà opportuno, potrà ricorrere ad ulteriori e più approfondite indagini.

Tanto si doveva ad espletamento dell'incarico ricevuto.

Il sottoscritto resta a disposizione per qualsiasi chiarimento ed approfondimento alla presente relazione.

Ischitella, settembre 2023

Il geologo

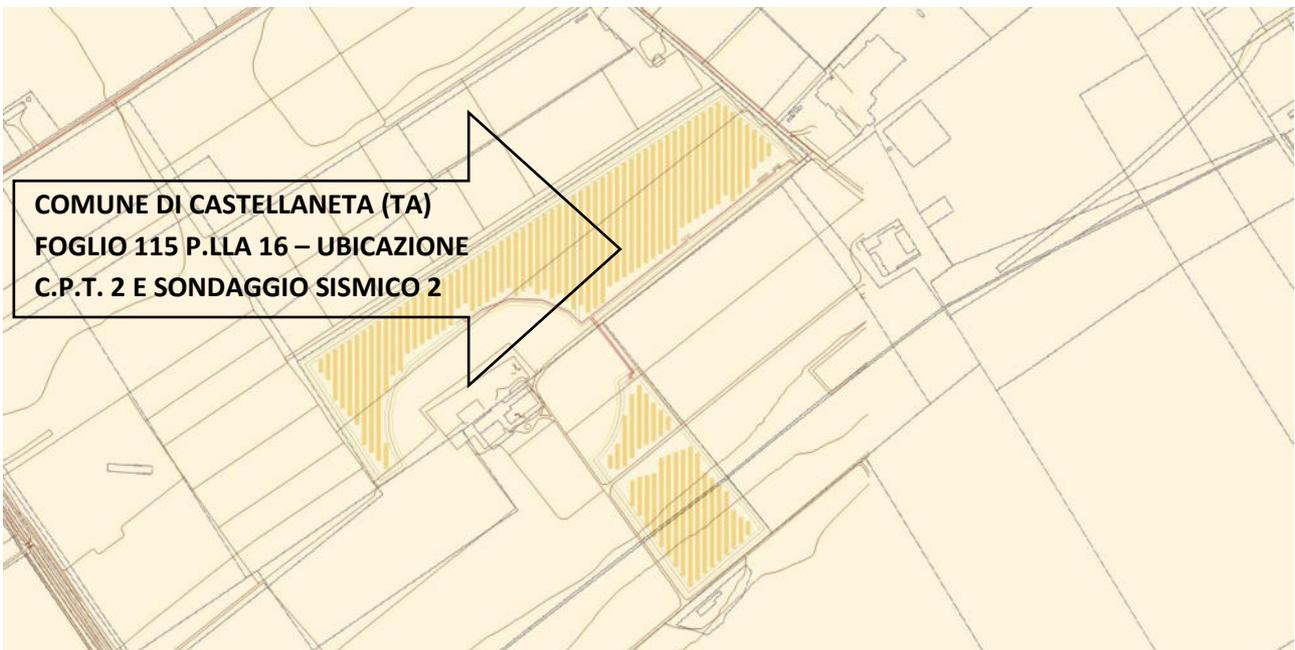
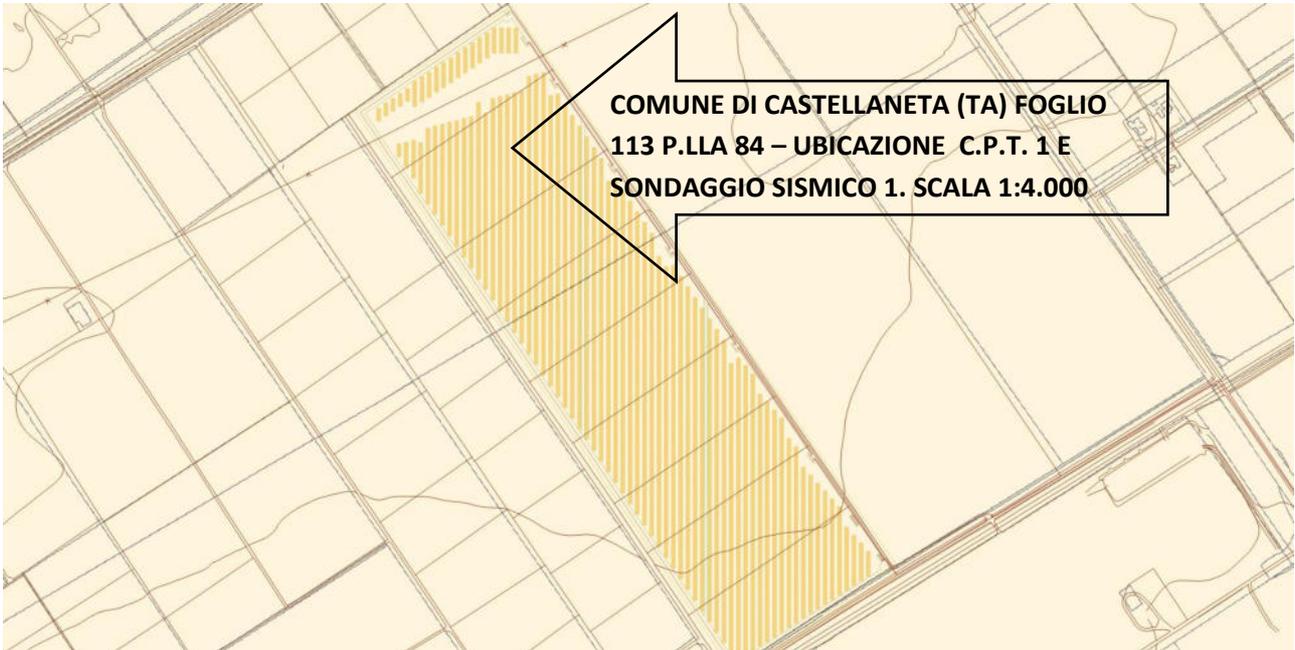
Dott. Pasquale TRIGGIANI

A blue circular stamp from the "ORDINE DEI GEOLGHI" (Order of Geologists) is visible. The stamp contains the text "Dott. Geol. PASQUALE TRIGGIANI N. 552". Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.

ALLEGATI

- UBICAZIONE C.P.T. E SONDAGGI SISMICI fogli 1;
- DESCRIZIONE PROVE C.P.T. fogli 8;
- INDAGINE GEOFISICA fogli 31;
- UBICAZIONE E STRATIGRAFIE DI N.7 POZZI
(ARCHIVIO ISPRA)

UBICAZIONE C.P.T.1 E 2 E SONDAGGIO SISMICO 1 E 2



DESCRIZIONE PROVE C.P.T. PER IMPIANTO AGRIVOLTAICO NEL COMUNE DI CASTELLANETA (TA) IN LOCALITA' STANESI

CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO DI PROGETTO

Il progetto contempla la realizzazione di un impianto agrivoltaico nel comune di Castellaneta in località "Stanesi" e delle relative opere di connessione alla rete RTN. L'impianto ricade in due aree denominate A1 e A2, pertanto sono state eseguite n. due C.P.T. rispettivamente una sulla p.lla 84 del foglio 113 e l'altra sulla p.lla 16 del foglio 115.

I parametri fisico meccanici dei terreni sono stati ottenuti mediante l'interpretazione dei risultati delle suddette prove. Essendo le aree di studio di notevoli dimensioni, i dati ricavati, sono stati mediati tra loro. Quanto sopra ha reso possibile:

- la ricostruzione delle condizioni stratigrafiche,
- l'accertamento del regime delle pressioni interstiziali
- la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni compresi nel volume significativo.

PROGRAMMA INDAGINI

Per acquisire tutti gli elementi utili all'intervento di progetto, si predisponere un programma di accertamenti tramite indagini geognostiche dirette sotto superficie. Più in particolare si è provveduto:

1. | *all'esecuzione di un sondaggio penetrometrico*
2. | *alla caratterizzazione geomeccanica dei terreni tramite elaborazione sondaggio penetrometrico*

Prova penetrometrica statica - C.P.T.

La scelta di tale metodologia di prova per caratterizzare la parte fine o medio-addensata del sottosuolo, è stata effettuata perché permette caratterizzare dal punto di vista sia litologico che meccanico, sotto il profilo della resistenza al taglio e della compressibilità, i materiali sedimentari a granulometria fine o sciolti coesivi.

La prova penetrometrica statica C.P.T. è una tecnica di indagine geognostica che consiste nella misurazione, mediante cella di carico digitale, della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard (punta Begemann), infissa a velocità costante nel sottosuolo con una batteria di aste cave alla cui estremità inferiore è collegata la punta stessa.

Le caratteristiche tecniche della punta conica, che dispone di un manicotto per la misurazione della resistenza per attrito laterale, sono le seguenti:

a)	<i>angolo al vertice</i>	<i>60°</i>
b)	<i>diametro</i>	<i>35,7 mm</i>
c)	<i>sezione</i>	<i>10 cm²</i>

Le dimensioni del manicotto sono:

1	<i>diametro</i>	<i>35,7 mm</i>
2	<i>lunghezza</i>	<i>133 mm</i>
3	<i>sezione</i>	<i>150 cm²</i>

Agendo separatamente sulla punta, sulla punta più il manicotto e sull'insieme di aste, è possibile misurare ogni 20 cm di approfondimento i seguenti valori:

- 1 | *la resistenza all'avanzamento della sola punta Qc*

2 | *la resistenza all'avanzamento della punta più la resistenza per attrito laterale sul manicotto $Q_c + F_s$.*

I risultati delle prove effettuate hanno consentito di elaborare grafici della resistenza statica alla punta (Q_c) e laterale (F_s) misurate nel corso delle prospezioni eseguite.

Relativamente alla caratterizzazione geotecnica di resistenza dei materiali questa ha tenuto conto delle formule di bibliografia (descritte nell'allegato report delle indagini), che consentono la determinazione della coesione non drenata (c_u), angolo di attrito (ϕ), modulo edometrico (M_o), densità relativa (D_r) dei diversi tipi di sedimenti costituenti il sottosuolo. Tali valori sono stati determinati ogni 20 cm di sottosuolo penetrato dalle prospezioni.

3.3 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICO - GEOTECNICA

L'elaborazione dell'introspezione effettuata consente di schematizzare la costituzione sedimentologica del sottosuolo secondo una successione di sedimenti di origine detritico - alluvionale.

Nel particolare si osserva che gli strati superiori - con granulometrie fini - si caratterizzano per bassi tenori di energia deposizionale e pertanto per processi di tipo eluvio colluviale.

Nel dettaglio l'assetto stratigrafico rilevabile attraverso la terebrazione effettuata, lungo la verticale di indagine, è così sintetizzabile.

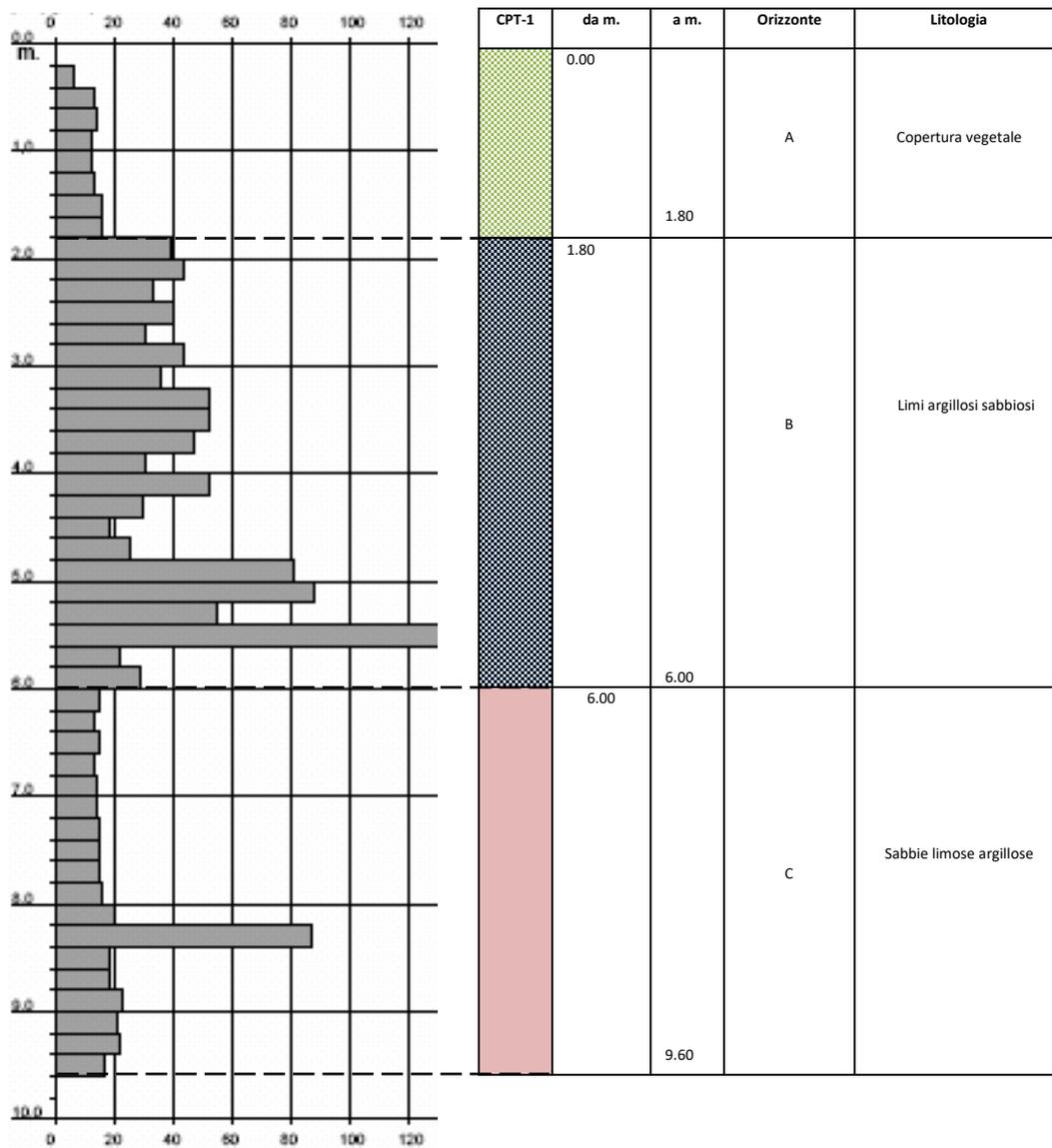


Fig. 1 Discretizzazione verticale d'indagine

In definitiva si può sintetizzare la seguente stratigrafia di progetto:

SCHEMA STRATIGRAFICO RICOSTRUITO IN BASE ALLE INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE

ORIZZONTI	SPESSORE		LITOLOGIA
"A"	0.00 m	1.80 m	Copertura Vegetale
"B"	1.80 m	6.00 m	Limi argillosi sabbiosi
"C"	6.00 m	6.00 – 9.60	Sabbie limose argillose

Tab. 1

Gli orizzonti di terreno sopra individuati saranno oggetto di caratterizzazione fisico-meccanica, nei paragrafi successivi.

Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di cui alla situazione stratigrafica del paragrafo precedente, sono state desunte dall'elaborazione della penetrometria statica.

Peso dell'Unità di Volume

L'elaborazione informatizzata dell'indagine effettuata (CPT1) ha reso possibile l'individuazione dei seguenti valori minimi del peso dell'unità di volume:

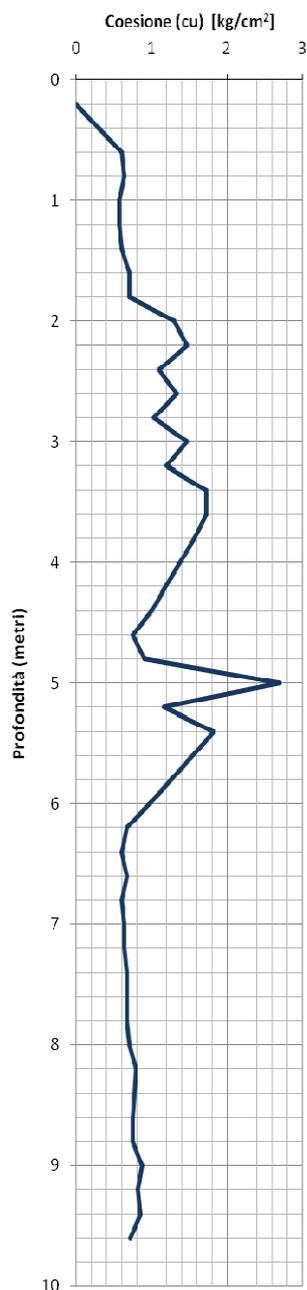
Orizzonte	Litologia	Densità γ [g/cm ³]
A	Copertura vegetale	1.85 g/cm ³
B	Limi argillosi sabbiosi	1.85 g/cm ³
C	Sabbie limose argillose	1.85 g/cm ³

Tab. 2 – Valori di densità

Coesione

La coesione è un parametro che varia in relazione alla percentuale di argilla presente nel terreno ed alla sua cementazione. La figura seguente mostra l'andamento della coesione con la profondità ed individua i valori minimi

Profondità	Prova CPT1	
	cu [kg/cm ²]	valori min
0.2	0	
0.4	0.3	
0.6	0.6	
0.8	0.64	
1	0.57	
1.2	0.57	
1.4	0.6	
1.6	0.7	
1.8	0.7	0.3
2	1.3	
2.2	1.47	
2.4	1.1	
2.6	1.33	
2.8	1.03	
3	1.47	
3.2	1.2	
3.4	1.73	
3.6	1.73	
3.8	1.57	
4		
4.2		
4.4	1	
4.6	0.75	
4.8	0.91	
5	2.7	
5.2	1.17	
5.4	1.83	
5.6		
5.8		
6	0.98	0.75
6.2	0.67	
6.4	0.6	
6.6	0.67	
6.8	0.6	
7	0.64	
7.2	0.64	
7.4	0.67	
7.6	0.67	
7.8	0.67	
8	0.7	
8.2	0.8	
8.4		
8.6	0.75	
8.8	0.75	
9	0.87	
9.2	0.82	
9.4	0.85	
9.6	0.72	0.6



Tenendo presente il **valore minimo** si ottiene:

Orizzonte	Litologia	Coesione c_u [kg/cm ²]
A	Copertura vegetale	0.30 kg/cm ²
B	Limi argillosi sabbiosi	0.75 kg/cm ²
C	Sabbie limose argillose	0.60 kg/cm ²

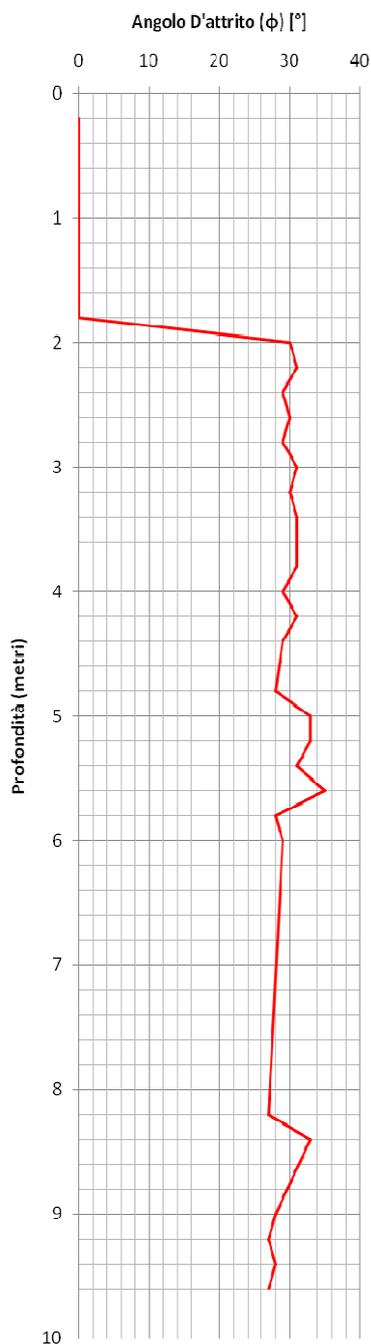
Tab. 3 – Valori di coesione

Angolo d'attrito Interno

L'elaborazione dei valori del coefficiente d'attrito è stata effettuata tramite diverse metodologie. Fra queste è stata prescelta quella proposta da Meyerhof che fornisce i valori più cautelativi.

L'elaborazione ha fornito i seguenti valori minimi:

Profondità	Prova CPT1	
	Φ	val. min
0.2	0	
0.4	0	
0.6	0	
0.8	0	
1	0	
1.2	0	
1.4	0	
1.6	0	
1.8	0	0
2	30	
2.2	31	
2.4	29	
2.6	30	
2.8	29	
3	31	
3.2	30	
3.4	31	
3.6	31	
3.8	31	
4	29	
4.2	31	
4.4	29	
4.6		
4.8	28	
5	33	
5.2	33	
5.4	31	
5.6	35	
5.8	28	
6	29	28
6.2		
6.4		
6.6		
6.8		
7		
7.2		
7.4		
7.6		
7.8		
8		
8.2	27	
8.4	33	
8.6		
8.8		
9	28	
9.2	27	
9.4	28	
9.6	27	27



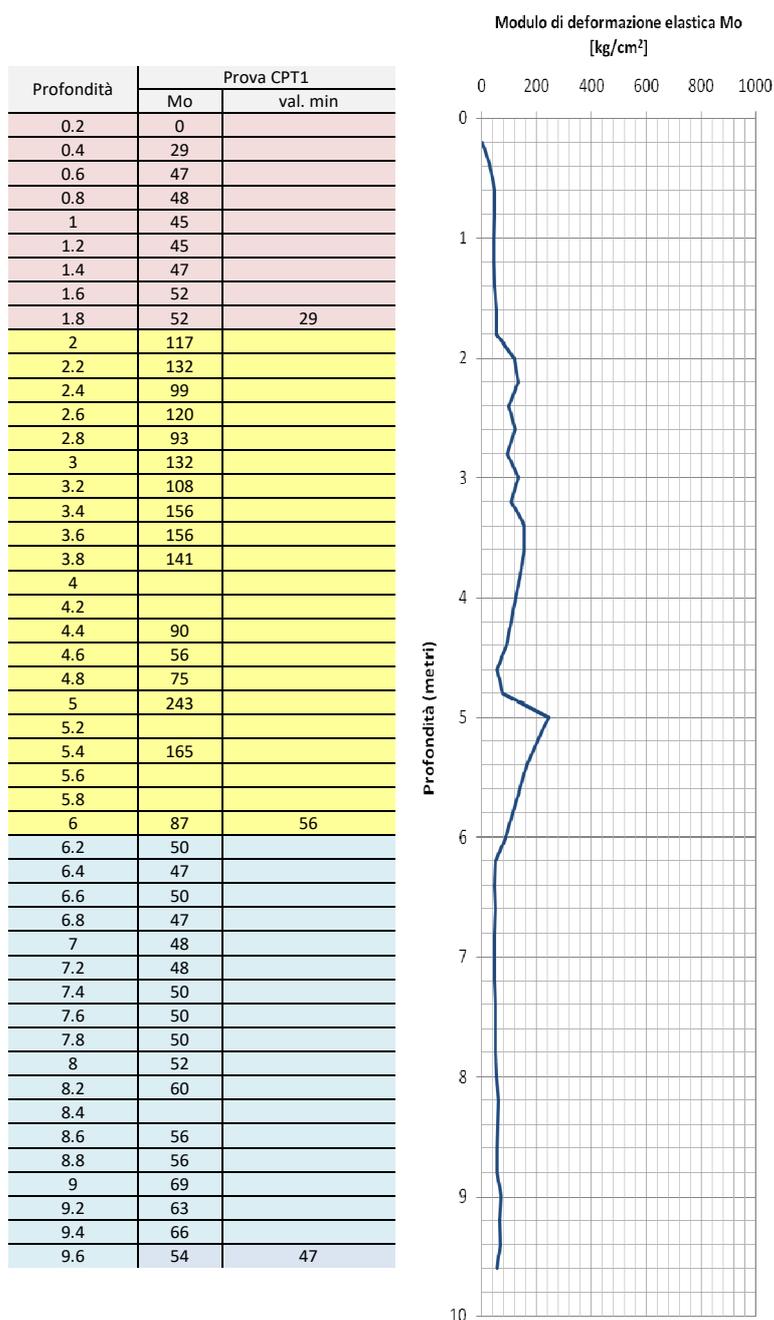
Tenendo presente il minimo dei valori si ottiene:

Orizzonte	Litologia	ϕ my [°]
A	Copertura vegetale	0°
B	Limi argillosi sabbiosi	27°
C	Sabbie limose argillose	28°

Tab. 4 – Valori di angolo d'attrito

Modulo di deformazione elastica – Mo

I valori del Modulo di Deformazione Elastica sono derivati dall'elaborazione della penetrometria.



Tenendo presente i valori minimi si ottiene:

Orizzonte	Litologia	Mo [kg/cm ²]
A	Copertura vegetale	29 kg/cm ²
B	Limi argillosi sabbiosi	56 kg/cm ²
C	Sabbie limose argillose	47 kg/cm ²

Tab. 5 – Valori di modulo elastico

A consuntivo, tenendo presente i valori minimi, si sintetizzano i parametri geotecnici di cui alla tabella seguente:

Orizzonte	Quote		Litologia		Densità (γ) [g/cm ³]	Coesione (c_u)[kg/cm ²]	Angolo d'Attrito (ϕ') [°]
	da m	a m					
A	0.00	1.80	Copertura vegetale		1.85 g/cm³	0.30 kg/cm²	0
B	1.80	6.00	Limi argillosi sabbiosi		1.85 g/cm³	0.75 kg/cm²	27
C	6.00	9.60	Sabbie limose argillose		1.85 g/cm³	0.60 kg/cm²	28

Tab. 6 – Consuntivo parametri geomeccanici

INDAGINE GEOFISICA

Lo scopo dell'indagine è la caratterizzazione dinamica del sottosuolo nei primi 25 – 30 m con l'individuazione delle principali unità geofisiche e delle relative proprietà meccaniche elastiche, quali velocità delle onde longitudinali P (V_p), velocità delle onde trasversali S (V_s) e i relativi parametri elastici (E , G , K e ν).

Sulla base dei valori di V_s e del modulo di taglio (G) sarà possibile valutare la rigidezza del suolo e fornire delle prime indicazioni sul comportamento dinamico della parte superficiale del sottosuolo, in applicazione della normativa nazionale DM 14/01/2008 e Decreto 17 gennaio 2018.

Indagine e strumentazione utilizzata

L'indagine consiste in **due** stendimenti di sismica a rifrazione di lunghezza pari a **23** m (Base 1 – Base 2) ubicati rispettivamente uno sulla p.lla 84 del foglio 113 e l'altro sulla p.lla 16 del foglio 115 del comune di Castellaneta (TA), lungo i quali sono stati disposti e collegati in serie 24 geofoni monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile, ovvero dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche longitudinali, prodotte da una specifica sorgente. La distanza intergeofonica è stata fissata a **1** m (Base 1 – Base 2) per un totale di 24 geofoni collegati in serie attraverso un cavo in grado di convertire il segnale elettrico proveniente dai geofoni in segnale digitale già dal primo metro: il sistema permette pertanto di eliminare molte fonti di disturbo dovute al trasferimento del segnale lungo centinaia di metri di cavo sismico ed è inoltre dotato di un sistema di filtraggio in tempo reale, da un hardware complesso, che comporta un anello di regolazione con diversi passaggi di digital signal processing. Sono stati utilizzati 2 punti di energizzazione disposti lungo lo stendimento:

- 2 estreme a 2 m dai geofoni 1° e 24°

L'attrezzatura utilizzata è costituita da:

- un sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 8 Kg battente verticalmente su piastra metallica posta

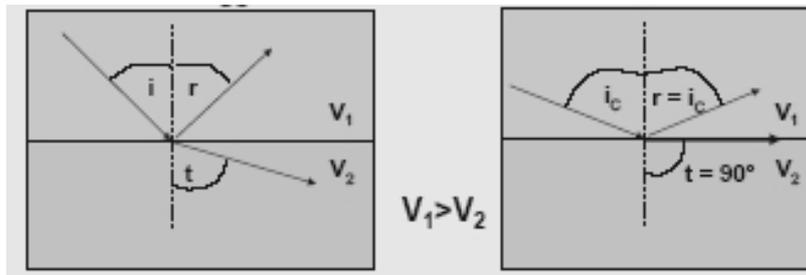
- direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P;
- un sistema di ricezione: costituito da 24 geofoni a componente verticale di frequenza propria pari rispettivamente a 4,5 Hz;
 - sistema di acquisizione dati: sismografo digitale AMBROGEO ECHO 12-24 2002, ad incremento di segnale;
 - un sistema di trigger: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

Cenni teorici del metodo

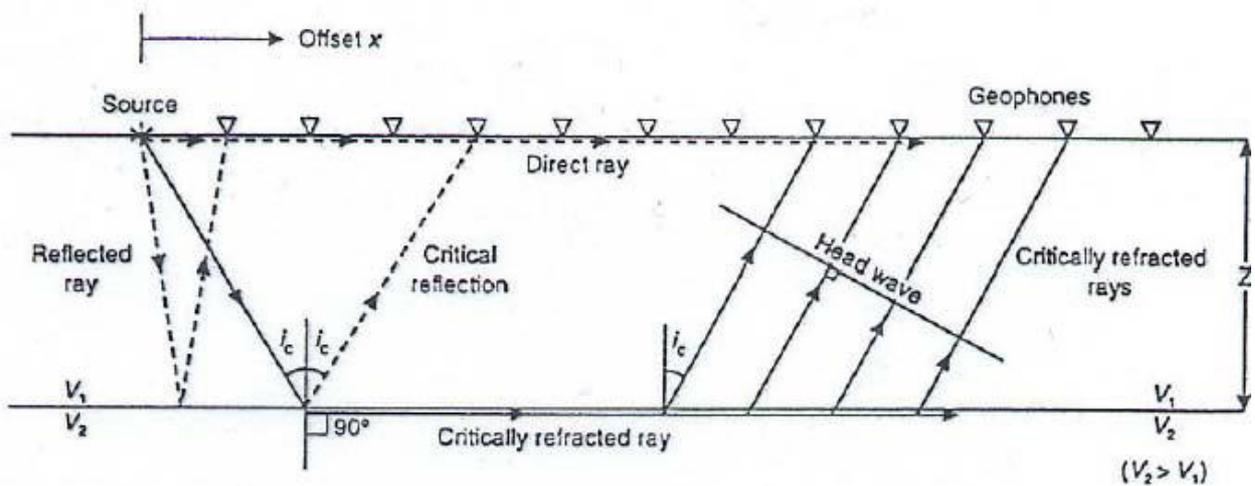
Le indagini indirette ed in particolare la metodologia a rifrazione permette la ricostruzione areale delle geometrie e degli spessori dei depositi di copertura, la profondità del substrato (entro i limiti di penetrazione del metodo), la verifica di eventuali discontinuità laterali nonché di determinare le caratteristiche fisico – meccaniche dei materiali attraverso la determinazione dei moduli elastici dinamici.

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde elastiche e uno stendimento di geofoni lungo un profilo giungeranno in superficie ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde coniche o birifratte (head wave):

le onde analizzate sono quelle birifratte cioè quelle che giungono sulla superficie di separazione con un angolo d'incidenza critico (secondo la legge di Snell) e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza. I contrasti di proprietà possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche.



Disponendo una serie di ricevitori lungo la superficie libera del suolo e generando onde elastiche da una sorgente puntiforme l'onda riflessa arriverà sempre dopo le altre, mentre fino ad una certa distanza dalla sorgente arriverà prima l'onda diretta poi, quando l'onda bi-rifratta avrà percorso sufficiente distanza alla velocità V_2 , essa arriverà prima della diretta (come riportato nella figura seguente).



Se riportiamo in un semplice grafico x-y per ogni distanza di ciascun ricevitore il tempo di arrivo del primo impulso letto sui sismogrammi i punti si dispongono in una serie di allineamenti, di cui il primo passante per l'origine: ciascuna linea è detta dromocrona ed è rappresentativa della velocità di propagazione delle onde elastiche nel mezzo posto al di sopra di un rifratore (una superficie di separazione più o meno netta tra due materiali a comportamento elastico diverso).

Di seguito a titolo esemplificativo si riportano le dromocrone relative ad un modello tristrato del sottosuolo: il coefficiente angolare della dromocrona passante per l'origine rappresenta l'inverso della velocità di propagazione delle onde elastiche nel primo strato (V_0), i coefficienti angolari delle altre 2 dromocrone rappresentano l'inverso delle velocità dei due strati sottostanti (V_1 e V_2); un modello tristrato è caratterizzato da 2 rifrattori che separano 3 materiali caratterizzati da un diverso

comportamento meccanico rappresentato da un modello di tipo elastico omogeneo, continuo ed isotropo.

L'intersezione tra due dromocrone è detto punto di ginocchio e rappresenta il punto in cui arrivano contemporaneamente le onde rifratte da due rifrattori adiacenti o, se consideriamo le prime due dromocrone, le onde dirette e le onde rifratte dal primo rifratte: in un'indagine di sismica a rifrazione sarà possibile individuare un numero di punti di ginocchio pari al numero di rifrattori investigati.

Pertanto più è profondo il rifratte più è distante dalla sorgente il rispettivo punto di ginocchio: da ciò si deduce che gli impulsi rifratti possono essere ricevuti solo a partire da una certa distanza proporzionale alla profondità del rifratte e che quindi la profondità totale di indagine è legata alla lunghezza dello stendimento di ricevitori.

Tramite semplici relazioni trigonometriche è possibile, note le velocità di propagazione delle onde elastiche nei diversi strati omogenei del sottosuolo, conoscere gli spessori di ciascuno di essi: ciascun metodo presenta, in funzione delle ipotesi iniziali fissate, un diverso campo di applicabilità, ove è possibile considerare i risultati con un accettabile grado di affidabilità.

I principali limiti della tecnica di sismica a rifrazione risiedono nella impossibilità teorica di rilevare successioni stratigrafiche composte da strati a velocità decrescente con la profondità, in tal caso lo strato o gli strati non possono essere messi in evidenza dalle onde rifratte in quanto l'energia incidente, al contatto fra la sommità dello strato e la base dello strato sovrastante a più alta velocità, subisce una flessione verso il basso e non può venire di conseguenza rifratta: tale situazione è nota come "orizzonte muto" e porta, oltre all'inconveniente di non considerare la presenza di uno strato a comportamento diverso nel sottosuolo, alla sovrastima dello spessore dello strato sovrastante l'inversione di velocità.

Altra limitazione consiste nella presenza di uno strato a velocità intermedia ma di ridotto spessore; anche in questo caso l'orizzonte non produce alcun cambiamento di pendenza sulle dromocrone, e non è quindi sismicamente rilevabile.

E' noto infatti che per essere visto uno strato deve poter essere campionato da almeno 2 geofoni e, se questo non avviene, lo strato è come se non esistesse e non se ne può valutare né velocità né spessore: tale fenomeno è noto come "orizzonte nascosto".

Altra limitazione, in parte risolvibile, è quella del cambio di pendenza di una dromocrona dovuta non alla presenza di una nuova interfaccia di separazione tra due strati ma alle variazioni di inclinazione della stessa interfaccia.

Le prime due limitazioni rappresentano situazioni stratigrafiche che mal si prestano ad essere investigate col metodo di sismica a rifrazione in quanto portano a sovrastimare o sottostimare lo spessore delle coperture.

La terza limitazione rappresenta una delle situazioni stratigrafiche molto ricorrente in quanto è molto difficile in realtà trovare situazioni perfettamente piano parallele: è possibile tramite metodi di interpretazione particolari (delay-time o plus minus ed altri), che richiedono specifiche configurazioni degli stendimenti rispetto ai punti di energizzazione, ricostruire situazioni litostratigrafiche caratterizzate da interfacce di separazione anche molto articolate.

Se gli strati sono poco potenti con velocità crescente con la profondità (come normalmente avviene nei terreni non consolidati), i percorsi delle onde saranno curvi, con concavità rivolta verso l'alto ed anche la corrispondente dromocrona sarà una curva.

Sebbene nei casi reali si abbia a che fare con depositi stratificati, spesso fittamente e in maniera poco definita, con un'alternanza di strati caratterizzati da rigidità anche molto differenti (con inevitabili problemi di riflessione e rifrazione delle onde in corrispondenza delle superfici di discontinuità e/o di fratture), si assume che l'effetto delle onde dirette, in termini di ampiezza delle vibrazioni, sia predominante rispetto a quello delle onde indirette, tanto da potere trascurare queste ultime e considerare il mezzo, limitatamente all'area comprendente la sorgente e il ricevitore, come mezzo omogeneo, isotropo e non confinato, pur ben conoscendo i limiti di tale approssimazione. La velocità delle onde P misurate per terreni perfettamente saturi ($S_r = 100\%$) dipende talora in maniera decisiva dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale e perciò tale valore può non essere rappresentativo delle proprietà meccaniche del materiale in questione; invece le velocità delle onde S e delle onde di superficie, sono caratteristiche delle vibrazioni trasmesse prevalentemente dal solo scheletro solido e perciò rappresentative delle proprietà meccaniche del terreno. Ne consegue che per

alcuni terreni al di sotto della falda le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidità del terreno sono quelle di taglio e, subordinatamente le onde di superficie.

Parametri elastici

Le indagini sismiche con tecnica a rifrazione sono finalizzate alla determinazione diretta e continua lungo la verticale d'esplorazione della velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame, delle onde di

volume di compressione (onde P) e alla determinazione indiretta, per mezzo di tali valori di velocità, di alcune proprietà meccaniche del materiale in questione. Si assume che il terreno esplorato abbia un comportamento tensione-deformazione di tipo elastico lineare (ipotesi peraltro giustificata dall'esperienza in base alla quale le deformazioni tangenziali prodotte dalle onde sismiche sono spesso inferiori a 10-3% e quindi al di sotto della soglia di linearità). Pertanto in base alla teoria della elasticità sussistono specifiche relazioni tra i valori di velocità di propagazione delle onde P (V_P), delle onde S (V_S) e delle onde di Rayleigh (V_R) ed alcune delle proprietà meccaniche del mezzo attraversato, quali il modulo di compressibilità volumetrica E_v o K , il modulo di Young E , il coefficiente di Poisson ν e il modulo di deformazione a taglio G .

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

$$E_v = \rho \cdot \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

$$G = \rho \cdot V_s^2; \nu = \frac{0.5 \cdot \left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}{\left(\frac{V_p}{V_s} \right) - 1}$$

$$E = 2\rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu)$$

$$\frac{V_R}{V_S} = \frac{0.862 + 1.14 \cdot \nu}{1 + \nu}$$

dove ρ rappresenta la densità del mezzo

$\gamma = \rho \cdot g$ il peso di volume

g rappresenta l'accelerazione di gravità.

Il rapporto tra V_p e V_s può fornire utili informazioni sullo stato di consolidazione e sulla presenza di gas nei porous-media. Alcuni Autori (Gardner & Harris, 1968) affermano che rapporti maggiori di 2 si riscontrano in presenza di sabbie saturate non consolidate; alti rapporti risultano altresì per terreni incoerenti argillo-limosi ad alto grado di saturazione.

Valori inferiori a 2 si registrano in presenza di rocce compatte o sedimenti gas saturati. In rocce saturate tale rapporto risulta dipendente dalla litologia, dalla quantità e geometria dei pori e dalle microfratture e potrebbe, nota la litologia, fornire indicazioni su questi ultimi due parametri.

Il Coefficiente di Poisson ν è l'unico che non necessita della conoscenza della densità per la sua determinazione. Sebbene in teoria sia considerato stress indipendente ed i suoi valori risultino compresi tra 0.25 e 0.33, nei porous-media esso risulta stress dipendente, e presenta un campo di variabilità più esteso e può addirittura arrivare secondo GREGORY (1976) a valori negativi. I valori più bassi, in natura, si registrano per litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione litostatica e gas saturati, in alcuni sedimenti incoerenti e saturi i valori possono risultare uguali o superiori a 0.49; nelle sospensioni assume il valore di 0.5.

Il Modulo di taglio G è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua. Il campo di variabilità nei porous media è molto esteso.

Il Modulo di Young E dipende dalla porosità, dalla pressione litostatica e dagli altri moduli elastici. Aumenta in misura considerevole quando al campione "dry" a bassa porosità vengono aggiunte piccole quantità di acqua, diminuisce quando un campione ad alta porosità viene sottoposto allo stesso trattamento. I minimi valori del modulo si registrano in litotipi ad alta porosità saturi in gas, mentre i valori massimi si hanno per litotipi sotto pressione saturati in acqua ed a bassa porosità. Il campo di variabilità è considerevole.

Metodologia

Lo scopo della prova consiste nel caratterizzare dinamicamente, tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di compressione (V_p), le unità litologiche presenti nell'area di indagine.

La tecnica di esplorazione trova il suo miglior campo di applicazione con profondità delle coperture da esplorare inferiore ai 20-30 m. Si rende necessaria soprattutto quando i risultati da ottenere devono essere di qualità e precisione discrete e quando interessano dati medi relativi ad ampi volumi di terreno.

La lunghezza dello stendimento di geofoni di 115 m rappresenta un valore limite per il sistema di energizzazione utilizzato, in quanto i segnali ricevuti risultano sensibilmente disturbati soprattutto in corrispondenza dei geofoni più lontani dal punto di energizzazione. L'entità del disturbo è molto variabile in funzione delle caratteristiche litologiche e meccaniche del sottosuolo. L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde P è articolata nelle seguenti fasi fondamentali:

- Individuazione del primo arrivo in P attraverso l'osservazione dei sismogrammi e l'operazione di picking, previa elaborazione dei segnali ed operazioni di filtraggio anche consecutivo con diverse tipologie di filtro;
- Ricostruzione delle dromocrone in P e scelta del modello di sottosuolo utilizzato nell'interpretazione;
- Linearizzazione delle dromocrone e calcolo delle velocità di propagazione delle onde elastiche analizzate e dei relativi tempi di intercetta;
- Ricostruzione del modello del sottosuolo con calcolo della profondità di ciascun strato omogeneo, continuo ed isotropo tramite il metodo del tempo di intercetta applicabile a ciascun punto di scoppio (metodo a griglia shot-point); questo metodo è applicabile in situazioni litostratigrafiche approssimabili a modelli stratificati a strati piani orizzontali e/o inclinati.

Per le analisi interpretative sono stati utilizzati i software:

- *InterSism* versione 2.1 - Seismic Refraction Processing Software della Geo&Soft;
- *WinMASW 4.0* Standard – Multichannel Analysis of Surface Waves – per la determinazione dei profili verticali Vs della EliaSoft.

Non si è ritenuto necessario, date le finalità dell'indagine, applicare metodi interpretativi più complessi che peraltro necessitano di maggior onere economico nell'acquisizione dei dati (minimo 7 shots) e rendono più difficile l'individuazione di aree adatte all'indagine.

Sulla base di valutazioni incrociate sull'attendibilità dei risultati ottenuti dalle ricostruzioni sismiche è possibile scegliere il modello ritenuto più conforme alla situazione litostratigrafica presente nell'area e di cui è sempre preferibile avere a disposizione informazioni dirette di tipo geologico, geotecnico e/o idrogeologico.

In funzione del modello scelto viene individuato l'insieme di situazioni monodimensionali in grado di rappresentare l'area di studio e si propone un possibile gradiente di variazione delle proprietà meccaniche dei materiali con la profondità.

Tali modelli sono utilizzabili ai fini di valutazioni semiquantitative della risposta sismica locale, ricordando che gli andamenti dei rifrattori individuati possono non essere coincidenti con quelli reali in quanto valutati tramite un solo stendimento; al fine di individuare le reali geometrie dei sismostrati sarebbe necessario eseguire più stendimenti disposti tra loro ortogonalmente.

Interpretazione e risultati

L'indagine geosismica è consistita nell'esecuzione di due Basi Sismiche di superficie, siglate BASE 1 e BASE 2, in P.

Per quanto riguarda la geometria adottata nelle **BASI sismiche 1 e 2**, i 24 geofoni sono stati disposti sul terreno con una spaziatura di 1 m; sono stati utilizzati 2 punti di energizzazione estreme (a 2 m dai geofoni 1° e 24°), quindi lo stendimento BASE_1 e BASE_2 risultano di **23** m ciascuno.

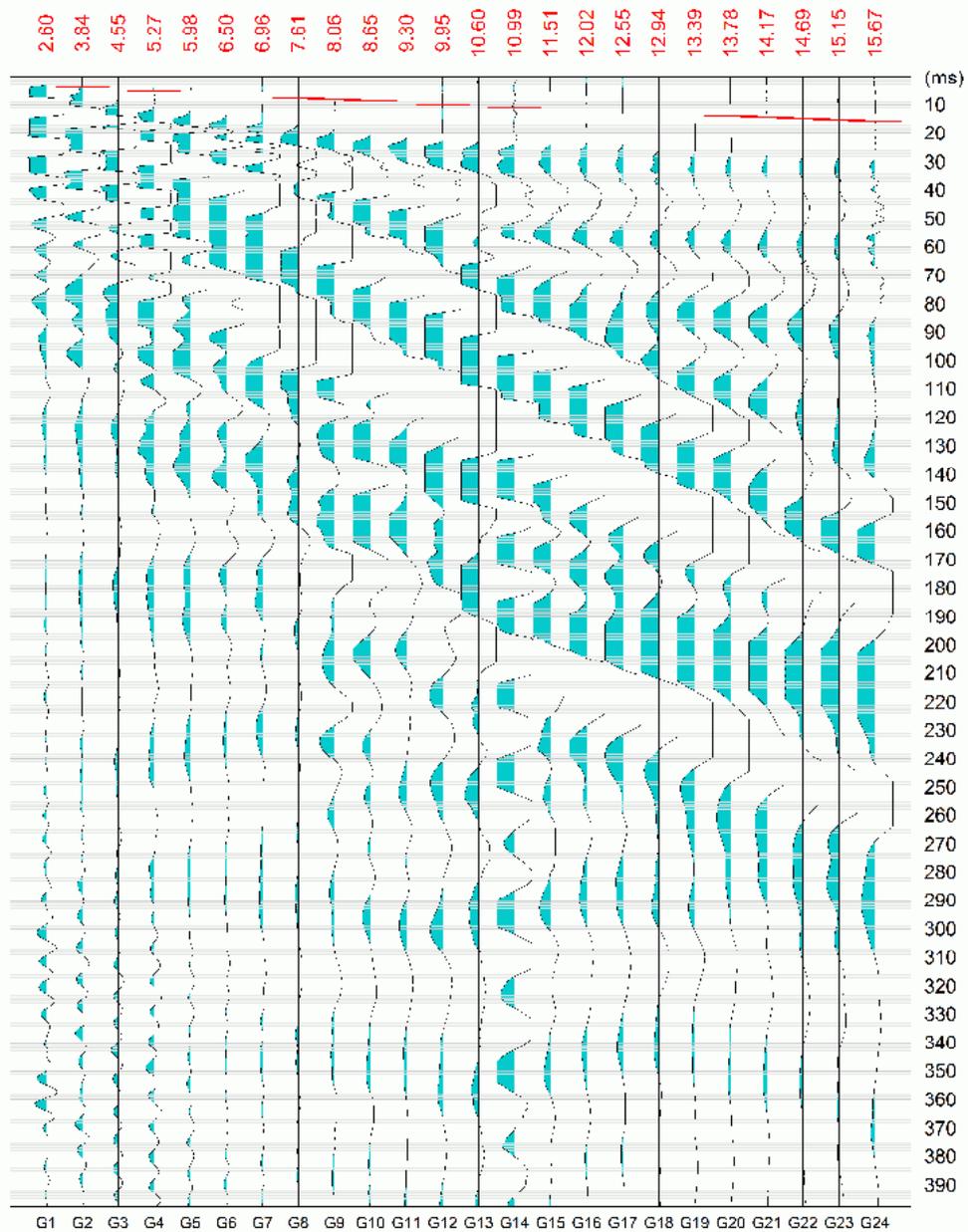
La topografia della superficie è pianeggiante sul tratto investigato ed è stata pertanto assegnata allo stendimento la quota relativa 0 m.

Registrazione Onde P

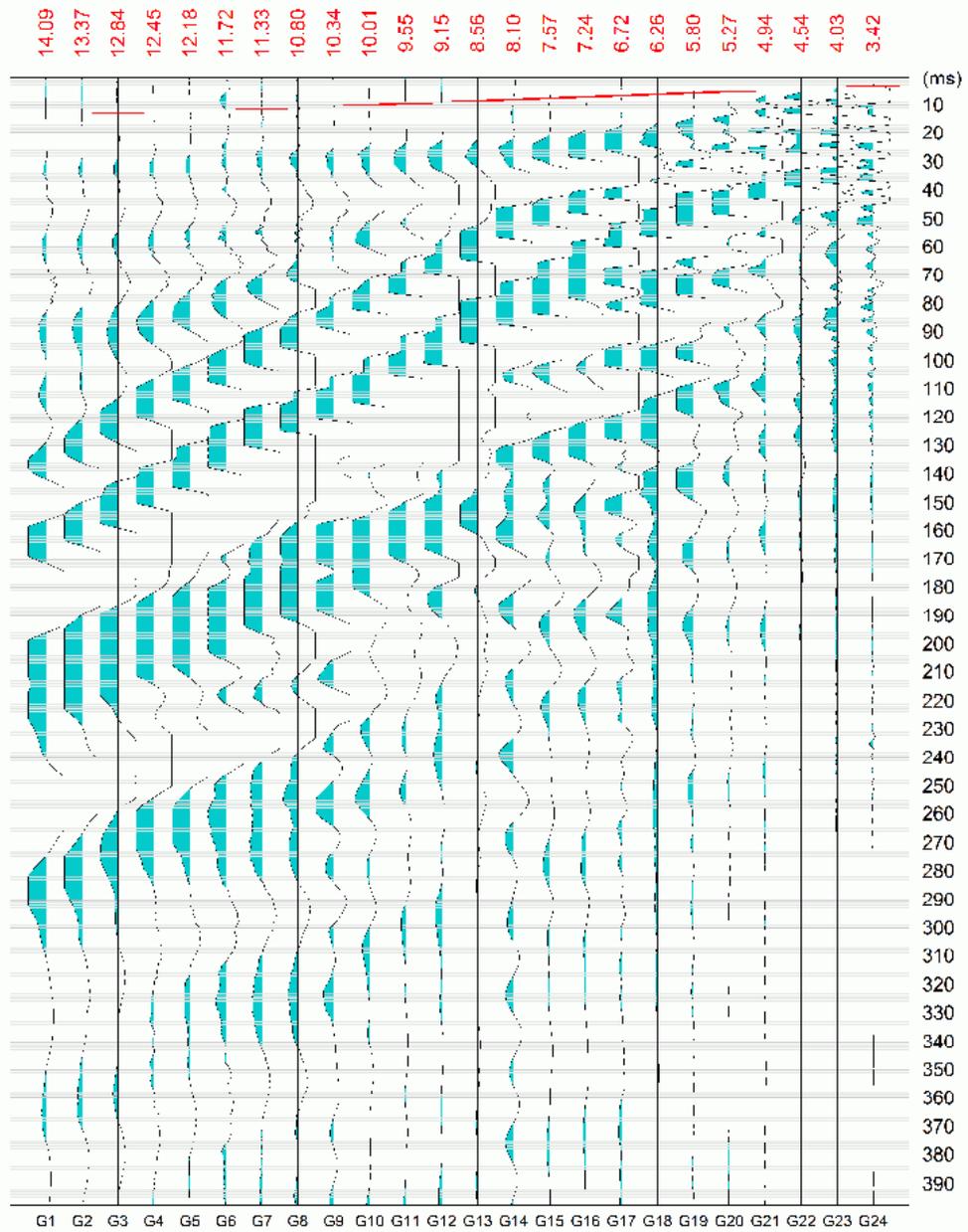
Le registrazioni per ciascun punto di scoppio sono state campionate con un intervallo di 400 microsecondi, senza utilizzo di filtro hardware. Di seguito si riportano i sismogrammi multishot acquisiti:

BASE SISMICA 1

SONDAGGIO SISMICO 1 - COMUNE DI CASTELLANETA FOGLIO 113 P.LLA 84

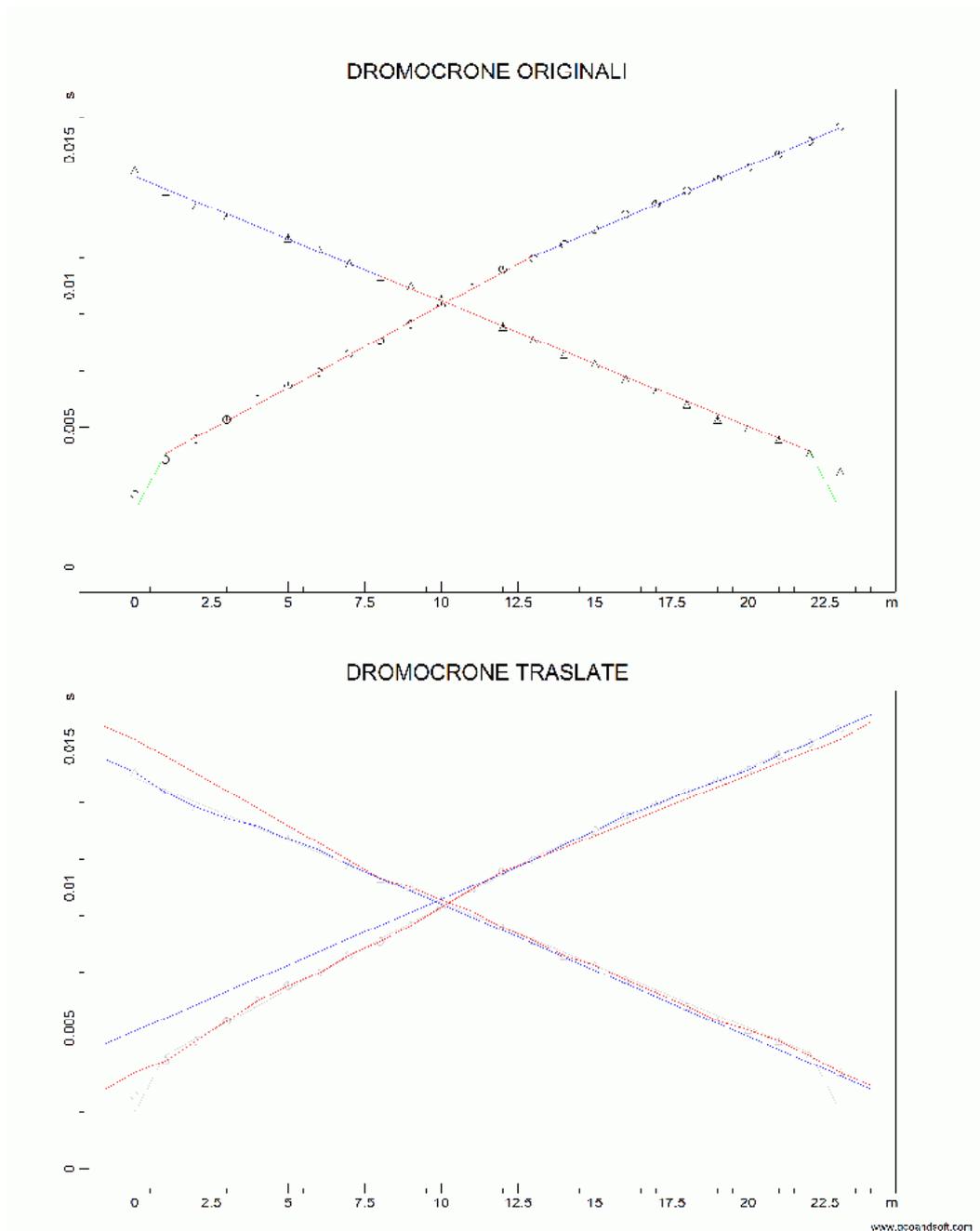


SONDAGGIO SISMICO 1 - COMUNE DI CASTELLANETA
FOGLIO 113 P.LLA 84



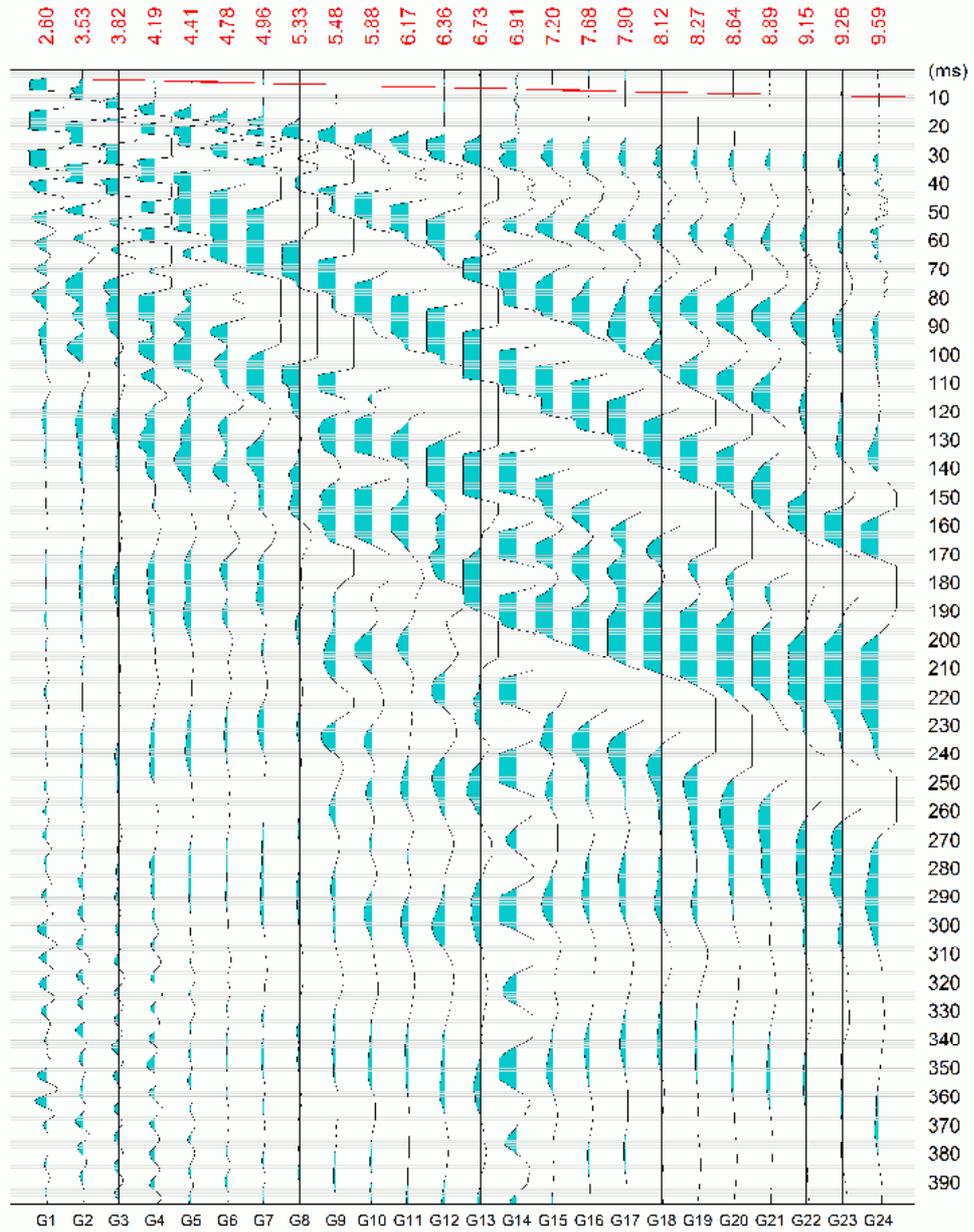
www.pcoandsoft.com

SONDAGGIO SISMICO 1 - COMUNE DI CASTELLANETA
FOGLIO 113 P.LLA 84



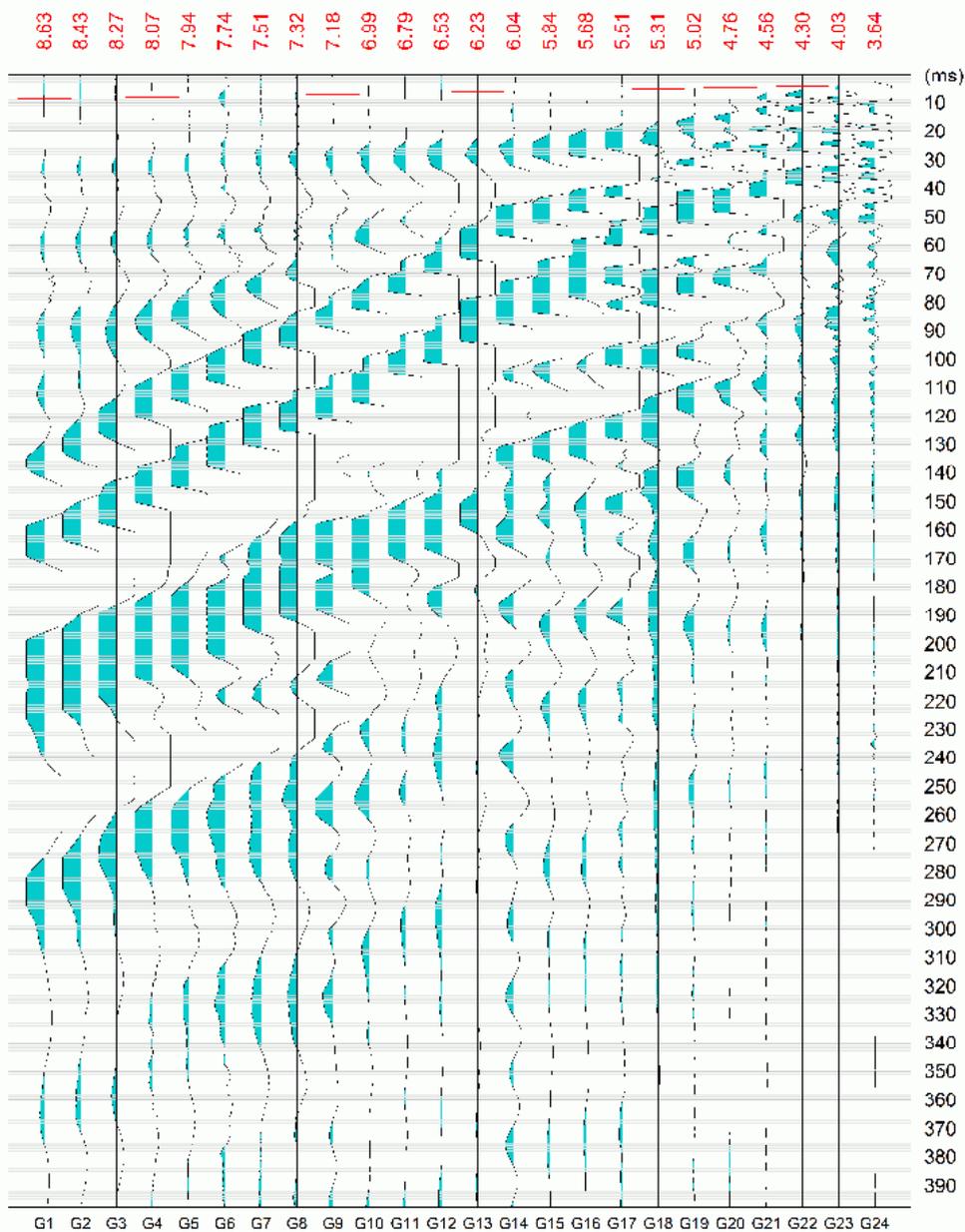
BASE SISMICA 2

SONDAGGIO SISMICO 2 - COMUNE CASTELLANETA FOGLIO 115 P.LLA 16



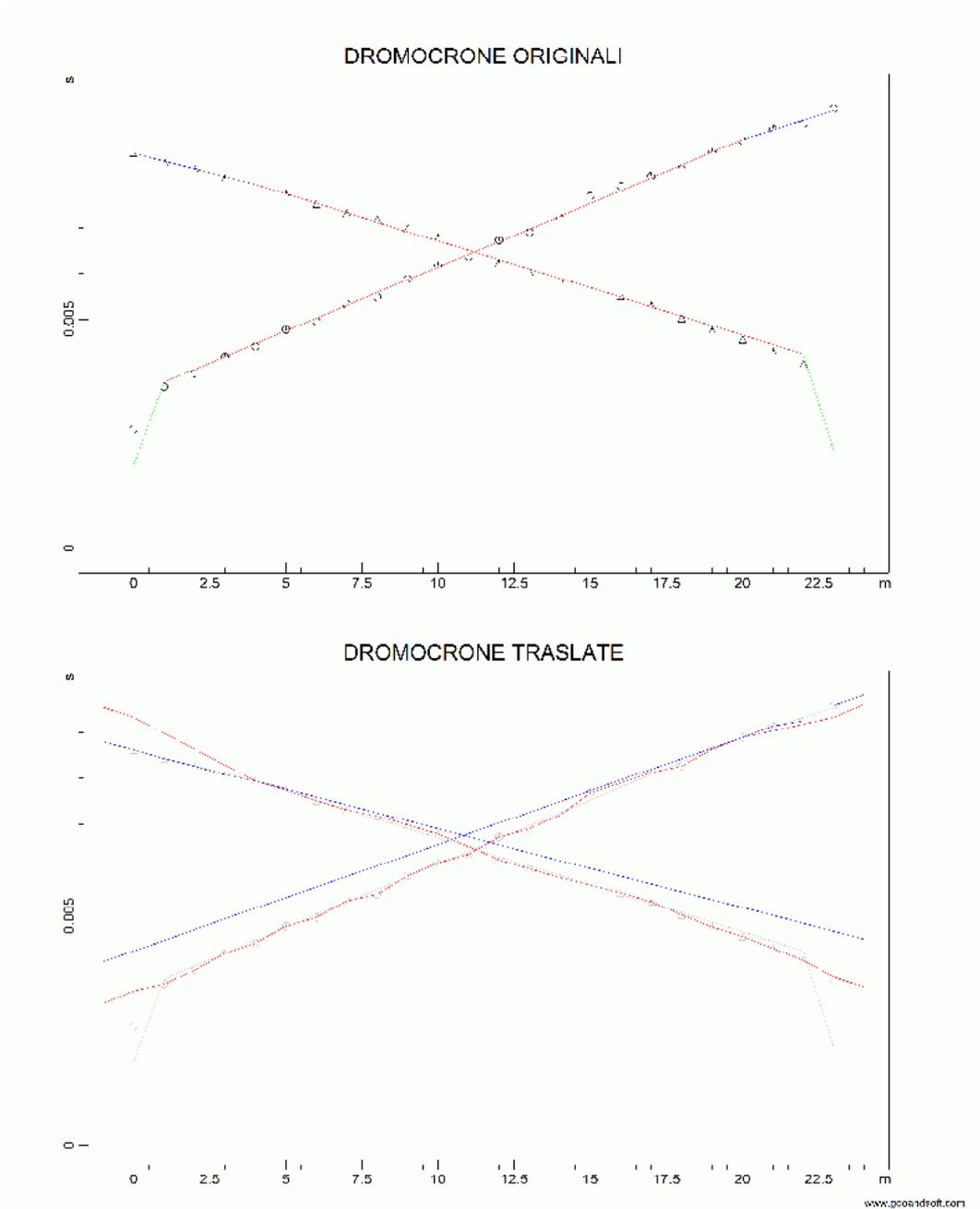
www.pcoandsoft.com

SONDAGGIO SISMICO 2 - COMUNE DI CASTELLANETA
FOGLIO 113 P.LLA 84



www.pcoandsoft.com

SONDAGGIO SISMICO 2 - COMUNE DI CASTELLANETA
FOGLIO 113 P.LLA 84



Prova sismica multicanale MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza.

La strumentazione utilizzata è la stessa della sismica a rifrazione, utilizzando **24** geofoni, la distanza intergeofonica di **1** metro, l'intero stendimento è di **23** m; le registrazioni per ciascun punto di scoppio (1 m; 3m; 5 m) sono state campionate con un intervallo di 1 secondo, senza utilizzo di filtri hardware.

L'elaborazione dati nell'analisi MASW può essere ricondotta in due fasi:

- Determinazione della Curva di Dispersione (valutazione dello spettro di velocità)
- Inversione della Curva di Dispersione

Modello geofisico e geologico interpretativo

Le sezioni sismiche ottenute dall'interpretazione dei segnali acquisiti permettono di individuare le principali unità geofisiche costituenti il modello geofisico dell'area d'indagine.

Si ricorda che qualunque tecnica di geofisica applicata ha un margine di errore intrinseco variabile in funzione del tipo di tecnica usata, di strumentazione adottata e di problematiche incontrate durante l'indagine e che solo l'operatore è in grado di quantificare in modo ottimale: nel caso in esame la risoluzione del metodo non permette precisioni in termini di spessore inferiori al metro e i valori di velocità V_p e V_s sono da intendere come velocità medie all'interno di ciascuna unità geofisica individuata. Pertanto si è proceduto all'interpretazione geofisico – geologica: -

individuando preliminarmente le unità geofisiche omogenee dal punto di vista delle onde P (V_P); - sovrapponendo i limiti individuati dalle prove MASW.

Ciascuna unità geofisica così individuata è da intendersi costituita da materiale continuo, omogeneo ed elastico, le cui proprietà elastiche variano verticalmente in modo lineare da un valore minimo ad un valore massimo definito dall'intervallo di valori ad essa associati: a ciascuna unità è possibile assegnare un unico valore di V_P e V_S pari al valore medio dell'intervallo assegnato, mentre a tutto il modello è possibile associare uno o più gradienti di V_P e V_S con la profondità, in funzione delle variabilità laterali.

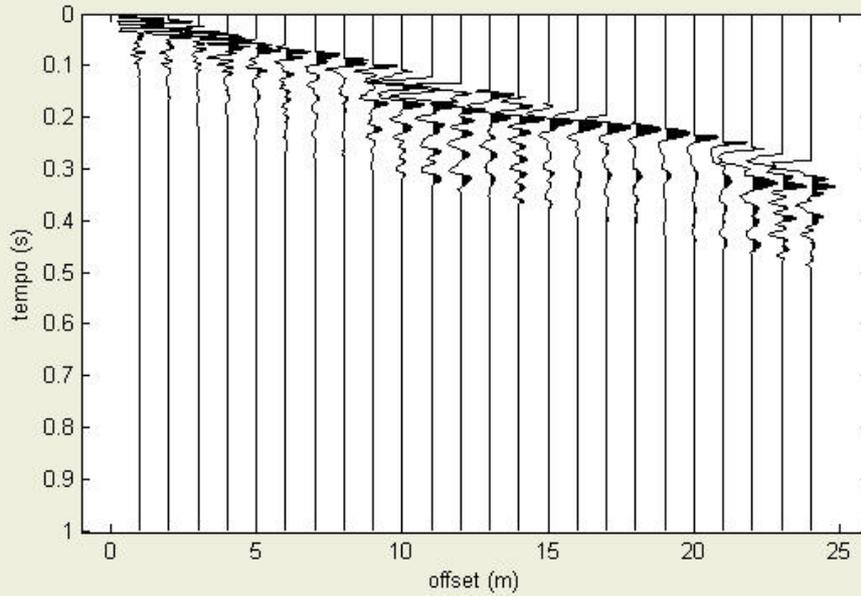
In allegato si riporta l'interpretazione delle sezioni sismiche per l'area indagata.

Di seguito si riportano i risultati della prova MASW (Base 1)

Primo: trattamento dati

dataset: 1m 75.SGY
offset minimo: 1 m
distanza intergeofonica: 1 m
campionamento: 0.131 ms

Tracce normalizzate



Utilità

Seleziona dati



ver. 4.0 Standard

Secondo: determinazione spettro di velocità e picking

calcolo spettro di velocità Tau - v

visualizza curve
input curva ?

Spettro di Velocità

velocità di fase (m/s)

frequenza (Hz)

Esplora spettro

modellazione diretta

parametri salva modello

carica modello 3 refresh

picking

modo fondamentale ?

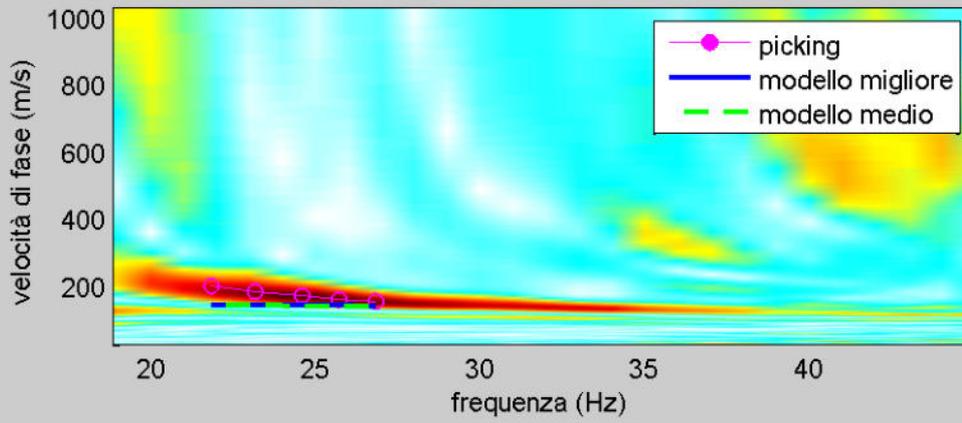
selezionare l'ultimo punto del modo utilizzando il tasto destro

salva picking ? cancella picking

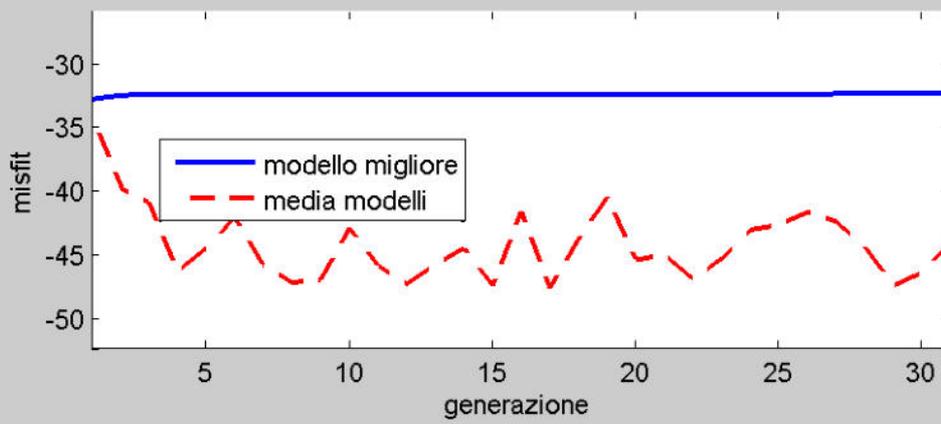
Inverti

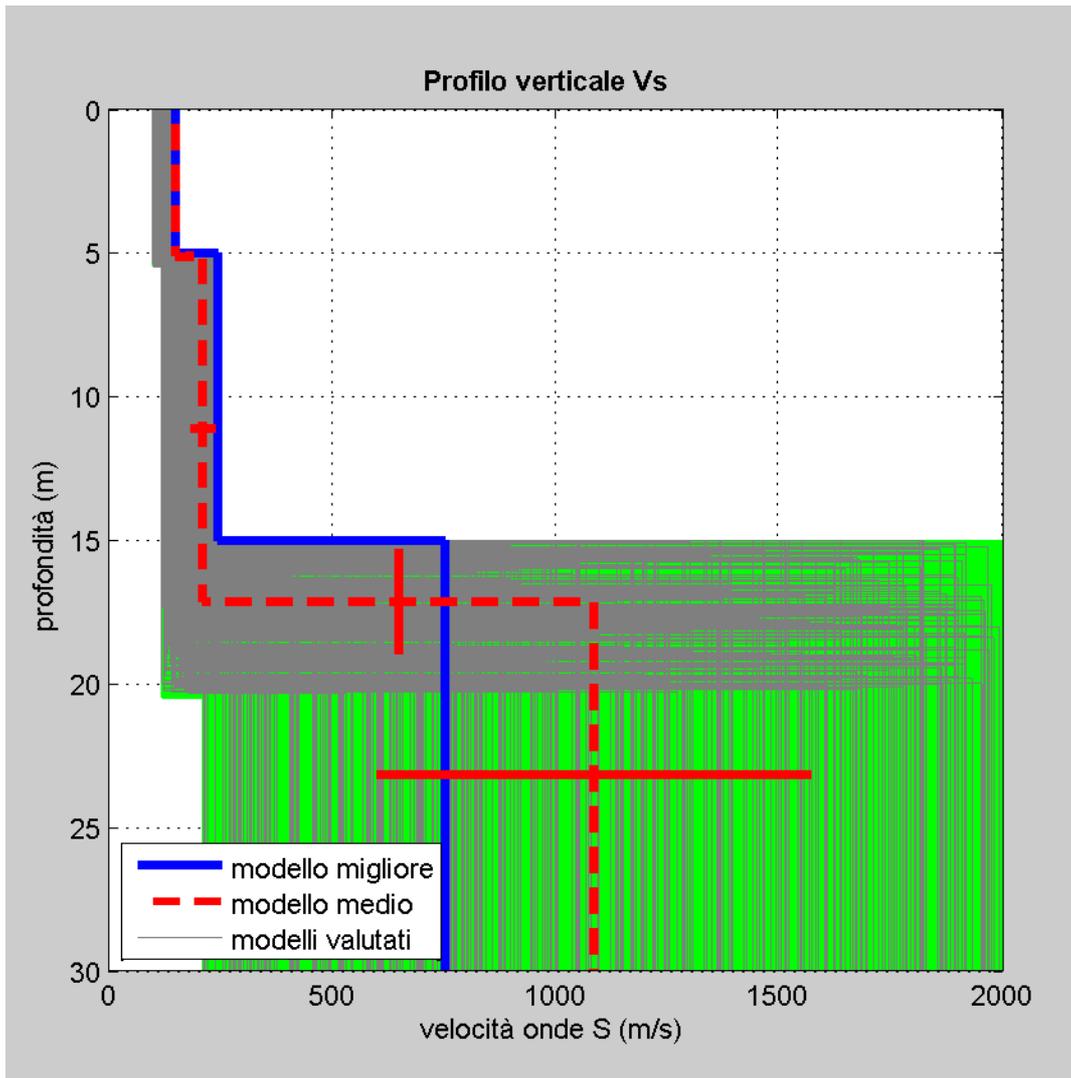
Esci

spettro di velocità e curve di dispersione



evoluzione misfit





Dataset: 1m 75.SGY
Curva di dispersions: 1 m 75 Manfredonia p.IIa 70.cdp
Modello migliore VS30: 318 m/s
Modello medio VS30: 292 m/s

Modello medio

VS (m/s): 150, 212, 1085

Deviazioni Standard (m/s): 1, 26, 484

Spessori (m): 5.1, 12.0

Deviazioni Standard (m): 0.1, 1.8

Tipo di analisi: onde di Rayleigh

Stima approssimativa di densità e moduli elastici

Densità (gr/cm³): 1.79, 1.90, 2.17

Modulo di Poisson: 0.37, 0.40, 0.46

Modulo di taglio (MPa): 40, 85, 2550

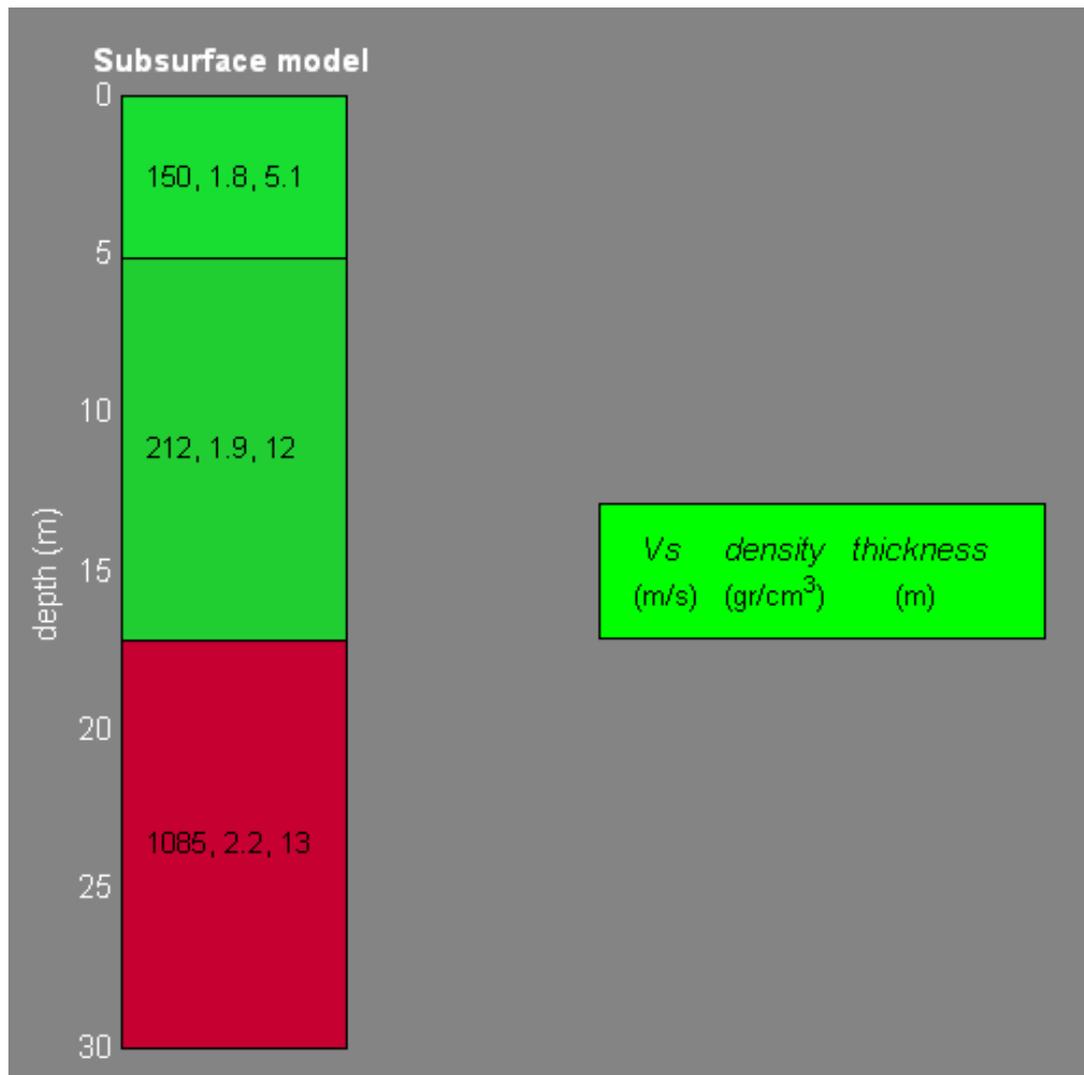
Modulo di compressione (MPa): 145, 411, 2049

Modulo di Young (MPa): 110, 239, 5406

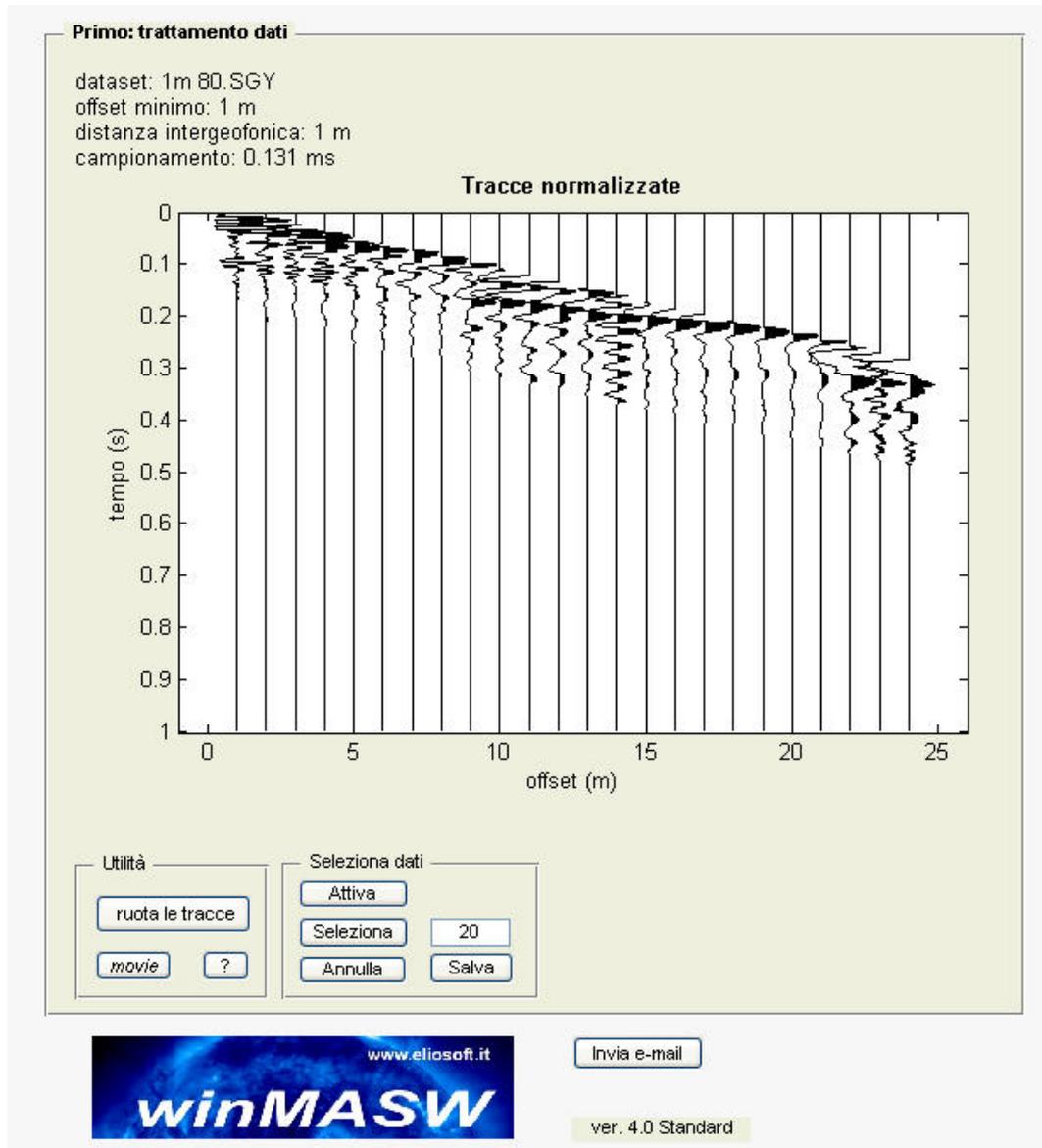
Modulo di Lamé (MPa): 118, 355, 359

VS30 (m/s): 292

Tipo di Suolo: C



Di seguito si riportano i risultati della prova MASW (Base 2)



Secondo: determinazione spettro di velocità e picking

calcolo spettro di velocità Tau - v

visualizza curve

Spettro di Velocità

velocità di fase (m/s)

frequenza (Hz)

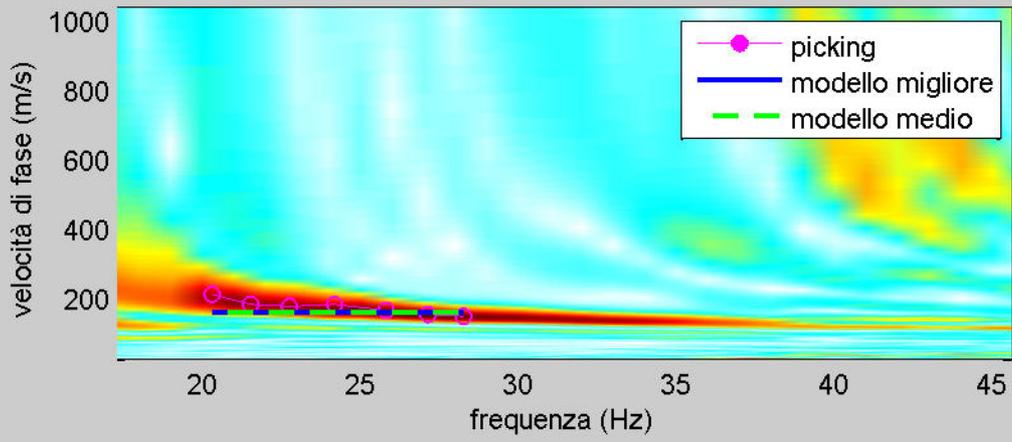
modellazione diretta

picking

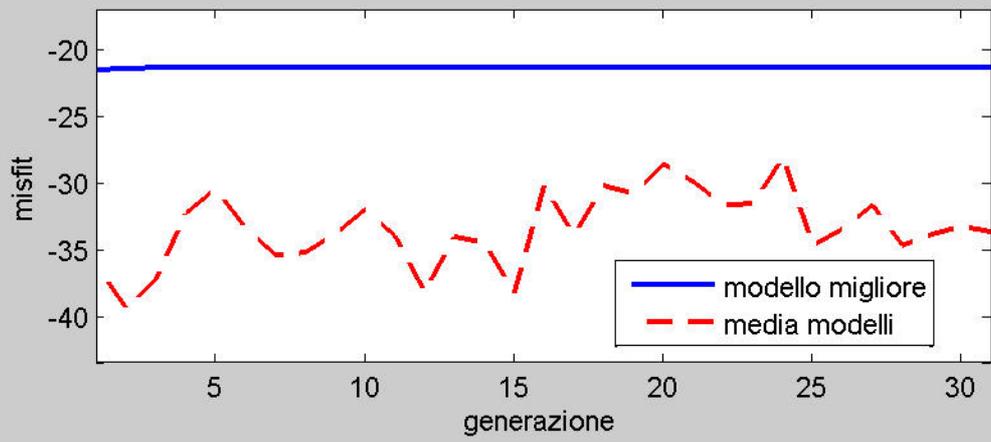
modo fondamentale

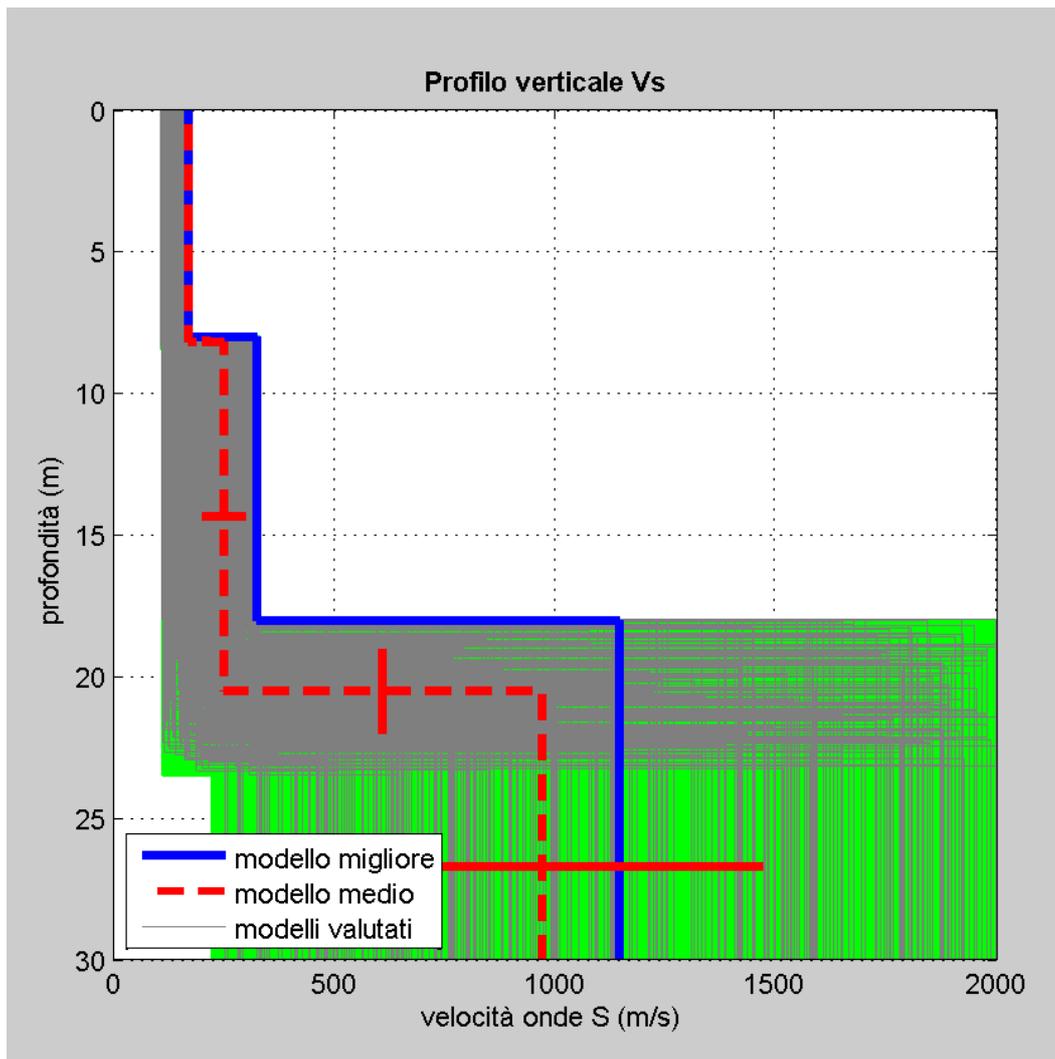
selezionare l'ultimo punto del modo utilizzando il tasto destro

spettro di velocità e curve di dispersione



evoluzione misfit





Dataset: 1m 80.SGY

Curva di dispersione: 1 m 80 Orta Nova p.IIa 41.cdp

Modello migliore VS30: 340 m/s

Modello medio VS30: 280 m/s

Modello medio

VS (m/s): 170, 250, 970

Deviazioni Standard (m/s): 1, 49, 499

Spessori (m): 8.2, 12.3

Deviazioni Standard (m): 0.2, 1.5

Tipo di analisi: onde di Rayleigh

Stima approssimativa di densità e moduli elastici

Densità (gr/cm³): 1.82, 1.96, 2.27

Modulo di Poisson: 0.37, 0.43, 0.51

Modulo di taglio (MPa): 52, 123, 2136

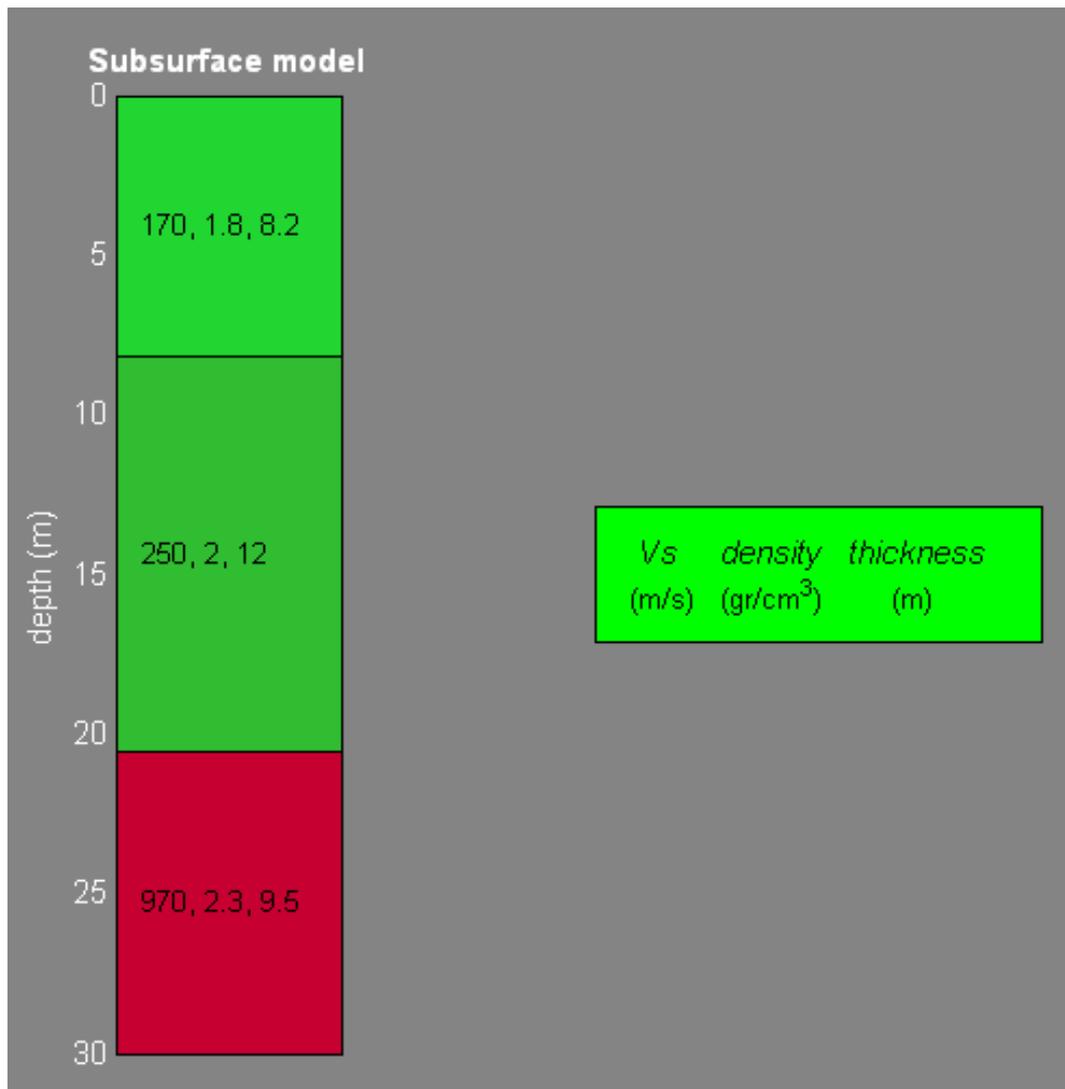
Modulo di compressione (MPa): 184, 780, 1625

Modulo di Young (MPa): 144, 350, 6007

Modulo di Lamé (MPa): 149, 698, 798

VS30 (m/s): 280

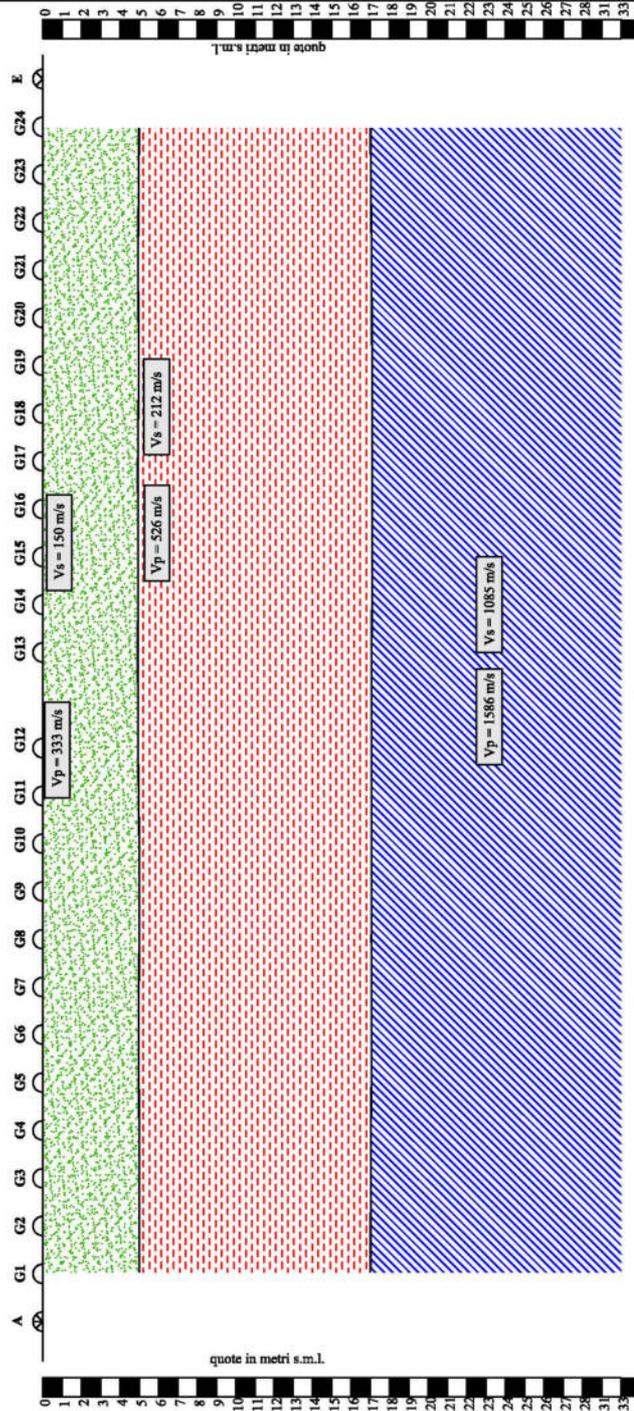
Tipo di Suolo: C



I n. due sondaggi sismici effettuati, hanno permesso di caratterizzare il suolo di categoria **C**:

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA - BASE SISMICA B.S.1



SISMOSTRATI	Vp (m/s)	Vs (m/s)	γ (m ²)	v	G (MPa)	K (MPa)	E (MPa)	μ (MPa)
1	333	150	1,79	0,37	40	145	110	118
2	526	212	1,90	0,40	85	411	239	355
3	1586	1085	2,17	0,46	2550	2045	5406	359

LEGENDA

GEOFONI

PUNTI DI SCOPPIO

DISTANZA INTERGEOFONICA

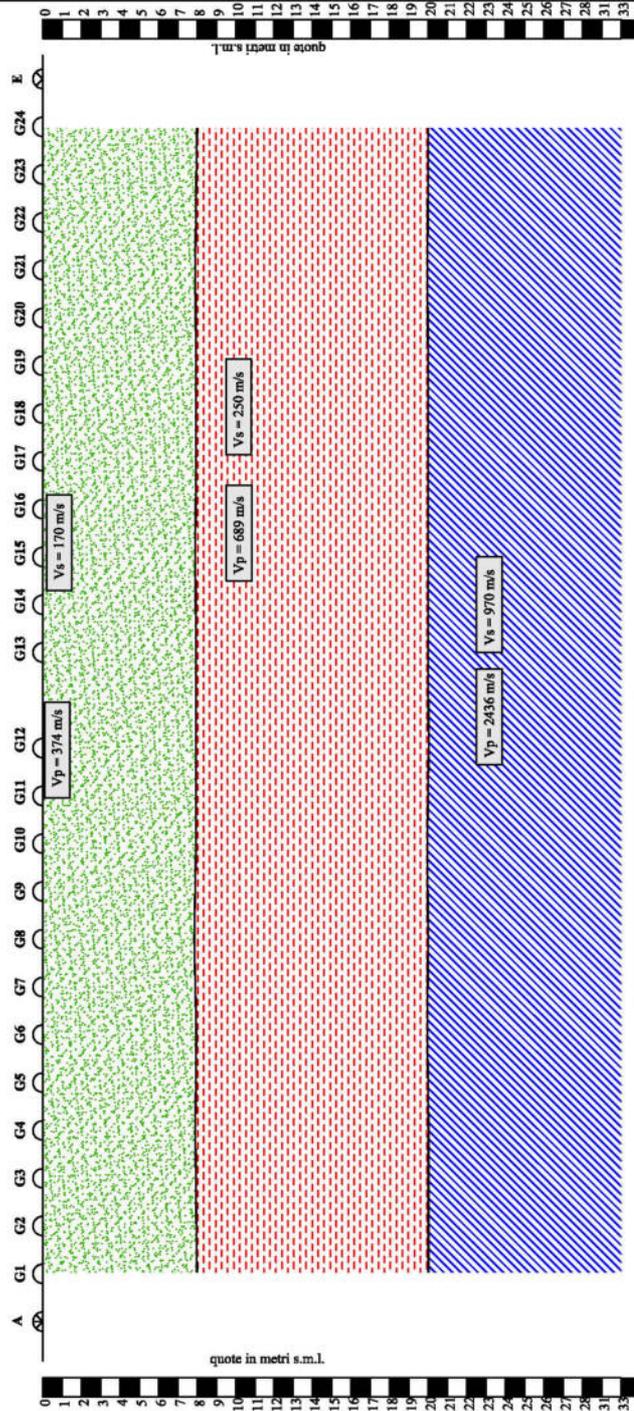
LUNGHEZZA PROFILO

NUMERO GEOFONI

NUMERO PUNTI DI SCOPPIO

1 mt
 23 mt
 24
 2

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA - BASE SISMICA B.S.2



SISMOSTRATI	Vp (m/s)	Vs (m/s)	γ (dm ²)	v	G (MPa)	K (MPa)	E (MPa)	μ (MPa)
1	374	170	1,82	0,37	52	184	144	149
2	689	250	1,96	0,43	123	780	350	698
3	2436	970	2,27	0,51	2136	1625	6007	798

LEGENDA

- GEOFONI
- PUNTI DI SCOPPIO
- DISTANZA INTERGEOFONICA
- LUNGHEZZA PROFILO
- NUMERO GEOFONI
- NUMERO PUNTI DI SCOPPIO

1 mt	23 mt	24	2
------	-------	----	---

 ISPRA <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 Sistema Nazionale <small>per la Protezione dell'Ambiente</small>	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
---	--	---

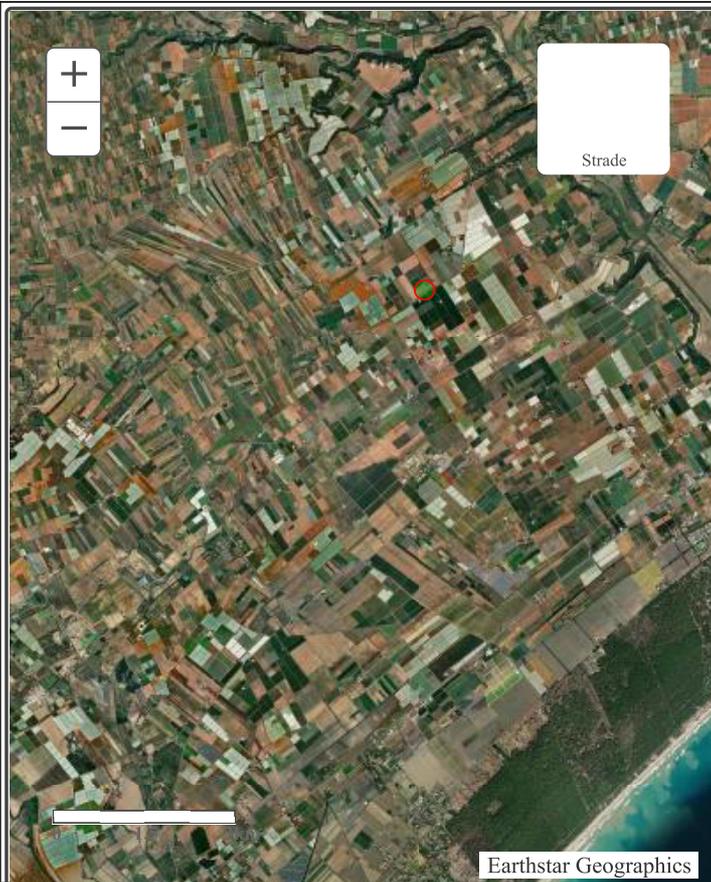
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 204835
Regione: PUGLIA
Provincia: TARANTO
Comune: CASTELLANETA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 26,00
Quota pc slm (m): 60,00
Anno realizzazione: 1990
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 6,000
Portata esercizio (l/s): 5,000
Numero falde: 1
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: NO
Certificazione(*): NO
Numero strati: 0
Longitudine WGS84 (dd): 16,876219
Latitudine WGS84 (dd): 40,520939
Longitudine WGS84 (dms): 16° 52' 34.40" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 31' 15.38" N

(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	26,00	26,00	300

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	14,00	20,00	6,00

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
nov/1990	14,00	16,00	2,00	5,000

ISPRA - Copyright 2018

 ISPRA <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
---	--	---

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Codice: 204626
Regione: PUGLIA
Provincia: TARANTO
Comune: CASTELLANETA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 52,00
Quota pc slm (m): 50,00
Anno realizzazione: 1991
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 10,000
Portata esercizio (l/s): 7,000
Numero falde: 1
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 3
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 5
Longitudine WGS84 (dd): 16,897050
Latitudine WGS84 (dd): 40,502050
Longitudine WGS84 (dms): 16° 53' 49.39" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 30' 07.38" N



(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia)

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	52,00	52,00	310

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	32,00	32,00	0,00

MISURE PIEZOMETRICHE

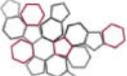
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/1991	32,00	33,00	1,00	5,000
mag/1991	32,00	37,00	5,00	7,000
mag/1991	32,00	42,00	10,00	10,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
-------	-------------------	------------------	--------------	---------------	------------------------

1	0,00	2,00	2,00		TERRENO AGRARIO
2	2,00	15,00	13,00		SABBIE LIMOSE CON SCHELETRO GHIAIOSO AD ELEMENTI POLIGENICI SUBARROTONDATI
3	15,00	35,00	20,00		ARGILLA DI COLORE BLU
4	35,00	45,00	10,00		CONGLOMERATI, A CIOTTOLI POLIGENICI SUBARROTONDATI, ED ARENARIE, A VARIO GRADO DI DIAGENESI.
5	45,00	52,00	7,00		ARGILLA GRIGIO-AZZURRO.

ISPRA - Copyright 2018

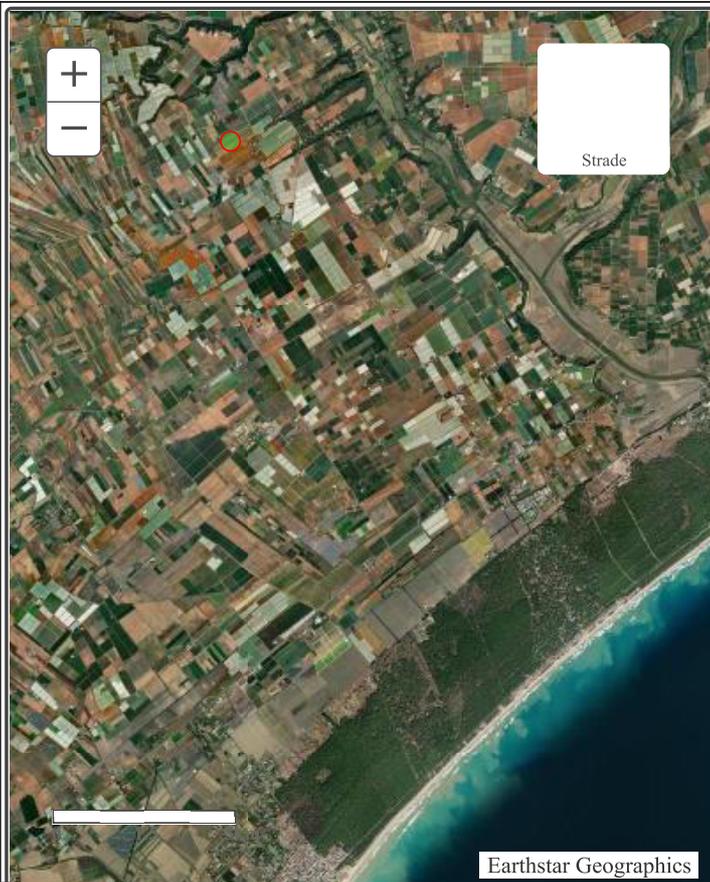
 <p>ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>  <p>Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente</p>	<p>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>
--	--

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Codice: 204731
Regione: PUGLIA
Provincia: TARANTO
Comune: CASTELLANETA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 49,00
Quota pc slm (m): 79,00
Anno realizzazione: 2002
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 5,000
Portata esercizio (l/s): ND
Numero falde: 1
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 3
Longitudine WGS84 (dd): 16,871769
Latitudine WGS84 (dd): 40,538161
Longitudine WGS84 (dms): 16° 52' 18.38" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 32' 17.38" N



(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	49,00	49,00	420

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	38,00	42,00	4,00

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/2002	28,50	41,00	12,50	5,000

STRATIGRAFIA

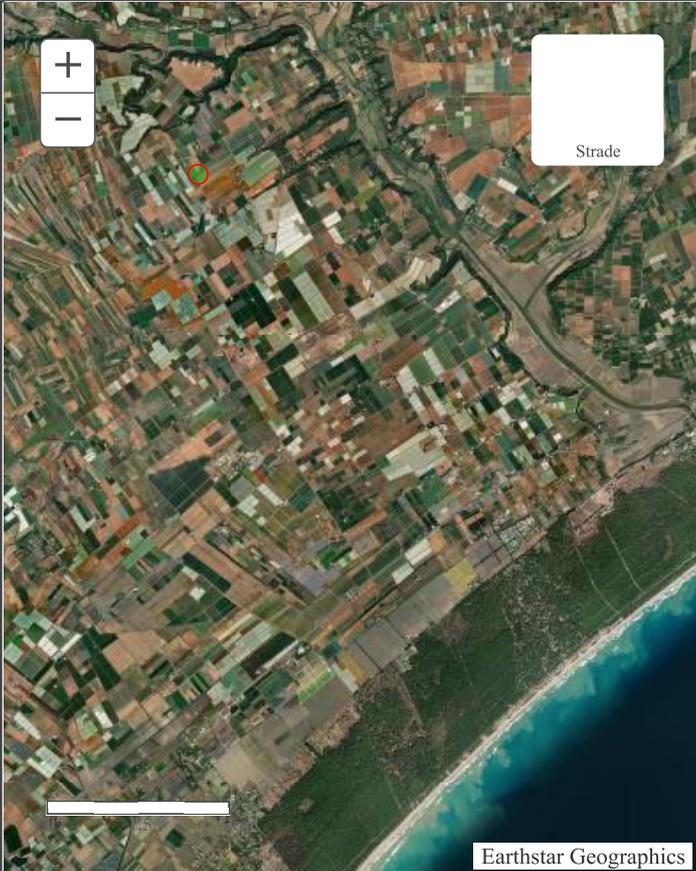
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE

2	1,00	49,00	48,00	ALTERNANZE DI SABBIE GROSSOLANE GIALLASTRE E DI SABBIE MEDIO-FINI LIMOSE CON INTERCALAZIONI DI LIVELLI CALCARENITICI. GHIAIE E CONGLOMERATI POLIGENICI
3	49,00	49,00	0,00	ARGILLE MARNOSE GRIGIO-AZZURRE

ISPRA - Copyright 2018

 ISPRA <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
---	--	---

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p> Codice: 204706 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: CASTELLANETA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 48,00 Quota pc slm (m): 90,00 Anno realizzazione: 1991 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 5,000 Portata esercizio (l/s): 5,000 Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 3 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 7 Longitudine WGS84 (dd): 16,868439 Latitudine WGS84 (dd): 40,537611 Longitudine WGS84 (dms): 16° 52' 06.39" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 32' 15.41" N </p> <p>(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	48,00	48,00	300

MISURE PIEZOMETRICHE

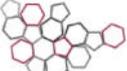
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
nov/1991	30,00	32,00	2,00	3,000
nov/1991	30,00	34,00	4,00	4,000
nov/1991	30,00	36,00	6,00	5,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO AGRARIO
2	2,00	24,00	22,00		SABBIE LIMOSE CON SCHELETRO GHIAIOSO AD ELEMENTI POLIGENICI SUBARROTONDATI
3	24,00	25,00	1,00		ARGILLA DI COLORE BLU
4	25,00	27,00	2,00		CONGLOMERATI A CIOTTOLI POLIGENICI SUBARROTONDATI

5	27,00	40,00	13,00		SABBIE LIMOSE CON SCHELETRO GHIAIOSO AD ELEMENTI POLIGENICI SUBARROTONDATI
6	40,00	42,00	2,00		CONGLOMERATI A CIOTTOLI POLIGENICI SUBARROTONDATI
7	42,00	48,00	6,00		ARGILLA GRIGIO-AZZURRA

ISPRA - Copyright 2018

 ISPRA <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
--	---	---

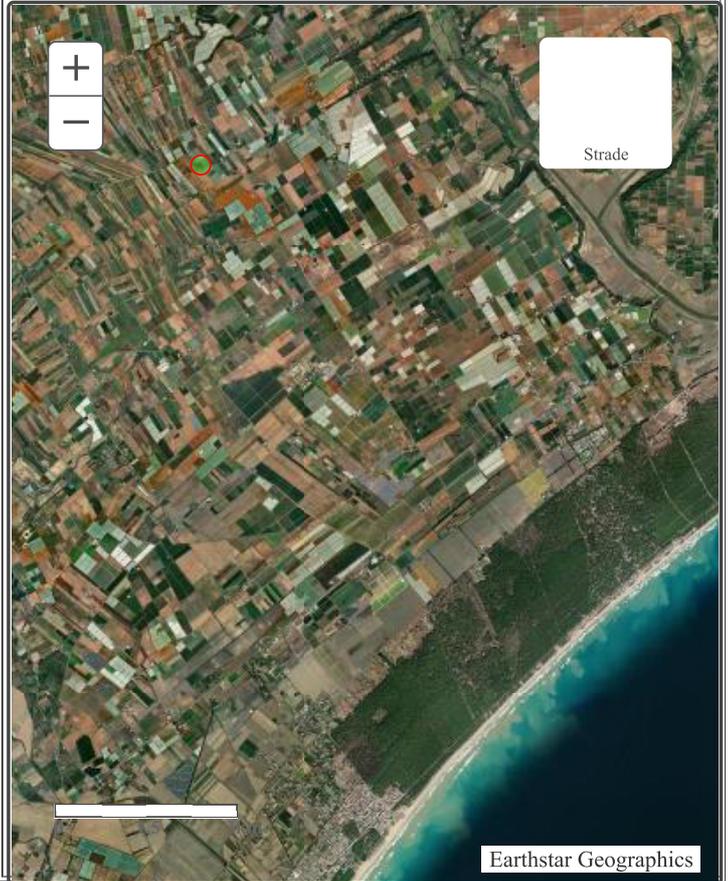
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Codice: 204635
Regione: PUGLIA
Provincia: TARANTO
Comune: CASTELLANETA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 44,65
Quota pc slm (m): 83,00
Anno realizzazione: 1990
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 10,200
Portata esercizio (l/s): 6,400
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 9
Longitudine WGS84 (dd): 16,854831
Latitudine WGS84 (dd): 40,525661
Longitudine WGS84 (dms): 16° 51' 17.40" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 31' 32.39" N

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	44,65	44,65	400

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	34,50	37,00	2,50

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	35,50	38,65	3,15	300

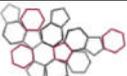
MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/1990	30,50	35,75	5,25	6,400

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,50	1,50		TERRENO VEGETALE
2	1,50	5,00	3,50		SABBIA
3	5,00	22,00	17,00		SABBIA E ARENARIA
4	22,00	27,00	5,00		SABBIA
5	27,00	28,50	1,50		CONGLOMERATO TENERO
6	28,50	30,50	2,00		CONGLOMERATO DURO
7	30,50	34,50	4,00		LIMO ARGILLOSO
8	34,50	37,00	2,50		CARPANINO CON ACQUA
9	37,00	44,65	7,65		ARGILLA

ISPRA - Copyright 2018

 <p>ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>  <p>Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente</p>	<p>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>
---	--

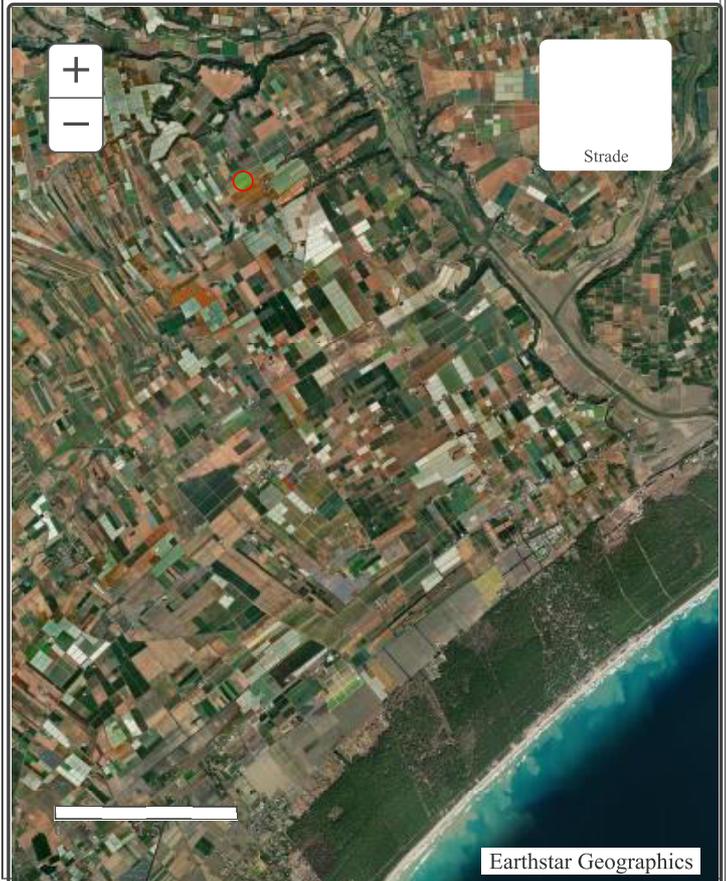
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Codice: 204731
Regione: PUGLIA
Provincia: TARANTO
Comune: CASTELLANETA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 49,00
Quota pc slm (m): 79,00
Anno realizzazione: 2002
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 5,000
Portata esercizio (l/s): ND
Numero falde: 1
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 3
Longitudine WGS84 (dd): 16,871769
Latitudine WGS84 (dd): 40,538161
Longitudine WGS84 (dms): 16° 52' 18,38" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 32' 17,38" N

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	49,00	49,00	420

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	38,00	42,00	4,00

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/2002	28,50	41,00	12,50	5,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE

2	1,00	49,00	48,00	ALTERNANZE DI SABBIE GROSSOLANE GIALLASTRE E DI SABBIE MEDIO-FINI LIMOSE CON INTERCALAZIONI DI LIVELLI CALCARENITICI. GHIAIE E CONGLOMERATI POLIGENICI
3	49,00	49,00	0,00	ARGILLE MARNOSE GRIGIO-AZZURRE

ISPRA - Copyright 2018

 <p>ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>  <p>Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente</p>	<p>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>
--	--

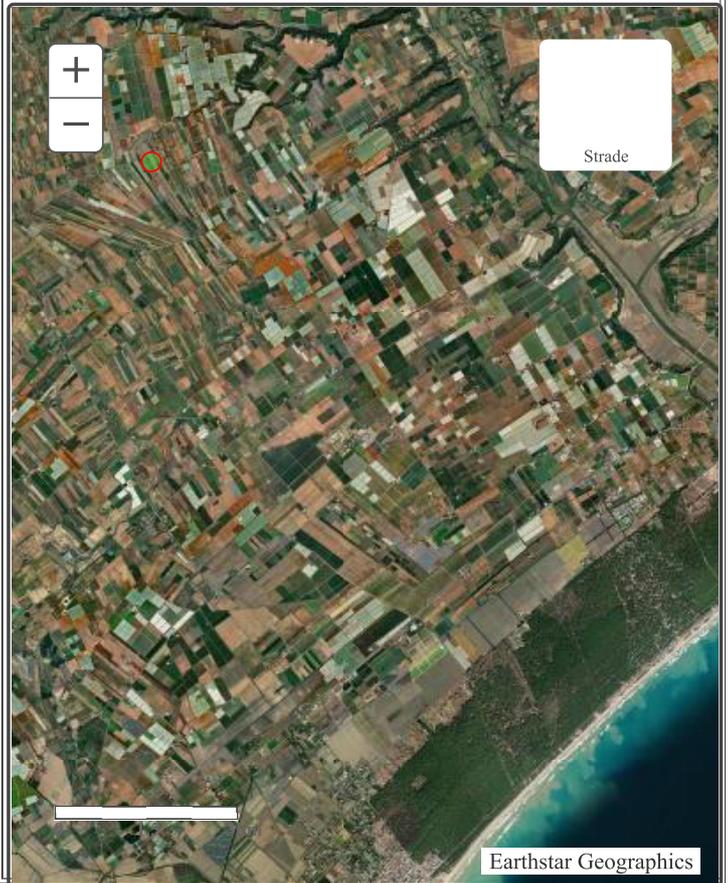
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Codice: 204682
Regione: PUGLIA
Provincia: TARANTO
Comune: CASTELLANETA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 48,00
Quota pc slm (m): 90,00
Anno realizzazione: 1990
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 6,000
Portata esercizio (l/s): 4,000
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 6
Longitudine WGS84 (dd): 16,837611
Latitudine WGS84 (dd): 40,536219
Longitudine WGS84 (dms): 16° 50' 15.40" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 32' 10.39" N

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	48,00	48,00	300

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	35,00	40,00	5,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	40,00	44,00	4,00	300

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ago/1990	35,00	40,00	5,00	6,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		SUOLO AGRARIO
2	2,00	28,00	26,00		ALTERNANZA DI SABBIE LIMOSE E/O GHIAIOSE
3	28,00	31,00	3,00		LIMO ARGILLOSO
4	31,00	35,00	4,00		CONGLOMERATO GHIAIOSO-SABBIOSO
5	35,00	40,00	5,00		GHIAIA CON SABBIA
6	40,00	48,00	8,00		LIMO ARGILLOSO

ISPRA - Copyright 2018