

Comune	<b>COMUNE DI CASTEL VOLTURNO (CE)</b>
--------	---------------------------------------

Opera	Valutazione di Impatto Ambientale (Art. 23 D.lgs. 152/06) <b>COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE Pn 28,627 MWp</b> in via Pietro Pagliuca
-------	--

Localizzazione	Foglio 5: P.lle 28, 29, 110, 111, 112, 5045 Foglio 8: P.lle 63, 65, 155, 240, 241, 5066
----------------	--

Committente	<b>SOLAR VENETUS S.R.L.</b>
-------------	-----------------------------

Progettazione	<p><b>ENERGY PROJECT SYSTEM</b></p> <p><b>EPS ENGINEERING SRL</b> P.I. 03953670613   R.E.A. CE-286561 Via Vito do Jasi 20   81031 Aversa (Ce) T. +39 081503-14.00   <a href="http://www.epsnet.it">www.epsnet.it</a></p> <p>Direttore Tecnico: ing. Giuseppe ZANNELLI</p>	<p><b>Società certificata</b> ESCo UNI CEI 11352:2014 EGE UNI CEI 11339:2009 QMS UNI EN ISO 9001:2015</p> <p>Team di Progetto: ing. Arduino ESPOSITO arch. Emiliano MIELE arch. Massimiliano MAFFEI geol. Franco GIANCRISTIANO</p>
---------------	---	--

Oggetto	<b>RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA SULLE INDAGINI E DI COMPATIBILITA'SISMICA</b>
---------	---

	Rev.	Descrizione	Data	CRI	Scala	<b>R.11</b>
	00	Prima emissione	06.11.2023	FTV00561	--	
						Questo documento è di nostra proprietà secondo termini di legge e ne è vietata la riproduzione anche parziale senza nostra autorizzazione scritta.

## **SOMMARIO**

<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE.....</b>	<b>3</b>
<b>COLLOCAZIONE GEOGRAFICA DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>9</b>
<b>INQUADRAMENTO CATASTALE.....</b>	<b>11</b>
<b>VERIFICA PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE.....</b>	<b>12</b>
<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE .....</b>	<b>16</b>
<b>CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DI DETTAGLIO.....</b>	<b>19</b>
<b>CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE .....</b>	<b>21</b>
<b>GENERALITÀ SULLA METODOLOGIA MASW.....</b>	<b>56</b>
<b>ACQUISIZIONE DEI DATI.....</b>	<b>58</b>
<b>ELABORAZIONE DEI DATI DI SISMICA MASW .....</b>	<b>60</b>
<b>ELABORAZIONE MASW 1 .....</b>	<b>61</b>
<b>CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO LE NTC 2018 .....</b>	<b>62</b>
<b>ELABORAZIONE MASW 2 .....</b>	<b>64</b>
<b>CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO LE NTC 2018 .....</b>	<b>65</b>
<b>ELABORAZIONE MASW 3 .....</b>	<b>67</b>
<b>CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO LE NTC 2018 .....</b>	<b>68</b>
<b>PERICOLOSITÀ SISMICA E SISMICITÀ STORICA DEL SITO .....</b>	<b>69</b>
<b>VALUTAZIONI TECNICHE CONCLUSIVE.....</b>	<b>79</b>

## **PREMESSA**

Su incarico ricevuto lo scrivente in qualità di Geologo ha redatto il presente studio geologico relativo al progetto per la costruzione di un impianto fotovoltaico e delle opere di rete in Via Pietro Pagliuca (CE).

La società proponente il progetto è la Solar Venetus S.r.l. con sede in Campodarsego (Pd) alla via Antoniana 220/E, P.IVA 05520220285 iscritta al registro delle imprese della Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura (CCIAA) di Padova sezione ordinaria con REA PD – 473221 in persona di CARLO ANGELO ALBERTI, nato a Friburgo Germania il 09/06/1948, codice Fiscale LBRCLN48H09Z112O, in qualità di Amministratore Unico.

Lo studio geologico-tecnico è stato eseguito in ottemperanza alla normativa vigente:

- D.M. 14.01.2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”.
- “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico vigente dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale – ex Autorità di Bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno”.

Il piano delle indagini geognostiche in questa fase ha previsto l’esecuzione di prospezioni sismiche di tipo masw e di prove geotecniche in sito del tipo penetrometriche dinamiche continue.

Inoltre è stata consultata la stratigrafia del sondaggio S2 e la prova penetrometrica dinamica P2 allegate al PUC di Castelvoturno.

## **ALLEGATI – TAVOLE GRAFICHE:**

- ✓ Carta Geologica.
- ✓ Carta Geomorfologica e della stabilità’.
- ✓ Carta idrogeologica.
- ✓ Sezioni Geologiche.
- ✓ Carta di ubicazione delle indagini geognostiche.

## **DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE**

Il Parco Fotovoltaico da realizzarsi in via Pietro Pagliuca nel comune di Castel Volturno (Ce), verrà allacciato tramite elettrodotto interrato AT 36 kV alla futura Stazione Elettrica (SE) Terna della RTN a 380/150/36 kV da collegare in entra-esce alla linea RTN 380 kV “Garigliano-ST Patria”, ubicata nel comune di Cancellone e Arnone (Ce), con codice pratica TERNA 202300463. L'areale di progetto si estende su una area complessiva pari a 39,17 ha, con potenza nominale complessiva del Parco Fotovoltaico pari a 28,627 MWp, mentre l'elettrodotto di interconnessione AT 36 kV alla RTN attraversa i comuni di Castel Volturno (Ce), Mondragone (Ce) e Cancellone e Arnone (Ce).

Il Parco Fotovoltaico è distribuito su 5 aree interconnesse, suddiviso in n. 7 Campi Fotovoltaici e n. 268 Sottocampi Fotovoltaici per la conversione c.c./c.a. distribuita, per migliorare le prestazioni, ridurre le distanze di collegamento delle stringhe, semplificare le operazioni di manutenzione e la ricerca di anomalie/guasti.

La linea di collegamento sarà costituita da un cavo AT 36 kV, con una lunghezza di circa 15.365 m realizzata con cavidotto interrato per ridurre l'impatto visivo.

Nelle cabine di campo, interconnesse ad anello chiuso mediante cavo interrato MT 20 kV, saranno ubicati i trasformatori di tensione, i quadri di smistamento per ciascuna sezione di impianto e il punto di partenza della linea in AT 36 kV per il collegamento alla futura Stazione Elettrica (SE) Terna della RTN a 380/150/36 kV da collegare in entra-esce alla linea RTN 380 kV “Garigliano-ST Patria”, ubicata nel comune di Cancellone e Arnone (Ce).

Per le informazioni di dettaglio si rimanda alla Relazione Tecnica Impianto Fotovoltaico e al piano delle opere di rete per la connessione alla RTN – Rete di Trasmissione Nazionale.

### **CABINE DI CAMPO**

Il progetto del Parco Fotovoltaico prevede la posa di n. 7 cabine di campo del Produttore interconnesse mediante cavo MT 20 kV, ubicate all'interno dell'area:

N. 6 CABINE equipaggiate con 2 TRAFI MT/BT 20/0,4 kV 2,00 MVA;

N. 1 CABINA equipaggiata con 1 TRAF0 MT/BT 20/0,4 kV 1,00 MVA.

La cabina di campo tipo a sarà costruita con 2 vani utente BT e 2 vani per TRAF0 MT/BT 20/0,4 kV 2,00 MVA, con dimensioni pari a 12,00 m x 2,50 m ed altezza fuori terra pari a 2,60 m, realizzate in c.a.v. prefabbricato, componendosi di 2 elementi monolitici ovvero la vasca, che svolge la doppia funzione di fondazione e di alloggio dei cavi in arrivo o in partenza dal campo, e il corpo in elevazione. Gli elementi della cabina, prefabbricati in stabilimento, saranno trasportati in cantiere ed eventualmente montati contemporaneamente alla fase di scarico. Prima della movimentazione della cabina sarà predisposto il piano di posa con un fondo di pulizia e livellamento in magrone di calcestruzzo oppure con una massiciata di misto di cava.

Le cabine saranno dotate di porte in VTR, aperture grigliate sempre VTR nonché una maglia di terra in corda di rame nudo. All'interno saranno alloggiate componenti elettromeccaniche.



**CABINA DI CAMPO TIPO a**

La cabina di campo tipo b sarà costituita da 1 vano utente BT e 1 vano per TRAF0 MT/BT 20/0,4 kV 1,00 MVA, con dimensioni pari a 6,70 m x 2,50 m ed altezza fuori terra pari a 2,60 m, realizzate in c.a.v. prefabbricato, componendosi di 2 elementi monolitici ovvero la vasca, che svolge la doppia funzione di fondazione e di alloggio dei cavi in arrivo o in partenza dal

campo, e il corpo in elevazione. Gli elementi della cabina, prefabbricati in stabilimento, saranno trasportati in cantiere ed eventualmente montati contemporaneamente alla fase di scarico.

Prima della movimentazione della cabina sarà predisposto il piano di posa con un fondo di pulizia e livellamento in magrone di calcestruzzo oppure con una massicciata di misto di cava.



**CABINA DI CAMPO TIPO b**

### **CAVIDOTTO DI CONNESSIONE MT**

L'elettrodotto di rete per la connessione del Parco Fotovoltaico da realizzare sarà esercito alla tensione di 36 kV con posa interrata.

Il tracciato dello scavo sarà realizzato prevalentemente su strada pubblica asfaltata, con lunghezza di circa 15.365 m, larghezza 0,50 m e profondità pari a 1,20 m, canalizzato con tubo corrugato fino alla futura Stazione Elettrica (SE) Terna della RTN a 380/150/36 kV da collegare in entra-esce alla linea RTN 380 kV “Garigliano-ST Patria”, ubicata nel comune di Canello e Arnone (Ce).

Il cavo MT previsto da progetto è tripolare ad elica visibile con conduttori in alluminio di tipo 3x(1x400) posto in opera interrato in tubazione corrugata in HDPE di diametro Ø 200.

## **VIABILITÀ ESTERNA E INTERNA PER ACCESSO AI CAMPI FOTOVOLTAICI, PIAZZOLE PER CABINE**

La viabilità interna di servizio, quella esterna di collegamento dei campi alla viabilità esistente e le piazzole delle cabine di campo, sono state progettate al fine di ridurre al minimo i movimenti di terra e la realizzazione di strade esterne ex novo.

Per quanto riguarda le piste interne per la manutenzione degli impianti, comprese quelle perimetrali delle aree di Campo Fotovoltaico, ci si limiterà alla realizzazione di uno scavo nel terreno di 4,00 metri di larghezza e 20 cm di profondità da riempire con misto di cava compattato con posa di uno strato di geotessile sul fondo dello scavo, soluzione che permette di rimuovere più facilmente il misto in fase di dismissione dell’Impianto.

Con lo stesso criterio di minimo impatto ambientale saranno realizzate le piazzole delle cabine di campo; nello specifico sarà realizzato uno scavo, di profondità massima 20 cm, nell’area circostante le cabine con successivo riempimento con misto compattato ed eventuale geotessile sul fondo dello scavo.

L’area di scavo sarà limitata a quella strettamente necessaria alla movimentazione dei mezzi di manutenzione e, se necessario, per un’area leggermente maggiore durante la fase di cantiere, per via dei mezzi d’opera, con successiva rimozione e sistemazione definitiva a fine lavori. L’accesso di mezzi e personale alle aree di Campo avverrà tramite piste di collegamento realizzate a partire dalla strada comunale “via Provinciale” immediatamente a ridosso della viabilità esistente.

Le piste di collegamento riguarderanno la sistemazione delle strade già esistenti che confinano con le aree interessate dall’Impianto Fotovoltaico; saranno realizzate con soluzioni leggermente più durature e resistenti di quelle interne per accesso ai sottocampi (inverter di distribuzione), tenendo sempre in considerazione il criterio del minimo impatto ambientale e totale reversibilità in fase di dismissione dell’Impianto.

Gli scavi saranno eseguiti per una larghezza massima pari a 4,20 m e profondità pari a circa

35÷40 cm, con sede stradale realizzata con un primo strato di 10 cm di pietrisco, pezzatura 1÷14 mm ed un secondo strato di circa 30 cm con misto granulare stabilizzato con legante naturale.

## SCOLO DELLE ACQUE SUPERFICIALI E VIABILITÀ INTERNA

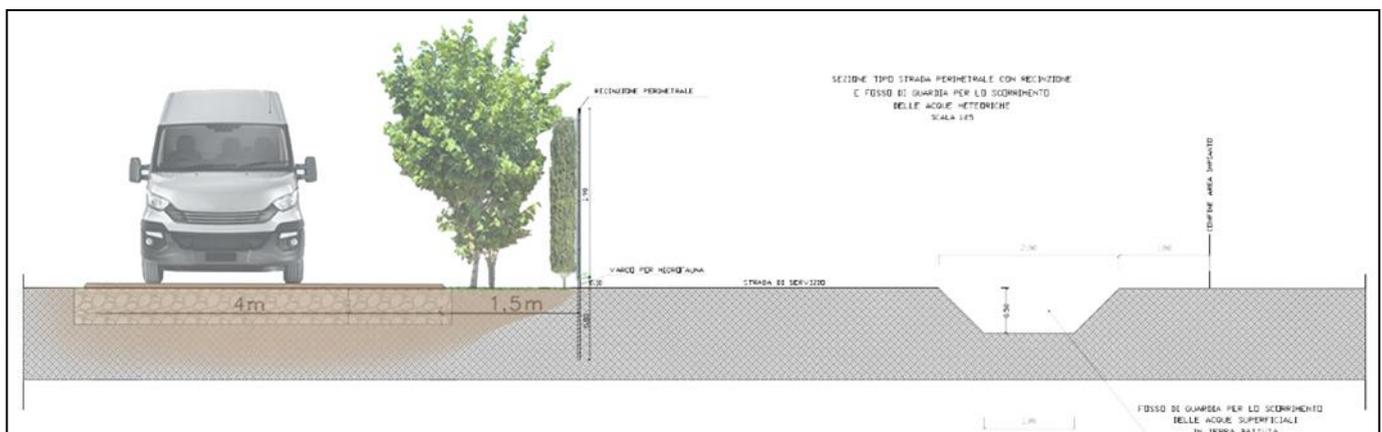
Nel progetto è stato previsto un sistema di raccolta e incanalamento delle acque piovane verso i canali naturali esistenti “fosso di guardia”.

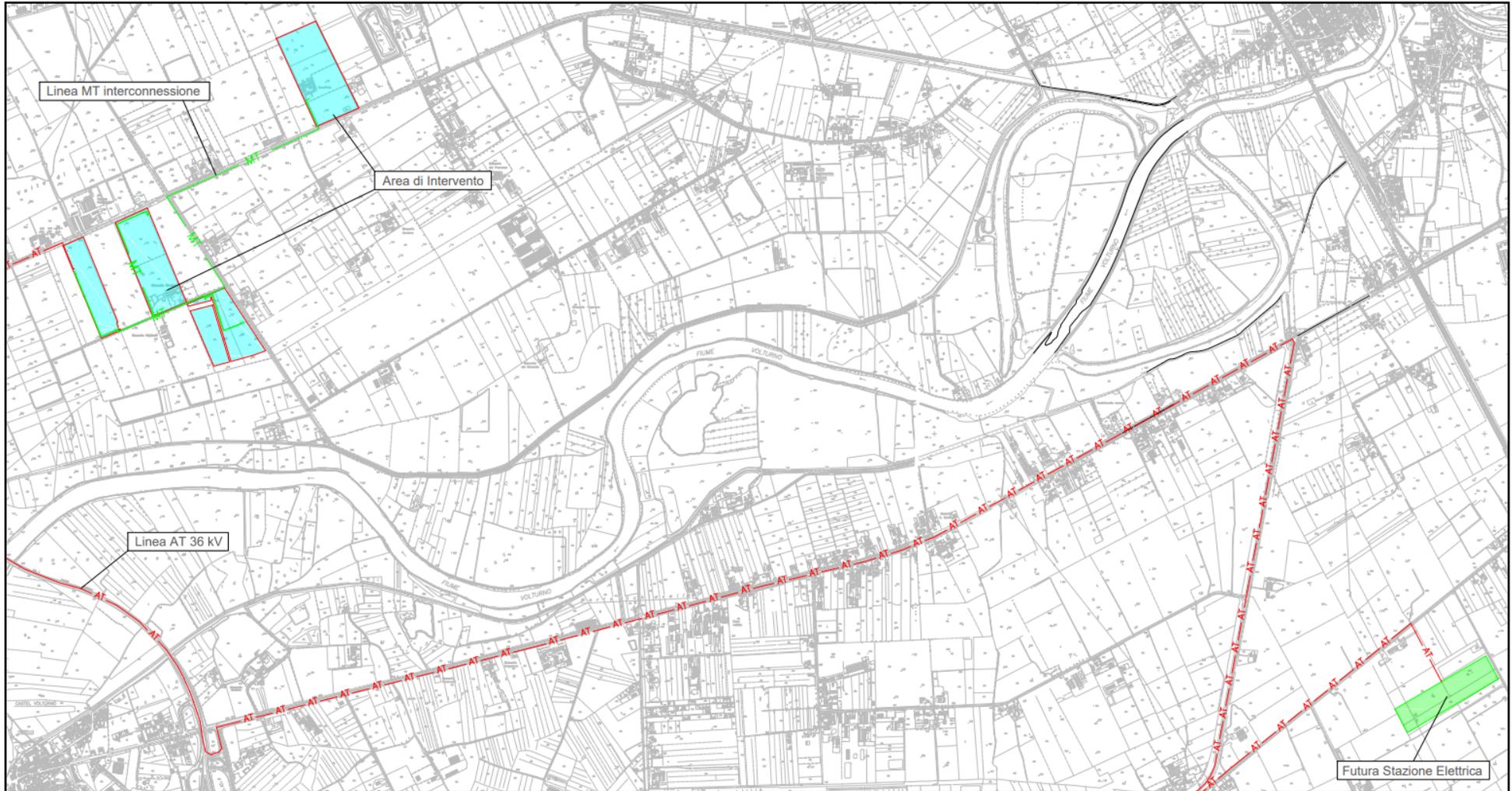
Tale sistema avrà il solo scopo di far confluire le acque meteoriche all’esterno del perimetro del Parco Fotovoltaico, seguendo la pendenza naturale del terreno, in modo da prevenire possibili allagamenti.

Tutti i canali di scolo delle acque superficiali verranno realizzati in terra battuta, e in presenza degli attraversamenti delle strade interne verranno realizzati idonei tombini scatoari tali da facilitare l’attraversamento degli stessi.

I canali di scolo delle acque saranno realizzati in modo tale da facilitare la manutenzione periodica degli stessi e quindi consentire il libero deflusso delle acque superficiali.

Tutte le strade interne al Parco Fotovoltaico e la strada esterna che percorre l’intero perimetro seguiranno l’andamento morfologico dello stato di fatto dei terreni, così come i canali di scorrimento delle acque meteoriche superficiali, come riportato negli elaborati di progetto.

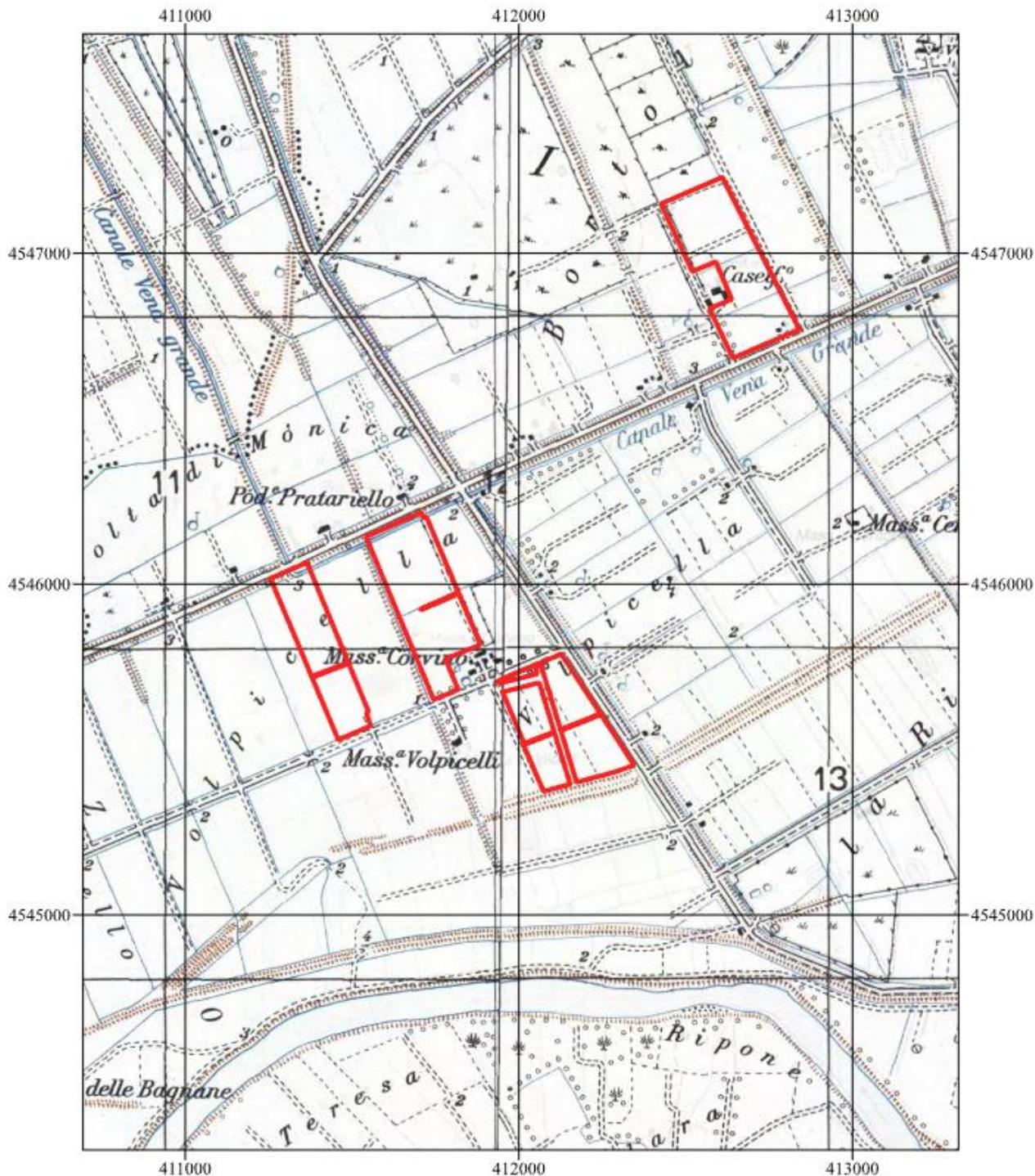




**INQUADRAMENTO SU CTR**

### **COLLOCAZIONE GEOGRAFICA DELL'INTERVENTO**

Il sito di progetto è situato nord-est del territorio comunale di Castelvoturno ed è compreso tra il Fiume Volturno a sud ed il canale Agnena a nord.



 Area parco fotovoltaico

**CARTA COROGRAFICA DELL'AREA DI INTERESSE**

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**



 Area parco fotovoltaico

**INQUADRAMENTO SU FOTO AEREA**

## **INQUADRAMENTO CATASTALE**

Catastalmente le opere in progetto dal punto di vista catastale rientrano nel Foglio 5 particelle 28, 29, 110, 111, 112, 5045 e Foglio 8 particelle 63, 65, 155, 240, 241, 5066 del comune di Castel Volturno (CE).



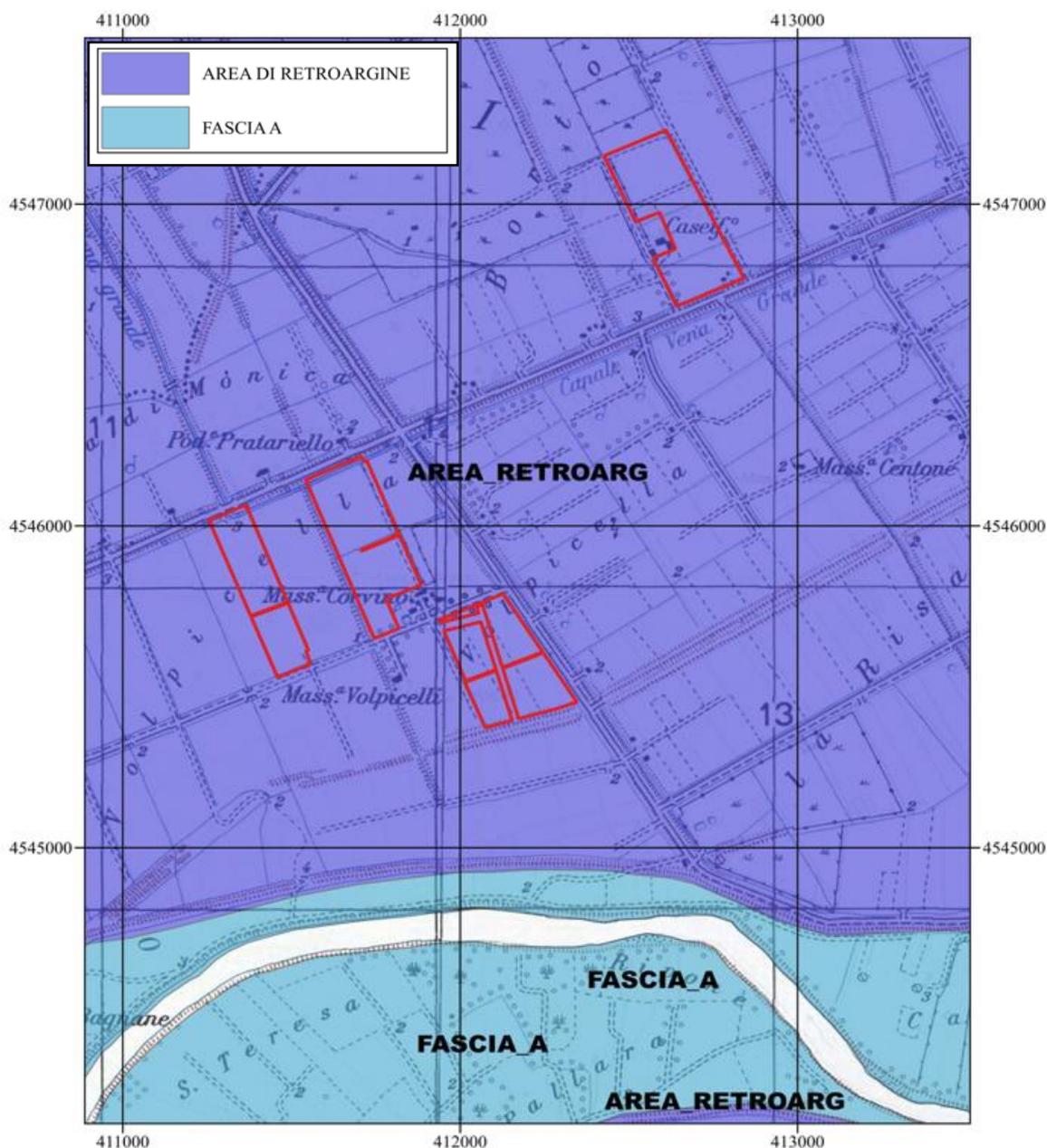
**ESTRATTO PLANIMETRIA CATASTALE**

## **VERIFICA PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE**

Il sito oggetto di intervento è compreso nel territorio di competenza dell'ex Autorità di Bacino dei fiumi Liri Garigliano e Volturno.

Dalla consultazione delle tavole che compongono il Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino si ricava che la zona oggetto di studio non è inclusa in aree a rischio frana e a rischio idraulico.

Dalla carta di zonizzazione ed individuazione degli squilibri (redatta in scala 1:25.000) ed indicata come 4.43-bav si evince che l'impianto fotovoltaico nonché l'elettrodotto interato rientrano nella zona classificata come Area di retroargine del Fiume Volturno.



L'area R (retroarginale) costituita dall'area di criticità, coincide con le ex sottofasce fluviali B1, B2 e B3 ed in piccolissima parte con la fascia A costiera del PSDA.

Per tali aree, individuate come critiche, negli studi condotti dall'AdB non è stato possibile allo stato attuale differenziare i differenti livelli di pericolosità, e pertanto le stesse sono state assoggettate a un'unica disciplina specifica riportata nelle norme di attuazione.

Le aree retroarginali R sono normate dall'art. 7:

1. Nelle aree R il Piano persegue gli obiettivi di mitigazione del rischio idraulico attraverso la definizione e la predisposizione degli strumenti di Protezione Civile e l'individuazione e la realizzazione degli interventi strutturali. Contestualmente vengono regolamentate le attività compatibili sul territorio, in rapporto all'uso consolidato ed al contenimento del rischio.

2. Nelle aree R, salvo quanto ulteriormente riportato all'articolo 14, sono esclusivamente consentiti:

a) Gli interventi consentiti nella fascia A e riportati al precedente articolo 6;

b) La realizzazione di impianti sportivi, per attività all'aperto, e nel rispetto di quanto contenuto nella normativa tecnica riportate all'art. 16. L'utilizzo di tali impianti, in caso di eventi atmosferici di particolare intensità, deve essere espressamente regolamentato dall'Amministrazione Comunale competente o da Commissione istituzionalmente preposta.

c) ogni opera a servizio di infrastrutture di trasporto e/o di servizio (caselli autostradali, stazioni ferroviarie, intersezioni, svincoli ecc.), con le prescrizioni contenute nell'allegato C delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per la Difesa dalle Alluvioni (PSDA).

d) Per i Comuni dotati di strumento urbanistico vigente:

- le nuove edificazioni, realizzate in attuazione degli strumenti urbanistici per le porzioni di territorio interessate da agglomerati urbani che rivestono carattere storico-artistico di

particolare pregio, per quelle totalmente o parzialmente edificate (zone A, B così come indicate dal D.M. 1444/68) e per quelle da destinare a nuovi complessi insediativi (zone C così come indicate dal D.M. 1444/68) limitatamente a quelle indicate come edilizia economica abitativa;

- le nuove edificazioni in attuazione degli strumenti urbanistici, diverse da quelle indicate al punto precedente, ad esclusione di quelle ad uso residenziale e produttivo;

Tutti gli interventi previsti nel precedente comma sono sottoposti alle prescrizioni contenute nella normativa tecnica di cui all'articolo 16, salvo maggiori prescrizioni imposte dai Piani di Protezione Civile.

Ai sensi dell'Art. 10 Interventi per la realizzazione di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico.

1. All'interno delle Fasce A e delle aree R, come indicato negli artt. 6 e 7 delle presenti norme, è consentita la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico di trasporto o di servizi (strade, ferrovie, acquedotti, elettrodotti, metanodotti, oleodotti, cavi di telefonia) di competenza degli organi statali, regionali o degli altri enti territoriali a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo nelle fasce, costituendo ostacolo al deflusso, e non limitino la capacità di invaso. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità idraulica, approvato dall'Autorità competente, che documenti l'assenza delle suddette interferenze.

b) in nessun caso la struttura da realizzarsi deve costituire ostacolo al deflusso o limitazione alla capacità d'invaso.

## **COMPATIBILITÀ GEOLOGICA DEL PROGETTO**

Relativamente a quanto previsto dalle “Norme di Attuazione variante al P.S.D.A. Basso Volturno da Capua alla foce” il sito di interesse progettuale rientra in un’area perimetrata come zona “Area retroarginale (R)”.

Nelle aree R il Piano persegue gli obiettivi di mitigazione del rischio idraulico attraverso la definizione e la predisposizione degli strumenti di Protezione Civile e l’individuazione e la realizzazione degli interventi strutturali. Contestualmente vengono regolamentate le attività compatibili sul territorio, in rapporto all’uso consolidato ed al contenimento del rischio (cfr. art.7 comma 1).

Le valutazioni effettuate nella presente relazione sono volte a dimostrare la compatibilità geologica degli interventi di progetto, in accordo con quanto richiesto dalle Norme sopra richiamate; gli interventi progettuali previsti non rappresentano un fattore predisponente all’instabilità, in quanto non si andranno a modificare né la circolazione idrica sotterranea né quella superficiale, e l’esecuzione delle opere di progetto non turberà l’attuale equilibrio morfologico e quindi sicuramente non andrà ad aggravare le condizioni di stabilità attuali.

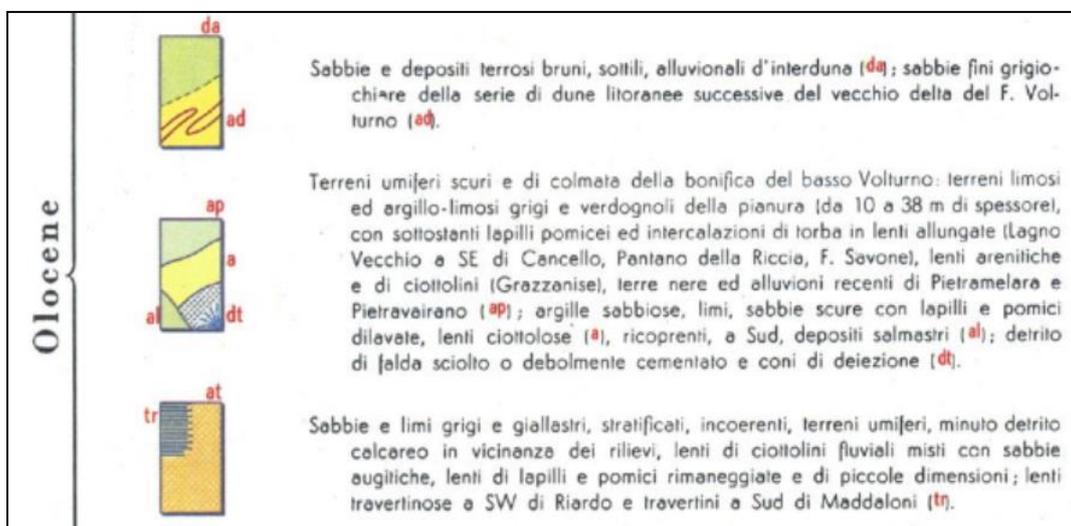
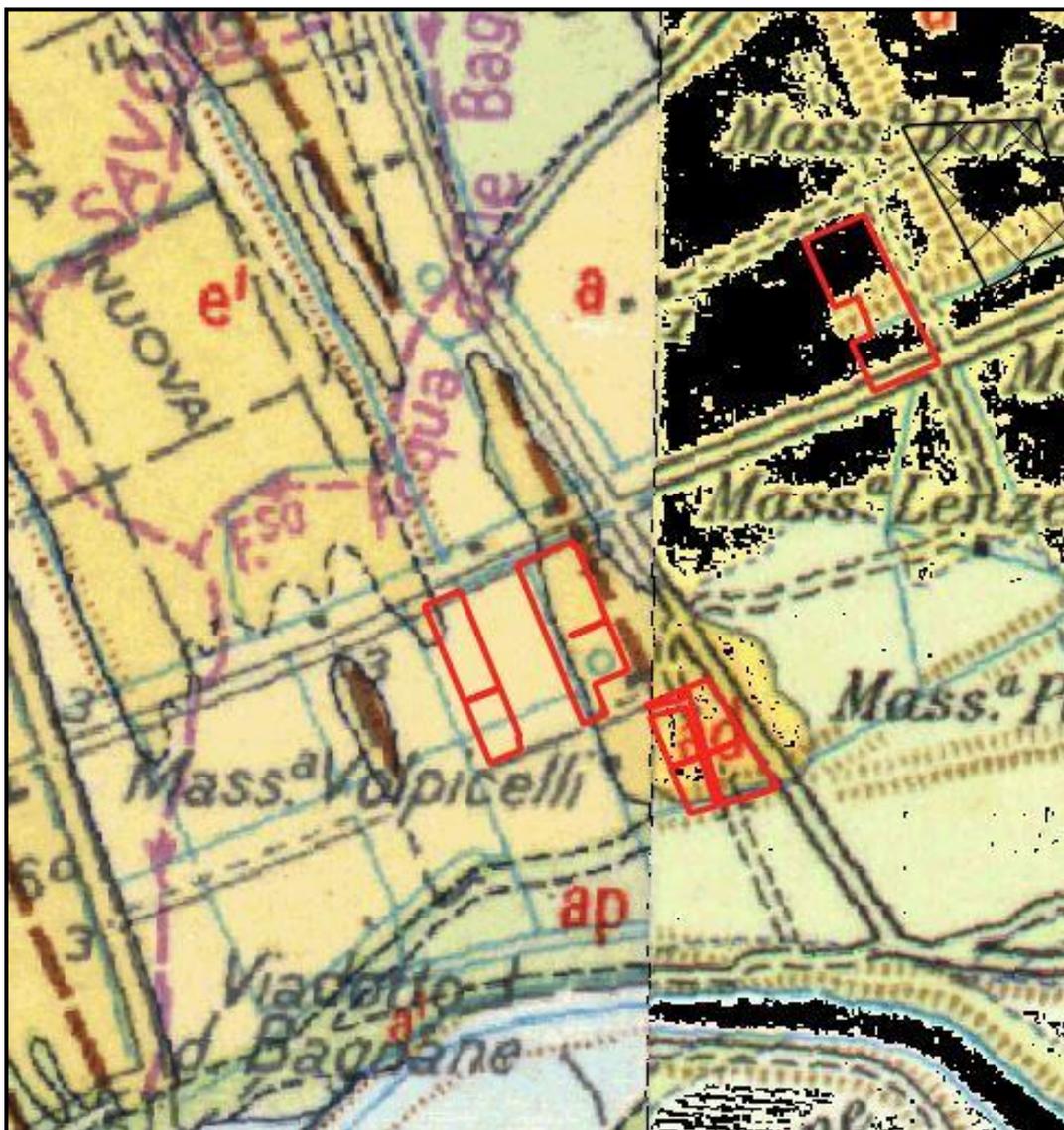
In merito alle opere di progetto elencate possono esprimersi le seguenti considerazioni:

- 1) per la realizzazione degli interventi di progetto non sarà modificata la morfologia dell’area con scavi e tagli, né saranno create neosuperfici ad elevata pendenza;
- 2) non si apporteranno ulteriori carichi sul sito capaci di creare disequilibri di masse e non sarà compromesso il normale deflusso delle acque superficiali tali da innescare processi di erosione e denudazione che possano evolvere in reali dissesti. Per i motivi anzidetti si può esprimere valutazione positiva sulla compatibilità dell’intervento sull’assetto idro-gemorfologico dell’area, in quanto non pregiudica la stabilità attuale della zona ed è da considerarsi compatibile dal punto di vista idrogeologico con la situazione di pericolosità e di rischio da dissesti di versante del territorio.

### INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE

L'area in esame è riportata in parte nel Foglio "171 Gaeta e nel Foglio 172 Caserta" in

scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia.



Dal punto di vista geologico-strutturale il sito di interesse è compresa nell'ambito della vasta area denominata Piana Campana, che rappresenta una vasta area pianeggiante delimitata a Nord dal Monte Massico, a Nord-Est dai Monti di Caserta, a Est dai Monti di Sarno, a Sud dai Monti Lattari e dalla Piana del Sarno e ad Ovest dal Mar Tirreno.

Litologicamente nell'area di interesse e per un vasto areale affiorano terreni di natura alluvionale messi in posto dal Fiume Volturno che ricoprono i terreni di origine vulcanica dell'Ignimbrite campana.

Con l'esaurirsi della fase distensiva e subsidente, nel Pleistocene si è sviluppata una intensa attività vulcanica di natura prevalentemente esplosiva (Vesuvio, Campi Flegrei e Roccamonfina) che ha portato alla deposizione di enormi quantità di materiali piroclastici con il passaggio dal dominio marino ad uno fluvio-lacustre e quindi a quello sub-aereo.

I prodotti piroclastici che afferiscono alle attività vulcaniche degli apparati vulcanici sopracitati sono caratterizzati prevalentemente da ceneri, pozzolane, lapilli e ignimbriti e in subordine da colate laviche.

Tra i prodotti vulcanici maggiormente presenti in affioramento nella Piana Campana, si individua l'ignimbrite campana (Pleistocene) che si presenta sia in facies di tufo giallo che in facies di tufo grigio talora con fessurazioni prismatico colonnari.

Il grado di cementazione di questo materiale è elevato nella parte alta, dove sono presenti pomici e scorie nere anche di grosse dimensioni, e più ridotto in profondità ove il litotipo assume le caratteristiche di una sabbia compatta.

Verso Sud, in prossimità dei Regi Lagni l'Ignimbrite campana passa a depositi alluvionali dell'Olocene, costituiti da sabbie e limi inglobanti lenti di ciottoli fluviali e di lapilli, oltre che pomici rimaneggiate e livelli di torba.

La Piana Campana rappresenta una struttura a graben, individuatosi probabilmente nel Pliocene superiore, soggetto ad un pronunciato sprofondamento durante il Quaternario.

Le linee tettoniche lungo le quali è avvenuto l'abbassamento sono ben riconoscibili ai bordi della pianura, dove si osservano faglie orientate NE-SW e NW-SE, che determinano il graduale sprofondamento delle rocce carbonatiche, appartenenti a due distinte unità tettoniche sovrapposte, affioranti tutto intorno al graben al di sotto di notevoli spessori di depositi alluvionali e vulcanici quaternari.

In superficie, quindi, sono ben osservabili le strutture marginali del graben.

Le strutture recenti principali sono rappresentate da faglie normali orientate NE-SW e NW-SE, che in almeno due fasi del Quaternario hanno determinato rigetti verticali dell'ordine di qualche migliaio di metri.

Le strutture mioceniche, osservabili ai margini della Piana, sono connesse ai fenomeni di sovrascorrimento che hanno interessato la copertura sedimentaria triassico-miocenica e non sono legate alle deformazioni attuali del basamento cristallino.

Queste ultime hanno orientamento W-E e sono costituite da una serie di monoclinali immergenti a Nord e delimitate a Sud da faglie normali, aventi rigetti verticali fino a mille metri e che tendono ad estinguersi, verso il basso, sulle superfici di sovrascorrimento.

Le faglie recenti, cui sono connessi anche i fenomeni vulcanici del graben della Piana Campana, sono evidenti, con gli stessi orientamenti e sempre con notevoli rigetti verticali in tutto l'Appennino Campano-Lucano.

## **CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DI DETTAGLIO**

Il sito di stretto interesse progettuale dal punto di vista litologico è rappresentato da sedimenti continentali fluvio-palustri dell'Olocene, caratterizzati da argille, limi e sabbie, distribuiti spesso in rapide successioni ed in discontinuità laterali, con sabbie talvolta in lenti.

Sono ampiamente diffusi in tutta l'area esaminata e rappresentano la sedimentazione più recente della Piana del Volturno; esse sono costituite da sedimenti sciolti, con granulometrie comprese tra le sabbie e i limi, spesso alternati a depositi ghiaiosi e livelli particolarmente ricchi di sedimenti vulcanici.

Nello specifico si tratta di un'alternanza di argille sabbiose con limi e sabbie scure fini e grossolane.

Le litologie argillose presentano colori tendenti all'azzurro ed al grigiastro, e terreni umiferi scuri e di colmata della bonifica del basso Volturno: terreni argillosi e limoso-argillosi della pianura, con intercalazioni di lenti torbose, limose e talvolta francamente sabbiose.

Al di sotto, si rinvengono litologie vulcaniche effusive con una matrice a grana fine con rari inclusi scoriacei nerastri dispersi nella matrice in modo casuale.

I depositi alluvionali presenti a tetto dell'Ignimbrite Campana sono legati alle esondazioni fluviali del Volturno, a fasi palustri (zone della bonifica del basso Volturno), nonché ad episodi marini con terreni francamente sabbiosi.

La parte del complesso presente a ridosso del F. Volturno comprende un'alternanza irregolare di terreni di varia granulometria come argille, sabbie e talora lenti di ghiaie spesse fino a qualche metro, legati a deposizione fluviale; infatti il Fiume Volturno costretto a divagare dalla quasi raggiunta stabilità del livello di base ha costruito un tracciato tipicamente pensile ed un piccolo delta a cuspidi presso la foce.

Gli spessori di questa porzione di complesso sono vari e partendo dal Volturmo e procedendo verso sud, questi depositi si osservano in affioramento fino a distanza massima di 1.5 - 2 chilometri dove passano per eteropia ai materiali descritti di seguito.

Si tratta di depositi alluvionali recenti che nella zona del basso corso del Fiume Volturmo i terreni in parola hanno spessore variabile da circa 20 m a circa 40 m.

Sempre nello stesso complesso si riconoscono terreni riconducibili ad antichi espandimenti alluvionali dei canali dei “Regi Lagni”.

In definitiva le caratteristiche geologiche sono rappresentate dall’asse drenante del Fiume Volturmo le cui acque, ostacolate dalle masse piroclastiche depositatesi in tutta la Piana Campana, scorrevano con una pendenza molto bassa, tale da formare piccoli specchi palustri, tra i quali il corso d’acqua erodeva, trasportava e depositava lungo un tracciato molto variabile nel tempo.

I terreni alluvionali che costituiscono in zona un unico banco variabile con spessore medio di 20 m, sono sovrapposti alle facies vulcaniche effusive, costituite da sabbie piroclastiche e da cineriti grigie con una potenza che supera anche i 150-200 m.

Da dati di letteratura e dai sondaggi risulta che il complesso appare sempre rappresentato da argille e limi, assai spesso associati a livelli torbosi; gli spessori sono fino ad alcune decine di metri.

Dalle prove penetrometriche condotte sull’area di interesse progettuale sulla base del numero di colpi si ricavano litologie argillose e argilloso-limose.

## **CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE**

L'area di indagine è ubicata nella Piana campana attraversata dal Fiume Volturno ed è compreso nelle Tavole IGM in scala 1:25.000 n. 14 Mondragone (CE) quadrante 171 – II, n. 15 Grazzanise (CE) quadrante 172 – III, n. 22 Lago Patria quadrante 184 – IV (1984).

La Piana Campana è una vasta area pianeggiante, delimitata a Nord dal Monte Massico, a Nord-Est dai Monti di Caserta, a Est dai Monti di Sarno, a Sud dai Monti Lattari e dalla Piana del Sarno e ad Ovest dal Mar Tirreno.

Essa è stata progressivamente colmata dai depositi marini, alluvionali-palustri e da depositi quaternari prevalentemente piroclastici, infatti la Piana Campana rappresenta un graben colmato per circa 3.000 metri, formatosi nel Pliocene superiore, soggetto ad un pronunciato sprofondamento durante il Quaternario.

La causa di tale sprofondamento è da attribuirsi alle faglie dirette appenniniche ed anti appenniniche orientate NE-SW e NW-SE, ai margini della Piana, che durante almeno due fasi del Quaternario hanno determinato un progressivo sprofondamento verso Ovest di zolle carbonatiche con rigetti verticali dell'ordine di qualche migliaio di metri.

L'area presenta una morfologia determinata dalla storia tettonica recente e dalla messa in posto della serie ignimbritica flegrea e di depositi alluvionali.

Si evidenziano pendenze bassissime, ad eccezione di argini degli alvei della rete idrografica superficiale fatta di una fitta rete di canali.

La morfologia, come detto, è subpianeggiante con quote che non superano i 2 m s.l.m.

I vari elementi morfologici caratterizzanti il territorio in esame sono rappresentati essenzialmente da quelli legati alla dinamica fluviale del Fiume Volturno e quelli di origine antropica.

Il settore di piana attraversata dal Fiume Volturno grazie ad una generale tendenza alla subsidenza, ha conosciuto ambienti marini estesi fin sotto le pendici dei monti di Caserta

sino a circa 130.000 anni fa (ROMANO et alii, 1964; CINQUE & ROMANO, 2001)

determinando la morfologia dell'area.

Successivamente si realizzarono condizioni favorevoli alla sua crescita come area emersa.

I ritmi della subsidenza tettonica si ridussero sin quasi ad azzerarsi e l'area venne investita dai

Riguardo i morfotipi legati alla dinamica fluviale si riconoscono: aree golenali, cuspidate, deltizia e meandri abbandonati; ovviamente le aree golenali sono presenti nelle immediate vicinanze del Fiume Volturno, mentre per i Regi Lagni e Canale Agnena il corso è rettilineo e nel primo caso risulta ampiamente cementificato sulle sponde.

Si rilevano, all'interno dell'area golenale (quindi ovviamente nei dintorni del Volturno) vari meandri abbandonati che in alcuni casi presentano specchi d'acqua (lago di meandro anche dell'ordine di un ettaro di superficie) ed in altri fanno ormai parte integrante del paesaggio agricolo predominante.

Le esondazioni delle portate di piena dall'alveo provocarono nel tempo il sopralzo dei terreni limitrofi: attualmente il Volturno si presenta pertanto, da Capua fino al mare, con l'alveo incassato nel tratto più alto di un largo ed esteso *conoide* da lui stesso realizzato nel corso dei millenni; per quanto riguarda le opere di bonifica operate nella piana si ha un sistema di canali.

Per la mitigazione del rischio idrogeologico lungo il Volturno sono state realizzate opere di difesa costituite da argini in terra in molti casi rivestiti in calcestruzzo o alvei ampiamente cementificati, come nel caso dei Regi Lagni.

Tra le altre forme di origine antropica che insistono sul territorio si segnalano stagni anche di grandi dimensioni (in taluni casi con superficie anche di oltre due ettari), concentrati tra il Fiume Volturno ed i Regi Lagni a valle della strada a scorrimento veloce posta a monte del centro di Castel Volturno, di fatto in area urbana, creatisi per affioramento della falda

in seguito all'intensa attività di escavazione per la realizzazione, in passato, di una serie di cave a fossa per lo sfruttamento, essenzialmente, di litotipi sabbiosi; inoltre sono presenti stagni di dimensioni più ridotte (al massimo 600-700 m<sup>2</sup>) ubicati in modo sparso sul territorio e di supporto alle attività agricole o agli allevamenti zootecnici.

Come anzidetto il territorio di interesse progettuale si presenta subpianeggiante.

L'area di studio è priva di elementi riconducibili a forme di dissesto attive o quiescenti.

Le pendenze si attestano, in queste piccole aree, su valori medi del 1-2 % ad eccezione delle scarpate nei tratti di rilevati stradali e/o argini degli alvei fluviali.

Per quanto riguarda l'idrografia superficiale la Piana è occupata dal tracciato meandriforme del Fiume Volturno che rappresenta l'elemento idrico principale situato a sud del sito di stretto interesse progettuale che scorre verso la foce.

Il bacino idrografico del Fiume Volturno occupa 6.342 km<sup>2</sup> di superficie ed una lunghezza di 175 km, il Volturno ha origine in Molise, dalle sorgenti di Capo Volturno nel comune di Rocchetta al Volturno, e si sviluppa bagnando il territorio della Campania, anche se il suo bacino imbrifero completo interessa in minima parte anche le regioni Lazio, Abruzzo e Puglia.

Nel tratto che attraversa la Piana Campana, in particolare nel tratto da Castelvoturno a mare, il fiume scorre all'interno di due argini maestri costruiti dal Consorzio di Bonifica del F. Volturno al fine di impedire frequenti esondazioni, sfociando nel mar Tirreno nel territorio comunale di Castel Volturno; il Fiume Volturno prima che le attività antropiche intervenissero significativamente sul suo corso, trasportava e depositava elevate quantità di materiale solido; si trattava però di elementi dalle dimensioni assai ridotte in quanto quelli più grossolani (sabbie e sabbie grosse) si erano già depositati nella piana di Monte Verna a est di Trisflisco (BIGGIERO et alii,1994). Una volta giunte nella Piana Campana, le acque del Volturno procedevano incassate e con tendenza a divagare.

*COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE P<sub>N</sub> 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)*

Le esondazioni ripetute nei millenni hanno causato nel tempo il sopralzo dei terreni limitrofi, infatti attualmente il Volturno si presenta con l'alveo incassato nel tratto più alto di un largo ed esteso conoide da lui stesso realizzato nel corso dei millenni.

***COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)***



**VISTA DELLA MORFOLOGIA PIANEGGIANTE DELLE AREE DI INTERESSE**

Il fiume costituisce il dreno principale della rete idrografica costituita da una serie di piccoli corsi d'acqua, quasi tutti provenienti dalle alture oltre ad alcuni ruscelli che prendono origine dalle dorsali bordiere.

Oltre al Fiume Volturno a nord dell'area progettuale scorre il canale Regia Agnena, che raccoglie le acque sorgentizie (prevalenti) e superficiali della dorsale di M. Maggiore fino a Ponte Annibale. Questo canale, lungo circa 30 km con una pendenza media inferiore allo 0,1%, ha un bacino di circa 300 kmq e drena le aree depresse (quote anche di -1 m÷ -2 m s.l.m.), comprese fra il Fiume Savone ed il Fiume Volturno, con l'ausilio delle idrovore di Mazzasette e Mazzafarro, rispettivamente in sponda destra e sinistra del canale.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche dell'area in esame sono presenti litotipi a permeabilità differente raggruppabili in un complesso piroclastico inferiore ed in uno alluvionale superiore.

Il complesso piroclastico non è mai affiorante ma si riconosce in profondità nei vari sondaggi realizzati.

Il complesso medesimo è rappresentato da piroclastiti, di granulometria da media a fine (piccole pomice, ceneri, lapilli etc.), quasi sempre sciolte o debolmente cementate.

I diversi materiali sono spesso fra loro frammisti, anche se talora possono individuarsi livelli prevalentemente cineritici o pomiceici; Nel caso specifico dal punto di vista granulometrico si tratta di sabbie o sabbie-ghiaiose e in misura minore da una frazione limosa; difatti i sondaggi geognostici eseguiti in questo complesso evidenziano una variabilità granulometrica sia in senso areale che lungo le verticali investigate.

Il complesso è estesamente affiorante soprattutto nella Piana Campana dove è presente con spessori assai significativi.

In termini di area vasta gli acquiferi che si evidenziano costituiscono a grande scala una falda unica (sovente pozzi attestati nei differenti acquiferi hanno fatto registrare le stesse

quote piezometriche) con una circolazione idrica talora a pelo libero, talora in pressione laddove la porzione a granulometria più fine dei terreni limo-sabbiosi fluvio-palustri oppure dei livelli continui di tufo lapideo non fratturato tamponano superiormente la falda (DE RISO, 1990).

E' da evidenziare la stretta somiglianza che accomuna, nell'area del Volturno, le isopieze e le isoipse; una convergenza dovuta all'azione del fiume medesimo che ha condizionato la morfologia della zona originando, nel corso dei millenni, il lungo conoide sul cui colmo ha impostato il suo corso; da questa posizione, lungo l'alveo, il fiume contribuisce ad alimentare (per assenza impermeabili interposti) la falda sottostante e ne determina l'innalzamento piezometrico in corrispondenza del suo tracciato.

Riassumendo il complesso piroclastico raggruppa sia i termini piroclastici incoerenti (lapilli, pomici e scorie, tufi incoerenti,), sia i tufi litoidi ed ignimbrici.

Le ignimbriti ed i tufi lapidei sono dotati di una media permeabilità per porosità e fessurazione. I materiali piroclastici sciolti o pseudocoerenti, permeabili esclusivamente per porosità, hanno un grado di permeabilità estremamente variabile in funzione della giacitura, della granulometria e del grado di cementazione. Esso risulta molto basso nelle ceneriti fini, ma diviene elevato nei banchi, tasche e lenti di pomici, scorie e lapilli. Il grado di permeabilità, quindi, risulta complessivamente medio-basso, con orizzonti a media e ad alta permeabilità soprattutto nella parte alta del complesso.

Il complesso alluvionale comprende i depositi alluvionali presenti *a tetto* dell'Ignimbrite Campana e legati alle tracimazioni del fiume Volturno ed alle fasi palustri (zone della bonifica del basso Volturno).

La ricostruzione dei rapporti spaziali delle componenti a diversa granulometria non è nè semplice nè immediata, comunque dal punto di vista areale detto complesso rappresenta una parte preponderante nell'ambito del territorio comunale.

La parte del complesso presente a ridosso del corso del Fiume Volturno comprende un'alternanza irregolare di materiali di varia granulometria (argille, sabbie e talora lenti di ghiaie spesse fino a qualche metro) legati a deposizione fluviale (durante le ultime migliaia di anni, il Volturno, costretto a divagare dalla quasi raggiunta stabilità del livello di base, ha costruito un tracciato tipicamente pensile ed un piccolo delta a cuspid).

Questa porzione nell'insieme ha una permeabilità piuttosto bassa che tende ad innalzarsi in corrispondenza degli orizzonti più grossolani.

Sempre nello stesso complesso si riconoscono terreni riconducibili ad antichi espandimenti alluvionali dei canali dei Regi Lagni.

Nei sondaggi che lo hanno attraversato si osserva come il complesso appare sempre rappresentato da argille e limi, assai spesso associati a livelli torbosi; gli spessori sono fino ad alcune decine di metri; si evidenziano anche i rapporti eteropici tra questa porzione complesso e le alluvioni del Volturno; la granulometria è in prevalenza fine e risulta dotata di permeabilità molto ridotta.

C'è da aggiungere che i sondaggi hanno rivelato, a diverse altezze stratigrafiche, livelli di materiale torboso, a luoghi caratterizzati da continuità areale e con potenze di circa 2 - 2,5 m. Il passaggio con i termini precedentemente descritti, a luoghi si segnalano con interdigitazioni.

La struttura del complesso è pertanto molto articolata ed i depositi che lo costituiscono presentano, infatti, variazioni granulometriche in senso areale e lungo le verticali.

E' pertanto difficile che siano presenti livelli continui di scarsa permeabilità sufficienti a frazionare il complesso in più strati distinti.

Quindi complessivamente la *permeabilità* è in genere medio-bassa, anche se ovviamente tende a crescere con il prevalere locale di granulometrie più grossolane e poco assortite.

Il Complesso alluvionale raggruppa i depositi di ambiente fluviale e fluvio-palustre; i depositi fluviali costituiti da sabbie grossolane e ghiaie con litologie limose ed argillose. Queste litologie sono scarsamente permeabili o poco permeabili per porosità ma, così come per il complesso piroclastico, esistono orizzonti sovrapposti di materiali grossolani altamente permeabili.

I terreni alluvionali sono spesso interdigitati ed intercalati a depositi piroclastici, in modo che risulta praticamente impossibile una netta distinzione areale dei due complessi.

Le caratteristiche deposizionali dei sedimenti sopra descritti, l'alternanza ripetuta di episodi a varia granulometria ed il loro andamento lenticolare, hanno instaurato una circolazione idrica per falde sovrapposte contenute nei livelli più grossolani.

Gli orizzonti più permeabili, costituiti da pomice, brecce e sabbie vulcaniche, depositi detritici, sono intervallati da livelli poco permeabili attraverso passaggi laterali e verticali rappresentati da limi ed argille palustri, depositi tufacei e livelli piroclastici argillificati.

I depositi presentano variazioni granulometriche sia in senso areale sia in senso verticale.

In questo complesso le acque sotterranee tendono pertanto a digitarsi in più livelli, corrispondenti alla variazione delle litologie presenti e variamente interconnessi, ma conservando sempre carattere di corpo idrico unitario.

Quindi complessivamente la permeabilità è in genere medio-bassa, anche se ovviamente tende a crescere con il prevalere locale di granulometrie più grossolane e poco assortite.

I terreni del sottosuolo in esame sono sede di una falda acquifera, prossima al piano campagna, sensibile di oscillazioni sia stagionali sia in occasione di eventi meteorici eccezionali prolungati nel tempo.

La misura del livello di falda è stata realizzata alla fine di ogni prova penetrometrica nel foro di prova; la profondità di rinvenimento varia da 2.00 m a 4.00 m dal piano campagna.

La falda acquifera subisce variazioni legate alla stagionalità ed al regime delle precipitazioni.

Difatti, in occasione di piogge prolungate nel tempo o di eventi piovosi di forte intensità, può raggiungere il piano campagna.

Quindi, dal punto di vista idrogeologico il sito di stretto interesse progettuale è rappresentato da un'unità idrogeologica costituita da una spessa coltre di depositi vulcanici, alluvionali e marini, con caratteristiche litologiche ed idrogeologiche molto diverse tra loro.

Questa configurazione lito-stratigrafica connessa alla presenza delle strutture vulcaniche dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, porta all'instaurarsi di flussi sotterranei complessi con presenza di più falde sovrapposte e molte volte intercomunicanti.

### **SONDAGGI GEOGNOSTICI CONSULTATI**

Per il presente studio geologico si sono consultate le stratigrafie relative a sondaggi a carotaggio continuo allegati al PUC di Castel Volturno.

Segnatamente per avere informazioni sulla natura e sulle caratteristiche litologiche delle aree di progetto si sono consultati il sondaggio S2 e la prova penetrometrica P2 ubicate a poca distanza dalle opere in progetto e spinto fino alla profondità di 30 metri dal piano campagna.



**UBICAZIONE DELLE INDAGINI CONSULTATE ALLEGATE AL PUC DI**

Il sondaggio S2 mette in evidenza fino alla profondità di 30 metri la presenza di terreni di matura alluvionale data un'alternanza di litotipi che mostrano una certa variabilità litologica e di spessori sia in senso verticale sia orizzontale, legata all'attività del Fiume Volturno.

Si riscontrano delle sabbie grigie sciolte ed argille grigio-azzurre poco consistenti e da argille marroni e grigio-bluastré, da poco a mediamente consistenti con abbondanti resti vegetali lignei, e sabbie grigie poco addensate con inclusi elementi pomicei e scoriacei nonché torbe.

Dai seguito la descrizione sintetica della stratigrafia del sondaggio S2:

da 0.00 a 0.50 m suolo;

da 0.50 a 7.70 m terreno argilloso-limoso

da 7.70 a 8.80 m terreni sabbiosi debolmente limosi, poco addensati

da 8.80 a 13.70 m alternanza di argilla sabbioso-limosa da poco consistente a moderatamente consistente

da 13.70 m a 16.20 m torba

da 16.20 a 19.40 m ghiaia con sabbia

da 19.40 a 19.70 m limo sabbioso

da 19.70 a 30.00 m alternanza di sabbie e limi

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

Nelle immagini seguenti si riportano le foto del sondaggio S2 del PUC.



**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**



**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**



**CO.GI.D. Ambiente s.r.l.**

Via M. Tenore, 17 - 80139 Napoli  
tel/fax: 081/8848829 - e-mail: cogidambiente@libero.it

sond. n.: 2

Tav.: 3

Committente : Comune Castelvoturno

Cantiere : Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.)

Località : Castelvoturno (CE)

Ubicazione foro: X(mt.) 2432716,9022 ; Y(mt.) 4546315,1694 (Coordinate Gauss-Boaga)

Inclinazione: 90°

Quota iniziale: m. 2,0

data: 25 Marzo 2008

falda	profondità		colonna stratigrafica	descrizione dei terreni	%	camp. indist. sigla quota	S.P.T. quota Nt
	p.c.	spessore (m)					
1	0,5	0,5		Terreno vegetale costituito da limo sabbioso con a letto elementi di ghiaia di forma subangolare.			
	1,0	0,5		Argilla limosa marrone chiara alterata.			
2	1,2	0,2		Argilla marrone consistente con inclusi rare piccole pomice bianche millimetriche.			
	2,7	1,5		Argilla con limo grigio-bluastro poco consistente con inclusi elementi pomicei subangolari grigi.		S2-A 2,7	
4	4,1	0,7		Argilla con sabbia grigio-azzurrognola poco consistente.			
	4,8	0,5		Argilla torbosa nero-brunastra poco consistente con inclusi livelli centimetrici francamente torbosi e con abbondanti frammenti vegetali lignei.		S2-B 5,3	
5	5,3	0,5		Argilla sabbiosa limosa poco consistente nera con inclusi elementi vegetali lignei.			
	5,8	0,5		Argilla grigio chiara poco consistente con inclusi gusci di lamellibranchi e resti vegetali lignei.			
7	7,7	1,9		Sabbia deb. limosa grigia da poco addensata a moderatamente consistente.			
	8,8	1,1		Argilla grigio chiara poco consistente con inclusi gusci di lamellibranchi e resti vegetali lignei.			
9	10,8	2,0		Alternanza di sabbia limosa da sciolta a poco addensata e limo con sabbia grigio moderatamente consistente con inclusi rari gusci di lamellibranchi.			
	12,1	1,3		Argilla grigio chiara da poco consistente a moderatamente consistente.			
12	13,2	1,1		Argilla torbosa grigio-nerastra moderatamente consistente.			
	13,7	0,5		Torba con inclusi lapilli pomicei subarrotondati.			
15	16,2	2,5		Ghiaia con sabbia grigio cinerea da poco addensata a moderatamente addensata frazione ghiaiosa costituita da elementi pomicei e scoriacei subangolari (max. 3-4 cm).			
	19,4	0,3		Limo con sabbia marrone consistente (paleosuolo).			
20	19,7	0,3		Sabbia limosa avana moderatamente addensata.			
	20,6	0,2		Argilla deb. limosa grigio-marrone consistente.			
21	20,8	0,2		Limo sabbioso avana consistente con inclusi lapilli scoriacei millimetrici.			
	21,2	0,4		Argilla limosa grigio-azzurrognola da moderatamente consistente a consistente.			
22	22,3	1,1		Sabbia limosa con livelli centimetrici di torba, grigiastra moderatamente addensata con inclusi abbondanti resti di molluschi.			
	23,1	0,8		Sabbia limosa avana moderatamente addensata.			
23	23,9	0,8		Sabbia grigia da poco addensata a moderatamente addensata.			
	24,7	0,8		Sabbia limosa avana da poco addensata a moderatamente addensata con abbondanti resti di molluschi.			
25	25,7	1,0		Sabbia limosa avana addensata con abbondanti elementi pomicei a luoghi cementata.			
	26,0	0,3		Sabbia grigio-marrone sciolta con abbondanti elemeti pomicei e lapilli scoriacei e resti di molluschi.			
26	28,0	1,8		Sabbia grigio-marrone sciolta con abbondanti elemeti pomicei e lapilli scoriacei e resti di molluschi.			
	30,0	2,0		Sabbia grigio-marrone sciolta con abbondanti elemeti pomicei e lapilli scoriacei e resti di molluschi.			
31				Fine sondaggio			
32							

**STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO S2**

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

La profondità della falda nel sondaggio S2 è stata riscontrata ad 1.35 metri di profondità.

La prova penetrometrica dinamica pesante P2 è stata eseguita utilizzando un penetrometro dinamico TG63 della PAGANI.

Riferimento: 16-08																																																																																																																																																																																																																																																																					
<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b>										<b>n° 2</b>																																																																																																																																																																																																																																																											
<b>ELABORAZIONE STATISTICA</b>																																																																																																																																																																																																																																																																					
- indagine : Amministrazione comunale di Castelvolturno				- data : 21/03/2008				- quota inizio : Piano campagna																																																																																																																																																																																																																																																													
- cantiere : P.U.C.				- prof. falda : 1,35 m da quota inizio				- pagina : 1																																																																																																																																																																																																																																																													
- località : Via Del Cigno				- note : X=2432732,7914 Y=4546332,4425																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">n°</th> <th colspan="2" rowspan="2">Profondità (m)</th> <th rowspan="2">PARAMETRO</th> <th colspan="6">ELABORAZIONE STATISTICA</th> <th rowspan="2">VCA</th> <th rowspan="2"><math>\beta</math></th> <th rowspan="2">Nspt</th> </tr> <tr> <th>M</th> <th>min</th> <th>Max</th> <th><math>\frac{1}{2}(M+min)</math></th> <th>s</th> <th>M-s</th> <th>M+s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td rowspan="2">0,00</td> <td rowspan="2">0,80</td> <td>N</td> <td>4,0</td> <td>1</td> <td>7</td> <td>2,5</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>4</td> <td rowspan="2">1,49</td> <td rowspan="2">6</td> </tr> <tr> <td>Rpd</td> <td>41,2</td> <td>10</td> <td>74</td> <td>25,4</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2</td> <td rowspan="2">0,80</td> <td rowspan="2">8,40</td> <td>N</td> <td>1,9</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>1,4</td> <td>----</td> <td>1,1</td> <td>2,6</td> <td>2</td> <td rowspan="2">1,49</td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td>Rpd</td> <td>14,4</td> <td>6</td> <td>29</td> <td>10,2</td> <td>6,5</td> <td>7,9</td> <td>20,8</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">3</td> <td rowspan="2">8,40</td> <td rowspan="2">9,20</td> <td>N</td> <td>7,5</td> <td>5</td> <td>13</td> <td>6,3</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>8</td> <td rowspan="2">1,49</td> <td rowspan="2">12</td> </tr> <tr> <td>Rpd</td> <td>43,6</td> <td>29</td> <td>76</td> <td>36,4</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">4</td> <td rowspan="2">9,20</td> <td rowspan="2">13,40</td> <td>N</td> <td>4,0</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>3,5</td> <td>----</td> <td>3,4</td> <td>4,6</td> <td>4</td> <td rowspan="2">1,49</td> <td rowspan="2">6</td> </tr> <tr> <td>Rpd</td> <td>20,8</td> <td>16</td> <td>25</td> <td>18,3</td> <td>2,7</td> <td>18,0</td> <td>23,5</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">5</td> <td rowspan="2">13,40</td> <td rowspan="2">14,00</td> <td>N</td> <td>8,3</td> <td>7</td> <td>9</td> <td>7,7</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>8</td> <td rowspan="2">1,49</td> <td rowspan="2">12</td> </tr> <tr> <td>Rpd</td> <td>38,8</td> <td>33</td> <td>42</td> <td>35,7</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">6</td> <td rowspan="2">14,00</td> <td rowspan="2">18,40</td> <td>N</td> <td>5,7</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>4,8</td> <td>----</td> <td>4,8</td> <td>6,5</td> <td>6</td> <td rowspan="2">1,49</td> <td rowspan="2">9</td> </tr> <tr> <td>Rpd</td> <td>24,2</td> <td>18</td> <td>32</td> <td>21,1</td> <td>2,8</td> <td>21,4</td> <td>27,0</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">7</td> <td rowspan="2">18,40</td> <td rowspan="2">21,80</td> <td>N</td> <td>11,5</td> <td>8</td> <td>15</td> <td>9,7</td> <td>2,3</td> <td>9,1</td> <td>13,8</td> <td>12</td> <td rowspan="2">1,49</td> <td rowspan="2">18</td> </tr> <tr> <td>Rpd</td> <td>42,7</td> <td>31</td> <td>55</td> <td>36,9</td> <td>7,8</td> <td>34,9</td> <td>50,5</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">8</td> <td rowspan="2">21,80</td> <td rowspan="2">22,60</td> <td>N</td> <td>8,8</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>8,4</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>9</td> <td rowspan="2">1,49</td> <td rowspan="2">13</td> </tr> <tr> <td>Rpd</td> <td>30,7</td> <td>28</td> <td>32</td> <td>29,5</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">9</td> <td rowspan="2">22,60</td> <td rowspan="2">24,20</td> <td>N</td> <td>13,8</td> <td>10</td> <td>17</td> <td>11,9</td> <td>2,6</td> <td>11,1</td> <td>16,4</td> <td>14</td> <td rowspan="2">1,49</td> <td rowspan="2">21</td> </tr> <tr> <td>Rpd</td> <td>46,5</td> <td>34</td> <td>57</td> <td>40,4</td> <td>8,8</td> <td>37,8</td> <td>55,3</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">10</td> <td rowspan="2">24,20</td> <td rowspan="2">25,20</td> <td>N</td> <td>8,8</td> <td>7</td> <td>10</td> <td>7,9</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>9</td> <td rowspan="2">1,49</td> <td rowspan="2">13</td> </tr> <tr> <td>Rpd</td> <td>28,7</td> <td>23</td> <td>33</td> <td>25,7</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>----</td> <td>29</td> </tr> </tbody> </table>												n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s	1	0,00	0,80	N	4,0	1	7	2,5	----	----	----	4	1,49	6	Rpd	41,2	10	74	25,4	----	----	----	41	2	0,80	8,40	N	1,9	1	4	1,4	----	1,1	2,6	2	1,49	3	Rpd	14,4	6	29	10,2	6,5	7,9	20,8	15	3	8,40	9,20	N	7,5	5	13	6,3	----	----	----	8	1,49	12	Rpd	43,6	29	76	36,4	----	----	----	47	4	9,20	13,40	N	4,0	3	5	3,5	----	3,4	4,6	4	1,49	6	Rpd	20,8	16	25	18,3	2,7	18,0	23,5	21	5	13,40	14,00	N	8,3	7	9	7,7	----	----	----	8	1,49	12	Rpd	38,8	33	42	35,7	----	----	----	37	6	14,00	18,40	N	5,7	4	8	4,8	----	4,8	6,5	6	1,49	9	Rpd	24,2	18	32	21,1	2,8	21,4	27,0	26	7	18,40	21,80	N	11,5	8	15	9,7	2,3	9,1	13,8	12	1,49	18	Rpd	42,7	31	55	36,9	7,8	34,9	50,5	45	8	21,80	22,60	N	8,8	8	9	8,4	----	----	----	9	1,49	13	Rpd	30,7	28	32	29,5	----	----	----	31	9	22,60	24,20	N	13,8	10	17	11,9	2,6	11,1	16,4	14	1,49	21	Rpd	46,5	34	57	40,4	8,8	37,8	55,3	47	10	24,20	25,20	N	8,8	7	10	7,9	----	----	----	9	1,49	13	Rpd	28,7	23	33	25,7	----	----	----	29
n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$					Nspt																																																																																																																																																																																																																																																					
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s			M+s																																																																																																																																																																																																																																																									
1	0,00	0,80	N	4,0	1	7	2,5	----	----	----	4	1,49	6																																																																																																																																																																																																																																																								
			Rpd	41,2	10	74	25,4	----	----	----	41																																																																																																																																																																																																																																																										
2	0,80	8,40	N	1,9	1	4	1,4	----	1,1	2,6	2	1,49	3																																																																																																																																																																																																																																																								
			Rpd	14,4	6	29	10,2	6,5	7,9	20,8	15																																																																																																																																																																																																																																																										
3	8,40	9,20	N	7,5	5	13	6,3	----	----	----	8	1,49	12																																																																																																																																																																																																																																																								
			Rpd	43,6	29	76	36,4	----	----	----	47																																																																																																																																																																																																																																																										
4	9,20	13,40	N	4,0	3	5	3,5	----	3,4	4,6	4	1,49	6																																																																																																																																																																																																																																																								
			Rpd	20,8	16	25	18,3	2,7	18,0	23,5	21																																																																																																																																																																																																																																																										
5	13,40	14,00	N	8,3	7	9	7,7	----	----	----	8	1,49	12																																																																																																																																																																																																																																																								
			Rpd	38,8	33	42	35,7	----	----	----	37																																																																																																																																																																																																																																																										
6	14,00	18,40	N	5,7	4	8	4,8	----	4,8	6,5	6	1,49	9																																																																																																																																																																																																																																																								
			Rpd	24,2	18	32	21,1	2,8	21,4	27,0	26																																																																																																																																																																																																																																																										
7	18,40	21,80	N	11,5	8	15	9,7	2,3	9,1	13,8	12	1,49	18																																																																																																																																																																																																																																																								
			Rpd	42,7	31	55	36,9	7,8	34,9	50,5	45																																																																																																																																																																																																																																																										
8	21,80	22,60	N	8,8	8	9	8,4	----	----	----	9	1,49	13																																																																																																																																																																																																																																																								
			Rpd	30,7	28	32	29,5	----	----	----	31																																																																																																																																																																																																																																																										
9	22,60	24,20	N	13,8	10	17	11,9	2,6	11,1	16,4	14	1,49	21																																																																																																																																																																																																																																																								
			Rpd	46,5	34	57	40,4	8,8	37,8	55,3	47																																																																																																																																																																																																																																																										
10	24,20	25,20	N	8,8	7	10	7,9	----	----	----	9	1,49	13																																																																																																																																																																																																																																																								
			Rpd	28,7	23	33	25,7	----	----	----	29																																																																																																																																																																																																																																																										
<p>M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento <math>\delta = 20</math> cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  <math>\beta</math>: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico <math>\beta_t = 1,49</math>)    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento <math>\delta = 20</math> cm)</p>																																																																																																																																																																																																																																																																					
<b>Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI</b>																																																																																																																																																																																																																																																																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">n°</th> <th colspan="2" rowspan="2">Prof.(m)</th> <th rowspan="2">LITOLOGIA</th> <th rowspan="2">Nspt</th> <th colspan="5">NATURA GRANULARE</th> <th colspan="4">NATURA COESIVA</th> </tr> <tr> <th>DR</th> <th><math>\sigma'</math></th> <th>E'</th> <th>Ysat</th> <th>Yd</th> <th>Cu</th> <th>Ysat</th> <th>W</th> <th>e</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.00</td> <td>0.80</td> <td></td> <td>6</td> <td>21.7</td> <td>28.4</td> <td>238</td> <td>1.89</td> <td>1.43</td> <td>0.38</td> <td>1.85</td> <td>37</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.80</td> <td>8.40</td> <td></td> <td>3</td> <td>11.3</td> <td>27.2</td> <td>214</td> <td>1.86</td> <td>1.38</td> <td>0.19</td> <td>1.78</td> <td>44</td> <td>1.194</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8.40</td> <td>9.20</td> <td></td> <td>12</td> <td>38.0</td> <td>30.6</td> <td>284</td> <td>1.94</td> <td>1.52</td> <td>0.75</td> <td>1.92</td> <td>31</td> <td>0.842</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>9.20</td> <td>13.40</td> <td></td> <td>6</td> <td>21.7</td> <td>28.4</td> <td>238</td> <td>1.89</td> <td>1.43</td> <td>0.38</td> <td>1.85</td> <td>37</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>13.40</td> <td>14.00</td> <td></td> <td>12</td> <td>38.0</td> <td>30.6</td> <td>284</td> <td>1.94</td> <td>1.52</td> <td>0.75</td> <td>1.92</td> <td>31</td> <td>0.842</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>14.00</td> <td>18.40</td> <td></td> <td>9</td> <td>31.7</td> <td>29.6</td> <td>261</td> <td>1.92</td> <td>1.48</td> <td>0.56</td> <td>1.89</td> <td>34</td> <td>0.918</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>18.40</td> <td>21.80</td> <td></td> <td>18</td> <td>47.0</td> <td>32.4</td> <td>330</td> <td>1.98</td> <td>1.57</td> <td>1.13</td> <td>2.00</td> <td>26</td> <td>0.708</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>21.80</td> <td>22.60</td> <td></td> <td>13</td> <td>39.5</td> <td>30.9</td> <td>292</td> <td>1.95</td> <td>1.53</td> <td>0.81</td> <td>1.93</td> <td>30</td> <td>0.818</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>22.60</td> <td>24.20</td> <td></td> <td>21</td> <td>51.5</td> <td>33.3</td> <td>353</td> <td>2.00</td> <td>1.60</td> <td>1.31</td> <td>2.03</td> <td>24</td> <td>0.648</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>24.20</td> <td>25.20</td> <td></td> <td>13</td> <td>39.5</td> <td>30.9</td> <td>292</td> <td>1.95</td> <td>1.53</td> <td>0.81</td> <td>1.93</td> <td>30</td> <td>0.818</td> </tr> </tbody> </table>												n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA				DR	$\sigma'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e	1	0.00	0.80		6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000	2	0.80	8.40		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194	3	8.40	9.20		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842	4	9.20	13.40		6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000	5	13.40	14.00		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842	6	14.00	18.40		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918	7	18.40	21.80		18	47.0	32.4	330	1.98	1.57	1.13	2.00	26	0.708	8	21.80	22.60		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818	9	22.60	24.20		21	51.5	33.3	353	2.00	1.60	1.31	2.03	24	0.648	10	24.20	25.20		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818																																																																																							
n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA																																																																																																																																																																																																																																																											
					DR	$\sigma'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e																																																																																																																																																																																																																																																								
1	0.00	0.80		6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000																																																																																																																																																																																																																																																								
2	0.80	8.40		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194																																																																																																																																																																																																																																																								
3	8.40	9.20		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842																																																																																																																																																																																																																																																								
4	9.20	13.40		6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000																																																																																																																																																																																																																																																								
5	13.40	14.00		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842																																																																																																																																																																																																																																																								
6	14.00	18.40		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918																																																																																																																																																																																																																																																								
7	18.40	21.80		18	47.0	32.4	330	1.98	1.57	1.13	2.00	26	0.708																																																																																																																																																																																																																																																								
8	21.80	22.60		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818																																																																																																																																																																																																																																																								
9	22.60	24.20		21	51.5	33.3	353	2.00	1.60	1.31	2.03	24	0.648																																																																																																																																																																																																																																																								
10	24.20	25.20		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818																																																																																																																																																																																																																																																								
Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)																																																																																																																																																																																																																																																																					
DR % = densità relativa $\sigma'$ (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm <sup>2</sup> ) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm <sup>2</sup> ) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m <sup>3</sup> ) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno																																																																																																																																																																																																																																																																					

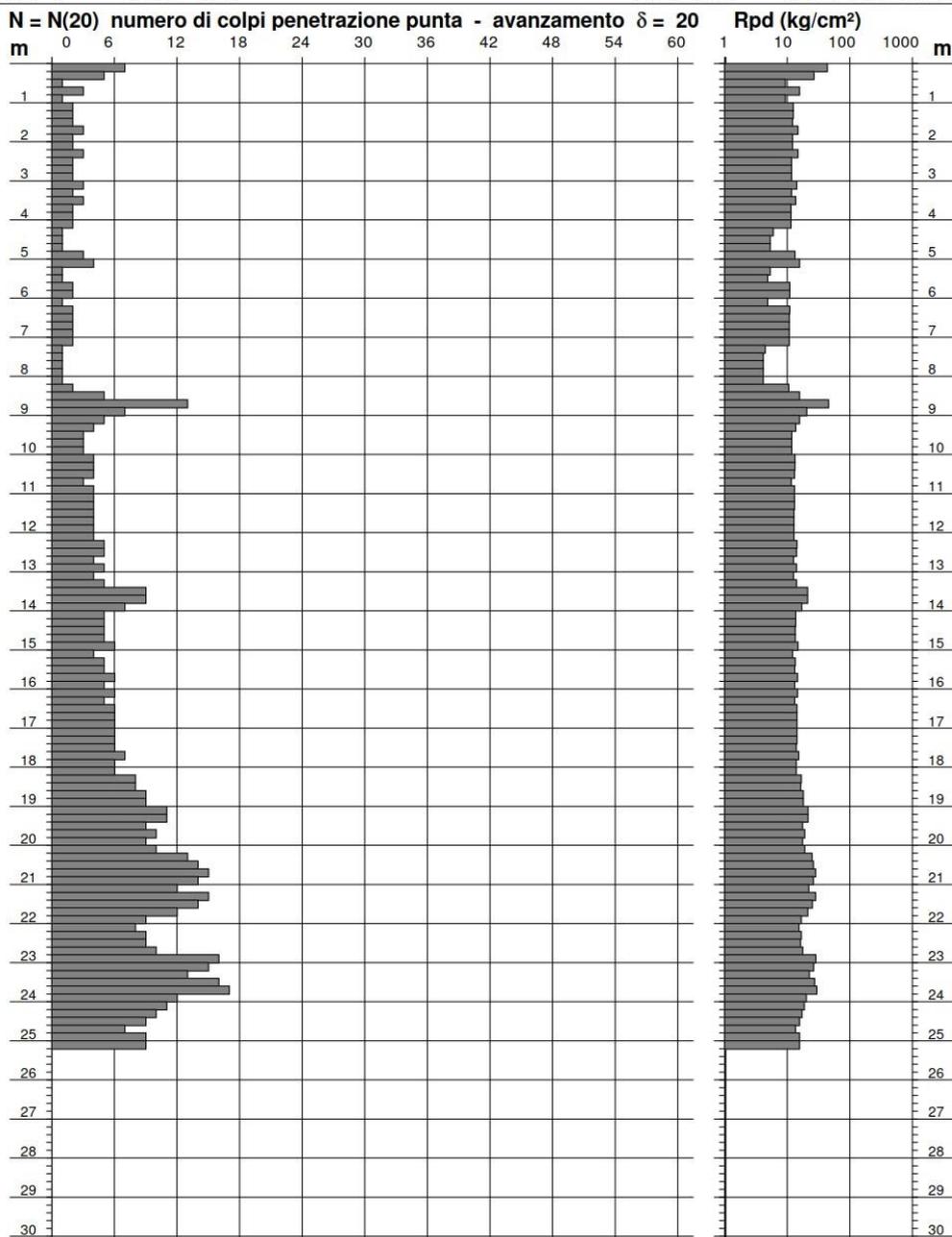
Riferimento: 16-08

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° 2

Scala 1: 150

- indagine :	Amministrazione comunale di Castelvolturmo	- data :	21/03/2008
- cantiere :	P.U.C.	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Via Del Cigno	- prof. falda :	1,35 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**  
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

**PROVE PENETROMETICHE DINAMICHE CONTINUE ESEGUITE**

Per la caratterizzazione geotecnica della porzione di terreno più direttamente interessato dalle opere in progetto sono state eseguite tre prove penetrometriche dinamiche continue successivamente elaborate con il software *Dynamic Probing* della Geostru software.

Queste prove, normate dall'Eurocodice 7, sono effettuate mediante infissione a percussione di una batteria di aste dotate di una punta di diametro 35.68 mm ed angolo di apertura 60°.

Il dispositivo di infissione della punta è costituito da un maglio avente massa pari a 30 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0,20 m e consiste nell'infiggere la punta conica nel terreno, per tratti consecutivi di 10 cm con aste della lunghezza di un metro, misurando il numero di colpi necessari all'avanzamento. Le prove sono state effettuate con penetrometro dinamico della ditta Pagani srl modello DMP-3020 (tipo ISSMFE) che può raggiungere anche profondità di 20-25 m. L'interpretazione dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche continue si basa sul raffronto con dati statistici, elaborati da un certo numero di prove eseguite in terreni coerenti (limi, argille) oppure incoerenti (ghiaie, sabbie), attraverso i quali è possibile effettuare una valutazione dei parametri di resistenza che può offrire il terreno in esame.

Le prove hanno permesso di ottenere informazioni sullo stato di consistenza del terreno in base al numero di colpi di un maglio per infissioni continue per tratti di 10 cm fino alla profondità di rifiuto strumentale.

Fatta questa premessa, necessaria ai fini della comprensione delle indagini penetrometriche, tenuto conto dei valori rilevati lungo ogni verticale d'indagine, le prove evidenziano terreni di fondazione con tratti variabili da privi di consistenza a bassa e moderata consistenza.

Per ulteriori valutazioni si riportano di seguito i tabulati delle prove penetrometriche dinamiche continue complete del numero di colpi, della resistenza dinamica e della caratterizzazione geotecnica dei singoli strati individuati.

I terreni sono coesivi del tipo argilloso-limoso con valori di  $N_{spt}$  variabili.



**PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE**

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

**PROVA ... Nr.1**

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI Prova eseguita in data 07/11/2023

Profondita' prova 10.00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	4	0.857	1.27	1.48	63.47	74.09
0.20	12	0.855	3.80	4.45	189.96	222.27
0.30	8	0.853	2.53	2.96	126.35	148.18
0.40	7	0.851	2.21	2.59	110.31	129.66
0.50	6	0.849	1.89	2.22	94.34	111.14
0.60	4	0.847	1.26	1.48	62.75	74.09
0.70	2	0.845	0.63	0.74	31.31	37.05
0.80	2	0.843	0.62	0.74	31.24	37.05
0.90	1	0.842	0.30	0.35	14.84	17.63
1.00	1	0.840	0.30	0.35	14.81	17.63
1.10	1	0.838	0.30	0.35	14.78	17.63
1.20	3	0.836	0.88	1.06	44.24	52.90
1.30	2	0.835	0.59	0.71	29.43	35.27
1.40	3	0.833	0.88	1.06	44.06	52.90
1.50	3	0.831	0.88	1.06	43.97	52.90
1.60	2	0.830	0.59	0.71	29.26	35.27
1.70	2	0.828	0.58	0.71	29.20	35.27
1.80	2	0.826	0.58	0.71	29.14	35.27
1.90	2	0.825	0.56	0.67	27.76	33.65
2.00	2	0.823	0.55	0.67	27.70	33.65
2.10	2	0.822	0.55	0.67	27.65	33.65
2.20	3	0.820	0.83	1.01	41.40	50.48
2.30	4	0.819	1.10	1.35	55.10	67.31
2.40	3	0.817	0.83	1.01	41.25	50.48
2.50	3	0.816	0.82	1.01	41.18	50.48
2.60	3	0.814	0.82	1.01	41.10	50.48
2.70	5	0.813	1.37	1.68	68.39	84.14
2.80	5	0.811	1.37	1.68	68.27	84.14
2.90	3	0.810	0.78	0.97	39.10	48.27
3.00	2	0.809	0.52	0.64	26.02	32.18
3.10	1	0.807	0.26	0.32	12.99	16.09
3.20	1	0.806	0.26	0.32	12.97	16.09
3.30	1	0.805	0.26	0.32	12.95	16.09
3.40	1	0.803	0.26	0.32	12.93	16.09
3.50	2	0.802	0.52	0.64	25.81	32.18
3.60	1	0.801	0.26	0.32	12.89	16.09
3.70	1	0.800	0.26	0.32	12.87	16.09
3.80	3	0.798	0.77	0.97	38.54	48.27
3.90	2	0.797	0.49	0.62	24.58	30.83
4.00	3	0.796	0.74	0.92	36.82	46.25
4.10	3	0.795	0.74	0.92	36.76	46.25
4.20	1	0.794	0.24	0.31	12.24	15.42
4.30	1	0.793	0.24	0.31	12.22	15.42
4.40	4	0.791	0.98	1.23	48.80	61.67
4.50	2	0.790	0.49	0.62	24.37	30.83
4.60	2	0.789	0.49	0.62	24.33	30.83
4.70	4	0.788	0.97	1.23	48.60	61.67
4.80	7	0.787	1.70	2.16	84.94	107.92
4.90	7	0.786	1.63	2.07	81.41	103.57
5.00	11	0.785	2.56	3.26	127.77	162.76
5.10	12	0.784	2.78	3.55	139.20	177.56
5.20	9	0.783	2.09	2.66	104.27	133.17
5.30	7	0.782	1.62	2.07	81.00	103.57

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

5.40	8	0.781	1.85	2.37	92.45	118.37
5.50	9	0.780	2.08	2.66	103.88	133.17
5.60	11	0.779	2.54	3.26	126.81	162.76
5.70	13	0.728	2.80	3.85	140.07	192.35
5.80	9	0.777	2.07	2.66	103.51	133.17
5.90	10	0.776	2.21	2.84	110.43	142.24
6.00	8	0.775	1.76	2.28	88.24	113.79
6.10	6	0.775	1.32	1.71	66.11	85.34
6.20	6	0.774	1.32	1.71	66.03	85.34
6.30	6	0.773	1.32	1.71	65.96	85.34
6.40	10	0.772	2.20	2.84	109.81	142.24
6.50	12	0.771	2.63	3.41	131.63	170.69
6.60	12	0.770	2.63	3.41	131.49	170.69
6.70	7	0.770	1.53	1.99	76.62	99.57
6.80	7	0.769	1.53	1.99	76.54	99.57
6.90	6	0.768	1.26	1.64	63.10	82.17
7.00	6	0.767	1.26	1.64	63.04	82.17
7.10	5	0.766	1.05	1.37	52.48	68.47
7.20	8	0.766	1.68	2.19	83.88	109.55
7.30	15	0.715	2.94	4.11	146.85	205.41
7.40	14	0.714	2.74	3.83	136.92	191.72
7.50	10	0.763	2.09	2.74	104.55	136.94
7.60	6	0.763	1.25	1.64	62.67	82.17
7.70	6	0.762	1.25	1.64	62.61	82.17
7.80	7	0.761	1.46	1.92	72.98	95.86
7.90	10	0.761	2.01	2.64	100.42	132.03
8.00	17	0.710	3.19	4.49	159.34	224.45
8.10	20	0.709	3.75	5.28	187.28	264.05
8.20	15	0.709	2.81	3.96	140.32	198.04
8.30	13	0.708	2.43	3.43	121.50	171.63
8.40	10	0.757	2.00	2.64	99.98	132.03
8.50	11	0.757	2.20	2.90	109.88	145.23
8.60	12	0.756	2.40	3.17	119.77	158.43
8.70	9	0.755	1.80	2.38	89.75	118.82
8.80	10	0.755	1.99	2.64	99.64	132.03
8.90	17	0.704	3.05	4.33	152.55	216.67
9.00	17	0.703	3.05	4.33	152.42	216.67
9.10	18	0.703	3.23	4.59	161.25	229.41
9.20	20	0.702	3.58	5.10	179.01	254.90
9.30	21	0.652	3.49	5.35	174.42	267.65
9.40	18	0.701	3.22	4.59	160.84	229.41
9.50	17	0.701	3.04	4.33	151.78	216.67
9.60	15	0.700	2.68	3.82	133.81	191.18
9.70	13	0.699	2.32	3.31	115.88	165.69
9.80	9	0.749	1.72	2.29	85.89	114.71
9.90	12	0.748	2.21	2.96	110.61	147.82
10.00	13	0.698	2.23	3.20	111.73	160.14

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - argilla torbosa	2	4.80	12.26	24.52	0.00 - 14.71	8.04	18.93	30.30	17.95	57.37	9.81	0.00	24.52
[2] - qrgilla	10	10.00	66.19	122.58	49.03 - 98.07	39.23	96.20	90.32	86.79	117.68	49.03	37.17	122.58

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - argilla torbosa	2	4.80	0.90	2.94	2.18	2.45
[2] - qrgilla	10	10.00	4.50	--	10.18	12.26

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - argilla torbosa	2	4.80	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] - qrgilla	10	10.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unita' di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m³)
[1] - argilla torbosa	2	4.80	Meyerhof	15.30
[2] - qrgilla	10	10.00	Meyerhof	19.32

**Peso unita' di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)
[1] - argilla torbosa	2	4.80	Meyerhof	18.14
[2] - qrgilla	10	10.00	Meyerhof	21.28

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE P<sub>N</sub> 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

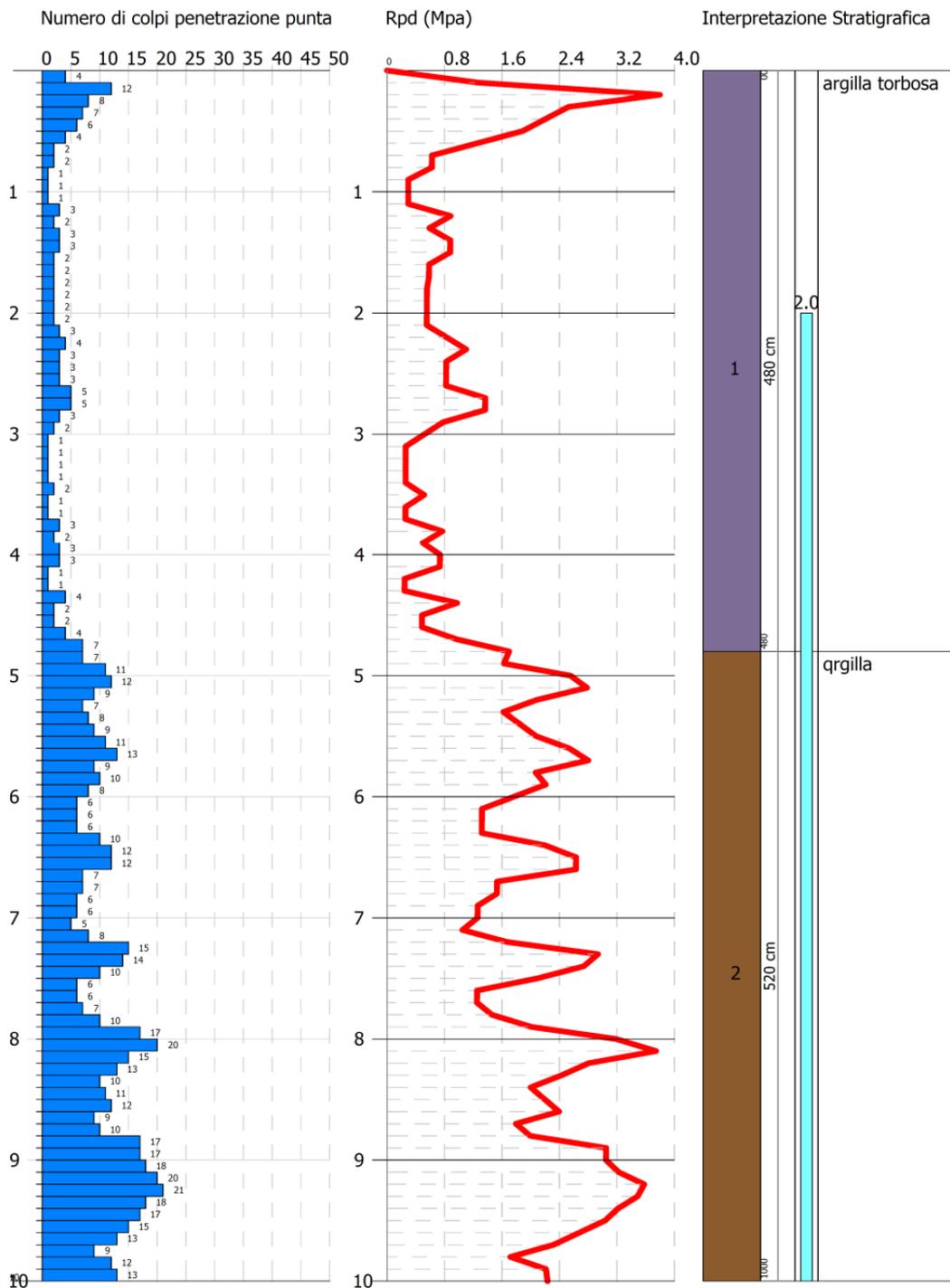
GEOSTRU

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:  
Descrizione:  
Localita':

07/11/2023

Scala 1:47



**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

**PROVA ... Nr.2**

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI Prova eseguita in data 07/11/2023

Profondita' prova 9.80 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	6	0.857	1.90	2.22	95.20	111.14
0.20	5	0.855	1.58	1.85	79.15	92.61
0.30	8	0.853	2.53	2.96	126.35	148.18
0.40	6	0.851	1.89	2.22	94.55	111.14
0.50	4	0.849	1.26	1.48	62.89	74.09
0.60	3	0.847	0.94	1.11	47.07	55.57
0.70	2	0.845	0.63	0.74	31.31	37.05
0.80	2	0.843	0.62	0.74	31.24	37.05
0.90	2	0.842	0.59	0.71	29.68	35.27
1.00	3	0.840	0.89	1.06	44.43	52.90
1.10	3	0.838	0.89	1.06	44.33	52.90
1.20	2	0.836	0.59	0.71	29.49	35.27
1.30	2	0.835	0.59	0.71	29.43	35.27
1.40	2	0.833	0.59	0.71	29.37	35.27
1.50	2	0.831	0.59	0.71	29.32	35.27
1.60	1	0.830	0.29	0.35	14.63	17.63
1.70	2	0.828	0.58	0.71	29.20	35.27
1.80	1	0.826	0.29	0.35	14.57	17.63
1.90	1	0.825	0.28	0.34	13.88	16.83
2.00	1	0.823	0.28	0.34	13.85	16.83
2.10	2	0.822	0.55	0.67	27.65	33.65
2.20	2	0.820	0.55	0.67	27.60	33.65
2.30	3	0.819	0.83	1.01	41.33	50.48
2.40	3	0.817	0.83	1.01	41.25	50.48
2.50	2	0.816	0.55	0.67	27.45	33.65
2.60	2	0.814	0.55	0.67	27.40	33.65
2.70	5	0.813	1.37	1.68	68.39	84.14
2.80	2	0.811	0.55	0.67	27.31	33.65
2.90	3	0.810	0.78	0.97	39.10	48.27
3.00	3	0.809	0.78	0.97	39.04	48.27
3.10	3	0.807	0.78	0.97	38.97	48.27
3.20	3	0.806	0.78	0.97	38.91	48.27
3.30	7	0.805	1.81	2.25	90.64	112.64
3.40	14	0.753	3.39	4.51	169.72	225.28
3.50	16	0.752	3.87	5.15	193.64	257.46
3.60	19	0.751	4.59	6.11	229.57	305.73
3.70	24	0.700	5.40	7.72	270.19	386.19
3.80	14	0.748	3.37	4.51	168.60	225.28
3.90	3	0.797	0.74	0.92	36.87	46.25
4.00	2	0.796	0.49	0.62	24.54	30.83
4.10	2	0.795	0.49	0.62	24.51	30.83
4.20	3	0.794	0.73	0.92	36.71	46.25
4.30	2	0.793	0.49	0.62	24.44	30.83
4.40	1	0.791	0.24	0.31	12.20	15.42
4.50	2	0.790	0.49	0.62	24.37	30.83
4.60	4	0.789	0.97	1.23	48.67	61.67
4.70	5	0.788	1.22	1.54	60.75	77.08
4.80	4	0.787	0.97	1.23	48.54	61.67
4.90	3	0.786	0.70	0.89	34.89	44.39
5.00	4	0.785	0.93	1.18	46.46	59.19
5.10	4	0.784	0.93	1.18	46.40	59.19
5.20	5	0.783	1.16	1.48	57.93	73.98
5.30	4	0.782	0.93	1.18	46.28	59.19

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

5.40	4	0.781	0.92	1.18	46.23	59.19
5.50	4	0.780	0.92	1.18	46.17	59.19
5.60	4	0.779	0.92	1.18	46.11	59.19
5.70	5	0.778	1.15	1.48	57.57	73.98
5.80	4	0.777	0.92	1.18	46.00	59.19
5.90	4	0.776	0.88	1.14	44.17	56.90
6.00	4	0.775	0.88	1.14	44.12	56.90
6.10	3	0.775	0.66	0.85	33.05	42.67
6.20	4	0.774	0.88	1.14	44.02	56.90
6.30	4	0.773	0.88	1.14	43.97	56.90
6.40	4	0.772	0.88	1.14	43.92	56.90
6.50	12	0.771	2.63	3.41	131.63	170.69
6.60	26	0.670	4.96	7.40	247.91	369.82
6.70	20	0.720	4.09	5.69	204.70	284.48
6.80	9	0.769	1.97	2.56	98.41	128.02
6.90	16	0.718	3.15	4.38	157.31	219.11
7.00	27	0.667	4.93	7.39	246.68	369.75
7.10	24	0.666	4.38	6.57	219.02	328.66
7.20	10	0.766	2.10	2.74	104.85	136.94
7.30	7	0.765	1.47	1.92	73.32	95.86
7.40	5	0.764	1.05	1.37	52.32	68.47
7.50	4	0.763	0.84	1.10	41.82	54.78
7.60	4	0.763	0.84	1.10	41.78	54.78
7.70	4	0.762	0.83	1.10	41.74	54.78
7.80	4	0.761	0.83	1.10	41.70	54.78
7.90	4	0.761	0.80	1.06	40.17	52.81
8.00	4	0.760	0.80	1.06	40.13	52.81
8.10	4	0.759	0.80	1.06	40.10	52.81
8.20	3	0.759	0.60	0.79	30.05	39.61
8.30	3	0.758	0.60	0.79	30.02	39.61
8.40	4	0.757	0.80	1.06	39.99	52.81
8.50	3	0.757	0.60	0.79	29.97	39.61
8.60	4	0.756	0.80	1.06	39.92	52.81
8.70	5	0.755	1.00	1.32	49.86	66.01
8.80	6	0.755	1.20	1.58	59.79	79.22
8.90	7	0.754	1.35	1.78	67.28	89.22
9.00	5	0.753	0.96	1.27	48.02	63.73
9.10	4	0.753	0.77	1.02	38.38	50.98
9.20	5	0.752	0.96	1.27	47.94	63.73
9.30	3	0.752	0.57	0.76	28.74	38.24
9.40	4	0.751	0.77	1.02	38.29	50.98
9.50	4	0.751	0.77	1.02	38.26	50.98
9.60	4	0.750	0.76	1.02	38.23	50.98
9.70	6	0.749	1.15	1.53	57.31	76.47
9.80	7	0.749	1.34	1.78	66.81	89.22

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - argilla torbosa	2	3.20	12.26	24.52	0.00 - 14.71	8.04	18.93	30.01	17.95	57.37	9.81	0.10	24.52
[2] - limo argilloso	13	3.80	86.00	159.36	49.03 - 98.07	50.50	125.53	151.22	111.40	142.29	63.74	173.38	159.36
[3] -	3	6.40	18.44	36.77	14.71 -	12.06	28.44	31.48	26.77	64.53	14.71	0.00	36.77

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

argilla torbosa					24.52								
[4] - limo	15	7.20	99.34	183.87	49.03 - 98.07	57.96	145.04	150.63	127.49	159.36	73.55	158.28	183.87
[5] - argilla	4	9.80	24.52	49.03	14.71 - 24.52	15.98	38.05	35.40	35.60	71.69	19.61	0.00	49.03

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - argilla torbosa	2	3.20	0.90	2.94	2.18	2.45
[2] - limo argilloso	13	3.80	5.85	--	13.18	12.75
[3] - argilla torbosa	3	6.40	1.35	4.41	3.18	3.68
[4] - limo	15	7.20	6.75	--	15.18	14.71
[5] - argilla	4	9.80	1.80	5.88	4.18	4.90

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - argilla torbosa	2	3.20	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] - limo argilloso	13	3.80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - argilla torbosa	3	6.40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[4] - limo	15	7.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[5] - argilla	4	9.80	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

**Peso unita' di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] - argilla torbosa	2	3.20	Meyerhof	15.30
[2] - limo argilloso	13	3.80	Meyerhof	20.01
[3] - argilla torbosa	3	6.40	Meyerhof	15.98
[4] - limo	15	7.20	Meyerhof	20.30
[5] - argilla	4	9.80	Meyerhof	16.67

**Peso unita' di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] - argilla torbosa	2	3.20	Meyerhof	18.14
[2] - limo argilloso	13	3.80	Meyerhof	21.97
[3] - argilla torbosa	3	6.40	Meyerhof	18.24
[4] - limo	15	7.20	Meyerhof	22.36
[5] - argilla	4	9.80	Meyerhof	18.34

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE P<sub>N</sub> 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

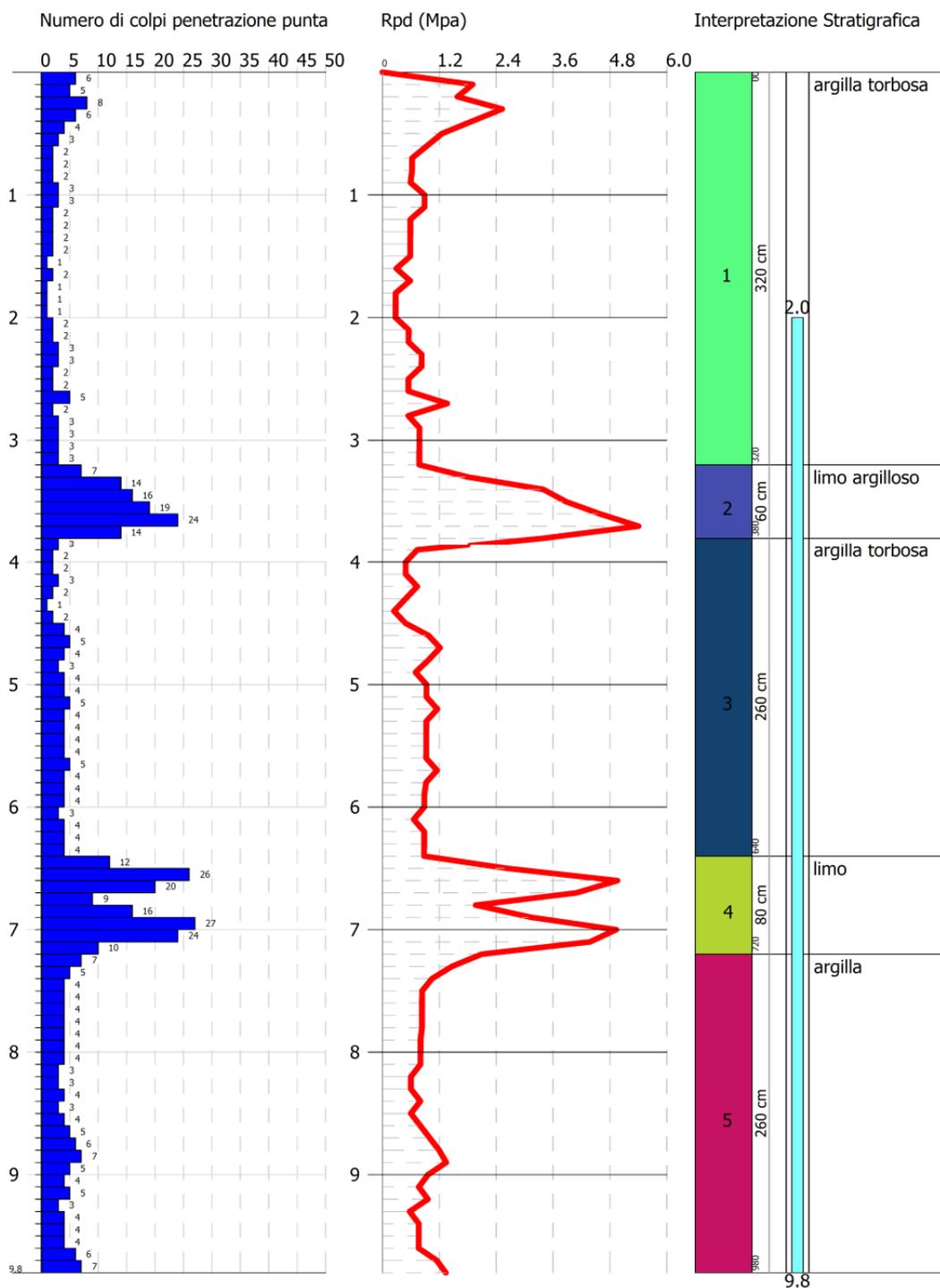
GEOSTRU

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:  
Descrizione:  
Localita':

07/11/2023

Scala 1:46



**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

**PROVA ... Nr.3**

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI Prova eseguita in data 07/11/2023

Profondita' prova 10.00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	3	0.857	0.95	1.11	47.60	55.57
0.20	10	0.855	3.17	3.70	158.30	185.23
0.30	11	0.853	3.47	4.07	173.73	203.75
0.40	15	0.801	4.45	5.56	222.48	277.84
0.50	11	0.849	3.46	4.07	172.96	203.75
0.60	8	0.847	2.51	2.96	125.51	148.18
0.70	5	0.845	1.57	1.85	78.27	92.61
0.80	5	0.843	1.56	1.85	78.10	92.61
0.90	5	0.842	1.48	1.76	74.20	88.17
1.00	5	0.840	1.48	1.76	74.04	88.17
1.10	4	0.838	1.18	1.41	59.11	70.54
1.20	4	0.836	1.18	1.41	58.99	70.54
1.30	3	0.835	0.88	1.06	44.15	52.90
1.40	4	0.833	1.17	1.41	58.75	70.54
1.50	4	0.831	1.17	1.41	58.63	70.54
1.60	4	0.830	1.17	1.41	58.51	70.54
1.70	4	0.828	1.17	1.41	58.40	70.54
1.80	4	0.826	1.17	1.41	58.29	70.54
1.90	3	0.825	0.83	1.01	41.64	50.48
2.00	4	0.823	1.11	1.35	55.41	67.31
2.10	3	0.822	0.83	1.01	41.48	50.48
2.20	3	0.820	0.83	1.01	41.40	50.48
2.30	3	0.819	0.83	1.01	41.33	50.48
2.40	2	0.817	0.55	0.67	27.50	33.65
2.50	3	0.816	0.82	1.01	41.18	50.48
2.60	3	0.814	0.82	1.01	41.10	50.48
2.70	4	0.813	1.09	1.35	54.71	67.31
2.80	3	0.811	0.82	1.01	40.96	50.48
2.90	3	0.810	0.78	0.97	39.10	48.27
3.00	1	0.809	0.26	0.32	13.01	16.09
3.10	1	0.807	0.26	0.32	12.99	16.09
3.20	1	0.806	0.26	0.32	12.97	16.09
3.30	1	0.805	0.26	0.32	12.95	16.09
3.40	1	0.803	0.26	0.32	12.93	16.09
3.50	1	0.802	0.26	0.32	12.91	16.09
3.60	1	0.801	0.26	0.32	12.89	16.09
3.70	1	0.800	0.26	0.32	12.87	16.09
3.80	1	0.798	0.26	0.32	12.85	16.09
3.90	1	0.797	0.25	0.31	12.29	15.42
4.00	1	0.796	0.25	0.31	12.27	15.42
4.10	1	0.795	0.25	0.31	12.25	15.42
4.20	4	0.794	0.98	1.23	48.94	61.67
4.30	9	0.793	2.20	2.77	109.97	138.75
4.40	3	0.791	0.73	0.92	36.60	46.25
4.50	1	0.790	0.24	0.31	12.18	15.42
4.60	2	0.789	0.49	0.62	24.33	30.83
4.70	1	0.788	0.24	0.31	12.15	15.42
4.80	3	0.787	0.73	0.92	36.40	46.25
4.90	3	0.786	0.70	0.89	34.89	44.39
5.00	3	0.785	0.70	0.89	34.85	44.39
5.10	5	0.784	1.16	1.48	58.00	73.98
5.20	3	0.783	0.70	0.89	34.76	44.39
5.30	5	0.782	1.16	1.48	57.85	73.98

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

5.40	4	0.781	0.92	1.18	46.23	59.19
5.50	4	0.780	0.92	1.18	46.17	59.19
5.60	5	0.779	1.15	1.48	57.64	73.98
5.70	5	0.778	1.15	1.48	57.57	73.98
5.80	4	0.777	0.92	1.18	46.00	59.19
5.90	4	0.776	0.88	1.14	44.17	56.90
6.00	5	0.775	1.10	1.42	55.15	71.12
6.10	2	0.775	0.44	0.57	22.04	28.45
6.20	2	0.774	0.44	0.57	22.01	28.45
6.30	2	0.773	0.44	0.57	21.99	28.45
6.40	2	0.772	0.44	0.57	21.96	28.45
6.50	2	0.771	0.44	0.57	21.94	28.45
6.60	1	0.770	0.22	0.28	10.96	14.22
6.70	1	0.770	0.22	0.28	10.95	14.22
6.80	1	0.769	0.22	0.28	10.93	14.22
6.90	1	0.768	0.21	0.27	10.52	13.69
7.00	3	0.767	0.63	0.82	31.52	41.08
7.10	4	0.766	0.84	1.10	41.98	54.78
7.20	3	0.766	0.63	0.82	31.45	41.08
7.30	4	0.765	0.84	1.10	41.90	54.78
7.40	4	0.764	0.84	1.10	41.86	54.78
7.50	3	0.763	0.63	0.82	31.36	41.08
7.60	3	0.763	0.63	0.82	31.33	41.08
7.70	3	0.762	0.63	0.82	31.30	41.08
7.80	3	0.761	0.63	0.82	31.28	41.08
7.90	3	0.761	0.60	0.79	30.13	39.61
8.00	3	0.760	0.60	0.79	30.10	39.61
8.10	4	0.759	0.80	1.06	40.10	52.81
8.20	5	0.759	1.00	1.32	50.08	66.01
8.30	5	0.758	1.00	1.32	50.03	66.01
8.40	4	0.757	0.80	1.06	39.99	52.81
8.50	4	0.757	0.80	1.06	39.96	52.81
8.60	5	0.756	1.00	1.32	49.90	66.01
8.70	4	0.755	0.80	1.06	39.89	52.81
8.80	4	0.755	0.80	1.06	39.86	52.81
8.90	5	0.754	0.96	1.27	48.06	63.73
9.00	5	0.753	0.96	1.27	48.02	63.73
9.10	4	0.753	0.77	1.02	38.38	50.98
9.20	6	0.752	1.15	1.53	57.53	76.47
9.30	6	0.752	1.15	1.53	57.48	76.47
9.40	7	0.751	1.34	1.78	67.01	89.22
9.50	5	0.751	0.96	1.27	47.83	63.73
9.60	7	0.750	1.34	1.78	66.91	89.22
9.70	7	0.749	1.34	1.78	66.86	89.22
9.80	6	0.749	1.15	1.53	57.26	76.47
9.90	7	0.748	1.29	1.72	64.52	86.23
10.00	8	0.748	1.47	1.97	73.68	98.55

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUND A (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - argilla torbosa	4	2.90	24.52	49.03	14.71 - 24.52	15.98	38.05	52.76	35.60	71.69	19.61	35.50	49.03
[2] - torba	1	4.10	6.08	12.26	0.00 - 14.71	4.02	9.32	9.61	9.02	50.41	4.90	0.00	12.26
[3] - argilla torbosa	3	8.00	18.44	36.77	14.71 - 24.52	12.06	28.44	27.26	26.77	64.53	14.71	0.00	36.77
[4] - argilla	5	10.00	30.60	61.29	24.52 - 49.03	19.91	47.76	41.68	44.33	79.04	24.52	0.00	61.29

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - argilla torbosa	4	2.90	1.80	5.88	4.18	4.90
[2] - torba	1	4.10	0.45	1.47	1.18	1.23
[3] - argilla torbosa	3	8.00	1.35	4.41	3.18	3.68
[4] - argilla	5	10.00	2.25	7.35	5.18	6.13

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - argilla torbosa	4	2.90	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - torba	1	4.10	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[3] - argilla torbosa	3	8.00	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[4] - argilla	5	10.00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

**Peso unita' di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m³)
[1] - argilla torbosa	4	2.90	Meyerhof	16.67
[2] - torba	1	4.10	Meyerhof	14.51
[3] - argilla torbosa	3	8.00	Meyerhof	15.98
[4] - argilla	5	10.00	Meyerhof	17.26

**Peso unita' di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)
[1] - argilla torbosa	4	2.90	Meyerhof	18.34
[2] - torba	1	4.10	Meyerhof	18.04
[3] - argilla torbosa	3	8.00	Meyerhof	18.24
[4] - argilla	5	10.00	Meyerhof	18.44

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

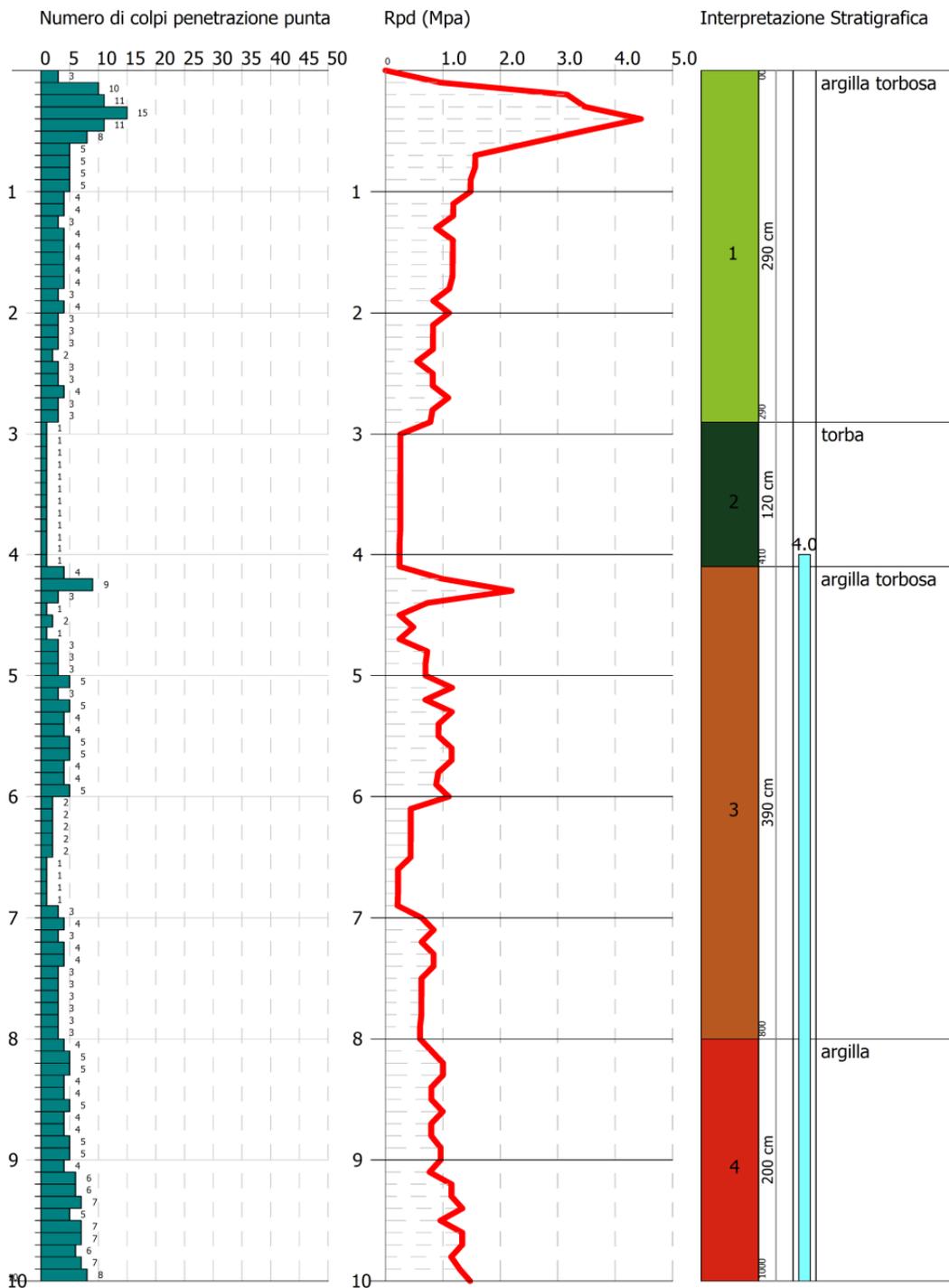
GEOSTRU

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:  
Descrizione:  
Localita':

07/11/2023

Scala 1:47



### **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI**

I dati acquisiti hanno consentito di definire un modello geologico per il sottosuolo, rispetto al quale possono essere verificate le diverse soluzioni progettuali.

Per l'area di interesse risulta che il sottosuolo è costituito da litologie argillose e limose a tratti con livelli torbosi.

In tabella seguente si riportano i parametri fisici e meccanici medi attribuibili ai terreni diagnosticati ricavati in condizioni a breve termine:

<b>Profondità</b>	<b>litologia</b>	<b><math>\gamma_n</math> (KN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cu (KPa)</b>	<b><math>\Phi</math> (°)</b>
0.00-15.00 m	argille e limi argillosi DEPOSITI FLUVIO-PALUSTRI	17	50	23

*Con  $\gamma_n$  Peso di volume naturale, Cu coesione non drenata e  $\phi$  coefficiente dell'angolo di resistenza al taglio.*

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio  $\Phi$  è stato ricavato dalle indagini consultate eseguite nello stesso areale a corredo del PUC di Castel Volturno.

## **INDAGINI SISMICHE ESEGUITE**

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame sono state effettuate acquisizioni sismiche con metodologia MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio.

Le prospezioni sismiche costituiscono il più diffuso tra i rilievi geofisici a scopo ingegneristico. Esse si riferiscono a tutte quelle prospezioni di carattere geofisico che osservano il comportamento di *onde di tipo meccanico* all'interno di mezzi materiali.

Queste onde possono avere una duplice natura e nello specifico possono essere generate artificialmente a mezzo di energizzatori specifici o possono essere naturali; in funzione della

Tipologia di sorgente si compie la distinzione in *sismica attiva* e *sismica passiva*. Indipendentemente dalla tipologia di sorgente utilizzata, che tuttavia condiziona di fatto il tipo di segnale sismico e conseguentemente l'analisi del dato, ciò che accade è che l'onda meccanica attraversando uno o più mezzi fisici si modifica acquisendone e registrandone le caratteristiche meccaniche e geometriche e pertanto divenendo a tutti gli effetti specifica del mezzo attraversato.

Questa metodologia è riconosciuta nella pratica scientifico-applicativa come una attendibile procedura per la valutazione della  $V_{S(eq)}$  in alternativa o in aggiunta ad altre tecniche di misura più costose.

Nel loro insieme, le procedure e le classificazioni adottate sono state eseguite in accordo alle DECRETO 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni” pubblicate su supplemento ordinario alla “Gazzetta Ufficiale,, n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale.

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ).

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

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

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;  $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;  $N$

numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Ciò permette una corretta progettazione strutturale in relazione alle condizioni di sito specifiche garantendo un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni.

Lo scopo dell'indagine MASW è stato quello di definire il profilo verticale della  $V_s$  (velocità di propagazione delle onde di taglio) e di classificare i terreni sulla base del valore della  $V_{seq}$ .

Ai sensi del Decreto 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" si ha la seguente classificazione (Tab. 3.2.II):

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<b>C</b>	Depositati 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 di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
<b>D</b>	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento della proprietà meccaniche con la profondità e da valori di di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
<b>E</b>	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

**CATEGORIE DI SOTTOSUOLO AI SENSI DEL DM 17/01/2018**

## **GENERALITÀ SULLA METODOLOGIA MASW**

Il termine MASW è l'acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie).

La MASW classica/standard consiste nella registrazione della propagazione delle onde di Rayleigh.

Più in dettaglio, le onde di Rayleigh vengono generate da una sorgente ad impatto verticale (in genere mediante massa battente del peso di 12 Kg su piastra in alluminio) o da un cannoncino sismico e vengono poi registrate tramite geofoni a componente verticale a frequenza propria di 4.5Hz.

Più specificatamente si analizza la dispersione delle onde di superficie sapendo che frequenze diverse e quindi lunghezze d'onda diverse -viaggiano a velocità diversa.

Va precisato, inoltre, che l'elaborazione non ha goduto di correlazione con dati diretti profondi ma solo di informazioni geologiche di superficie, quindi tutte le associazioni a mezzi litologici di seguito esposte sono condotte sulla base di informazioni geologiche di massima e pertanto sono passibili di errore.

Più in dettaglio è doveroso precisare che le associazioni ai mezzi litologici contenute nel report geofisico non essendo frutto di correlazione con dati diretti profondi, bensì di informazioni geologiche di superficie, sono passibili di errore e vanno intese come indicative e non esaustive della litostratigrafia geologia del sottosuolo.

Inoltre bisogna aggiungere che questa metodica, come tutte le prove indirette (rifrazione, geoelettrica, georadar, gravimetria ecc.), ricostruisce il modello del sottosuolo tramite processi di inversione matematica che cercano la “soluzione migliore” in grado di spiegare il dato registrato, quindi, per loro stessa natura, soprattutto quando la qualità del segnale non è ottimale (il che accade nella quasi totalità della pratiche di campagna), a parità di segnale verificano anche più modelli (non univocità della soluzione), ovvero a modelli

diversi possono corrispondere curve di dispersione pressoché uguali (profili equivalenti) da qui la necessità di tarare il dato geofisico con informazioni dirette.

A ciò va comunque aggiunto che il parametro  $V_{s,eq}$  misurato con la prospezione Masw resta piuttosto stabile, infatti, i diversi modelli che hanno simile curva di dispersione del modo fondamentale producono analogo valore della  $V_{s,eq}$ .

Inoltre nell'interpretazione dei dati è opportuno ricordare quanto segue:

un orizzonte litologico non sempre coincide con quello rilevato attraverso profili sismici, in quanto la velocità di propagazione di un impulso sismico può variare nell'ambito dello stesso litotipo per differenze dovute a presenza di fratture, diverso grado di porosità, diverso grado di compattazione ecc., ovvero in base alle caratteristiche elastiche;

la tecnica di rilevamento Masw non fornisce una sezione di velocità bensì una verticale di velocità  $V_s$ , in coincidenza del centro dello stendimento sismico;

la massima profondità raggiungibile con tale metodica dipende da più fattori:

*A) profilo di  $V_s$  del terreno (spessori, rigidità strati, densità)*

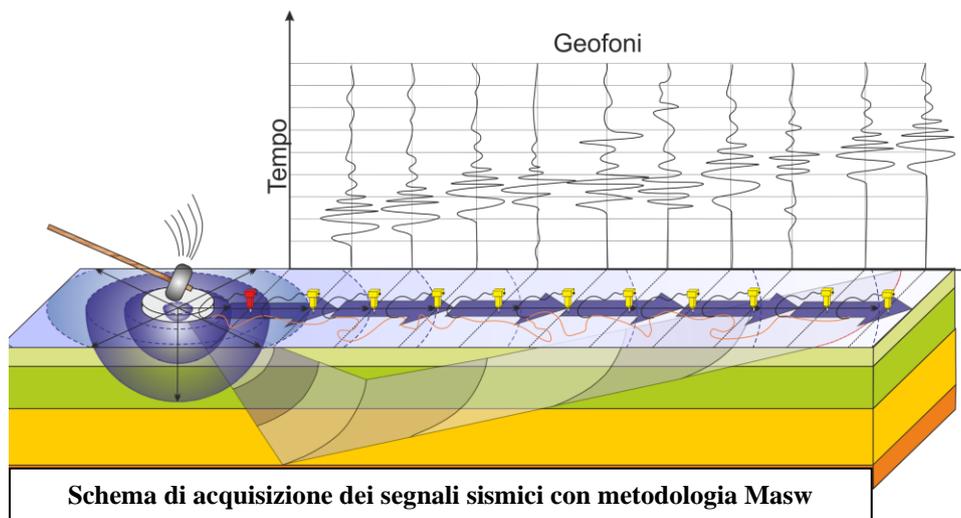
*B) spettro della sorgente (cioè la sorgente energizzante)*

*C) lunghezza dello stendimento.*

La tecnica di rilevamento masw fornisce il valore della  $V_{s,eq}$  a partire dal piano campagna e non dal piano fondazione così come previsto e richiesto dalla normativa vigente pertanto un più corretto e rappresentativo valore di  $V_s$  è possibile solo nel momento in cui allo scrivente viene indicata una profondità di riferimento precisa (piano di posa delle fondazioni) e comunque in presenza di un modello geologico del sottosuolo quanto più possibile dettagliato e reale.

**ACQUISIZIONE DEI DATI**

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz.



**Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodologia Masw**

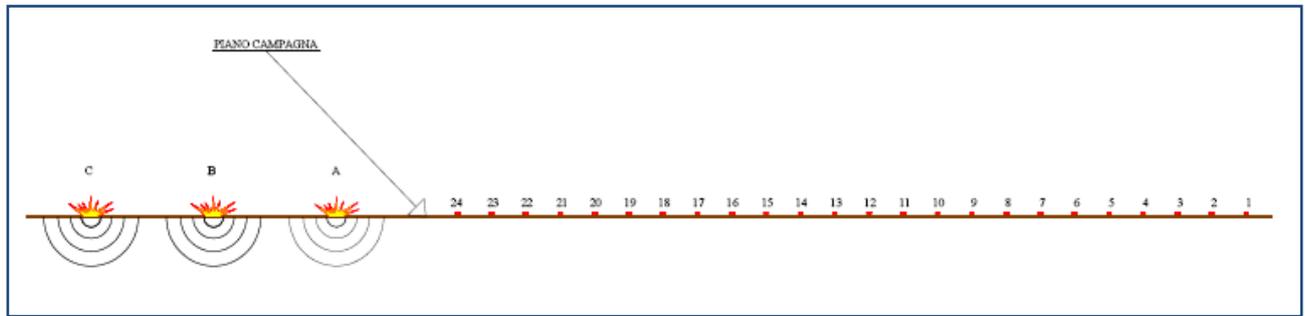
L'attrezzatura è completata da due cavi sismici a 12 takes out spaziatati di 5 m, con connettore cannon, montato su bobina, geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, geofono trigger montato a breve distanza dalla massa battente del peso di 10 kg.

Le acquisizioni della masw sono state svolte secondo la seguente geometria:

<b>STENDIMENTO SISMICO</b>	<b>N. CANALI</b>	<b>DISTANZA INTERGEOFONICA</b>	<b>LUNGHEZZA BASE SISMICA</b>	<b>TIPO DI ONDE SISMICHE</b>	<b>TIPO DI SUOLO DI FONDAZIONE</b>
<i>MASW 1</i>	<i>24</i>	<i>2 m</i>	<i>48 m</i>	<i>Rayleigh</i>	<i>D</i>
<i>MASW 2</i>	<i>12</i>	<i>4 m</i>	<i>48 m</i>	<i>Rayleigh</i>	<i>D</i>
<i>MASW 3</i>	<i>12</i>	<i>4 m</i>	<i>48 m</i>	<i>Rayleigh</i>	<i>D</i>

Gli scoppi sono stati effettuati secondo la seguente geometria:

Numero di offset con scoppi effettuati a + 4 m, + 6 m, rispetto al primo geofono.



**GEOMETRIA DELLA LINEA SISMICA**

I dati sono stati acquisiti su PC e poi elaborati con il software *WinMasw standard 4.6* della *Eliosoft*.

## **ELABORAZIONE DEI DATI DI SISMICA MASW**

L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocità - frequency (v-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo lo stendimento sismico.

Dallo spettro bidimensionale ottenuto dalle registrazioni è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie, in quanto le onde di Rayleigh presentano un carattere marcatamente dispersivo che le differenzia da altri tipi di onde (onde riflesse, onde rifratte, onde multiple).

Il metodo Masw consente di distinguere il modo fondamentale e quelli superiori delle onde di superficie nel campo delle frequenze compreso tra i 5 e i 60 Hz e di ottenere informazioni sia "superficiali" sia "profonde"; sullo spettro di frequenza viene eseguito un "picking" attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze, oppure si utilizza il *picking*.

Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma frequenza-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo.

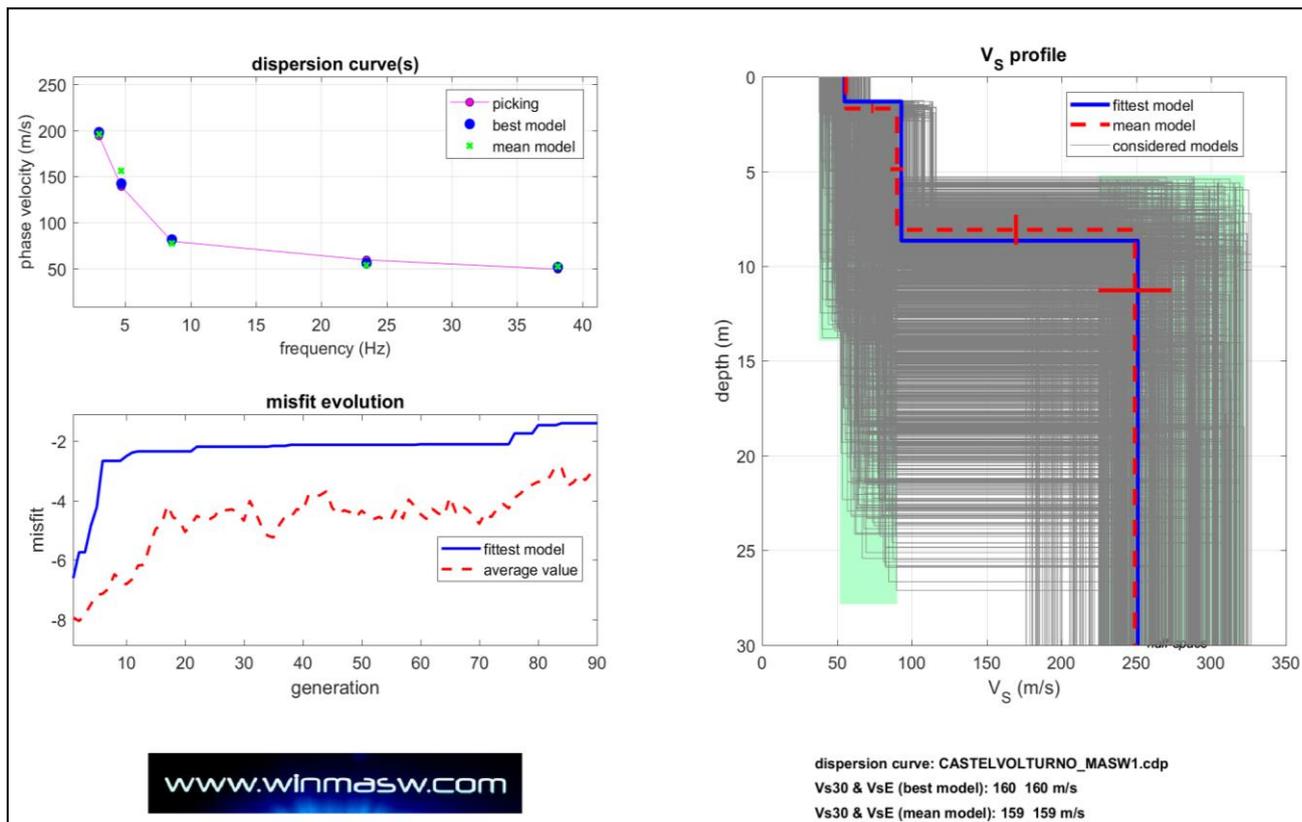
Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "fitting" con i valori sperimentali.

L'analisi dello spettro bidimensionale "v-f" consente di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo costituito dall'andamento delle velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità; Gli spettri v-f ottenuti energizzando a destra e a sinistra di ciascuno stendimento risultano pressochè simili.

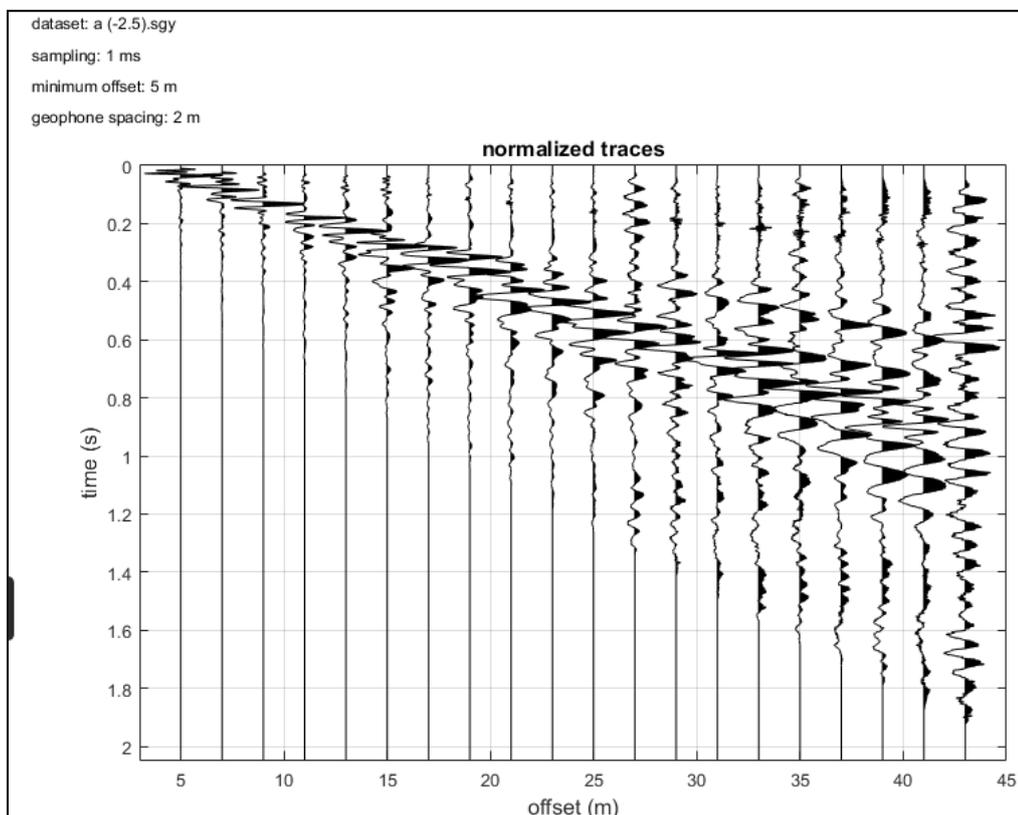
**ELABORAZIONE MASW 1**

Dall'inversione della curva di dispersione si ottiene il seguente modello medio del profilo

di velocità delle onde di taglio:



**INVERSIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE DETERMINATA TRAMITE ANALISI DEI DATI MASW. SPETTRO OSSERVATO, CURVE DI DISPERSIONE PICCATE E CURVE DEL MODELLO INDIVIDUATO DALL'INVERSIONE. SULLA DESTRA IL PROFILO VERTICALE VS IDENTIFICATO.**



**SISMOGRAMMA CON TRACCE NORMALIZZATE  
Analyzing Phase velocities**

**Considered dispersion curve: CASTELVOLTURNO\_MASW1.cdp**

**Analysis: Rayleigh Waves**

### **Subsurface Model**

Vs (m/s): 56, 90, 249

Standard deviations (m/s): 1, 4, 24

Thickness (m): 1.7, 6.4

Standard deviations (m/s): 0.2, 0.8

Density (gr/cm<sup>3</sup>) (approximate values): 1.54 1.65 1.89

Shear modulus (MPa) (approximate values): 5 13 117

Approximate values for Vp (please, see manual)

Vp (m/s): 117 187 518

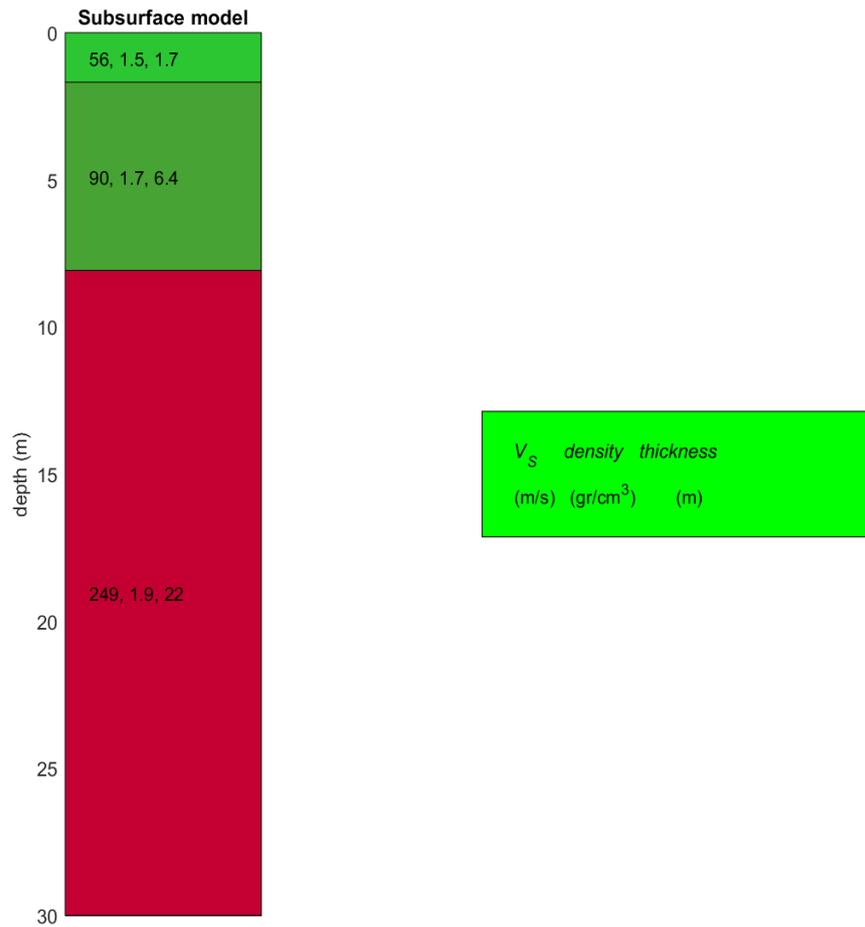
Vs30 and VsEq (m/s): 159 159

### **CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO LE NTC 2018**

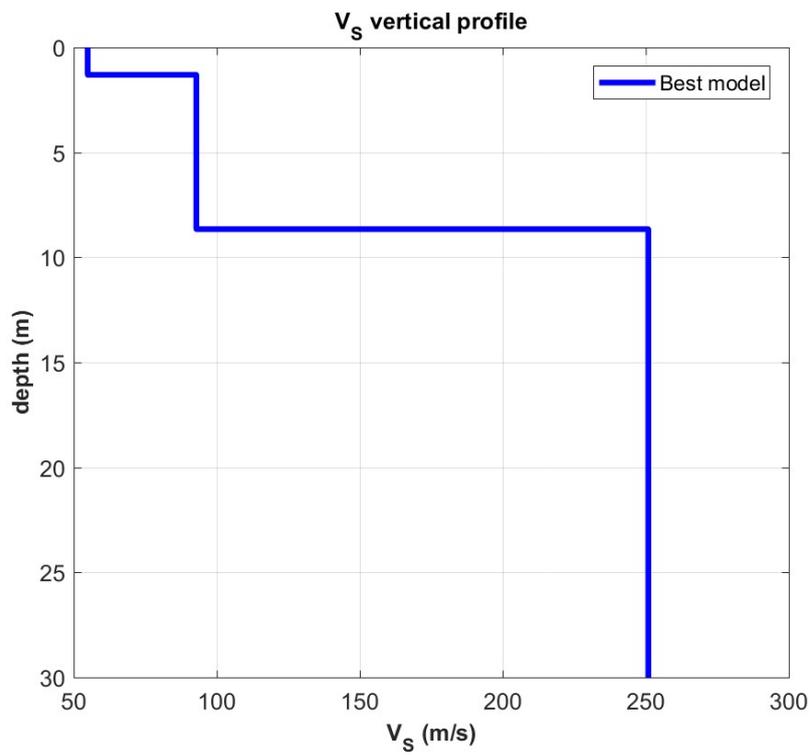
Il sito in esame ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni – Decreto 17 gennaio

2018 rientra nella categoria di sottosuolo di tipo D - *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.*

Il modello medio individuato tramite il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio del sottosuolo è costituito da tre sismostrati con un aumento delle velocità del terreno con la profondità.



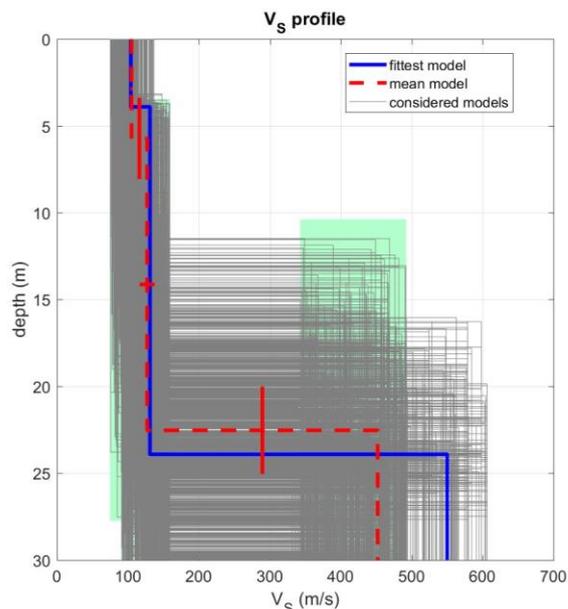
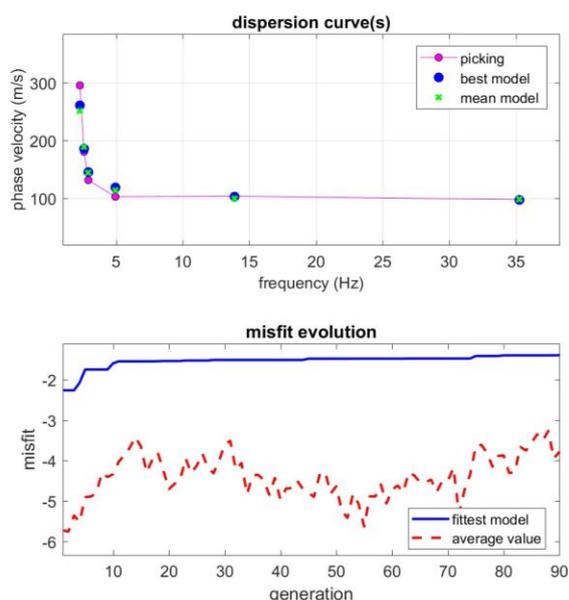
**SISMOSTRATIGRAFIA**



**ELABORAZIONE MASW 2**

Dall'inversione della curva di dispersione si ottiene il seguente modello medio del profilo

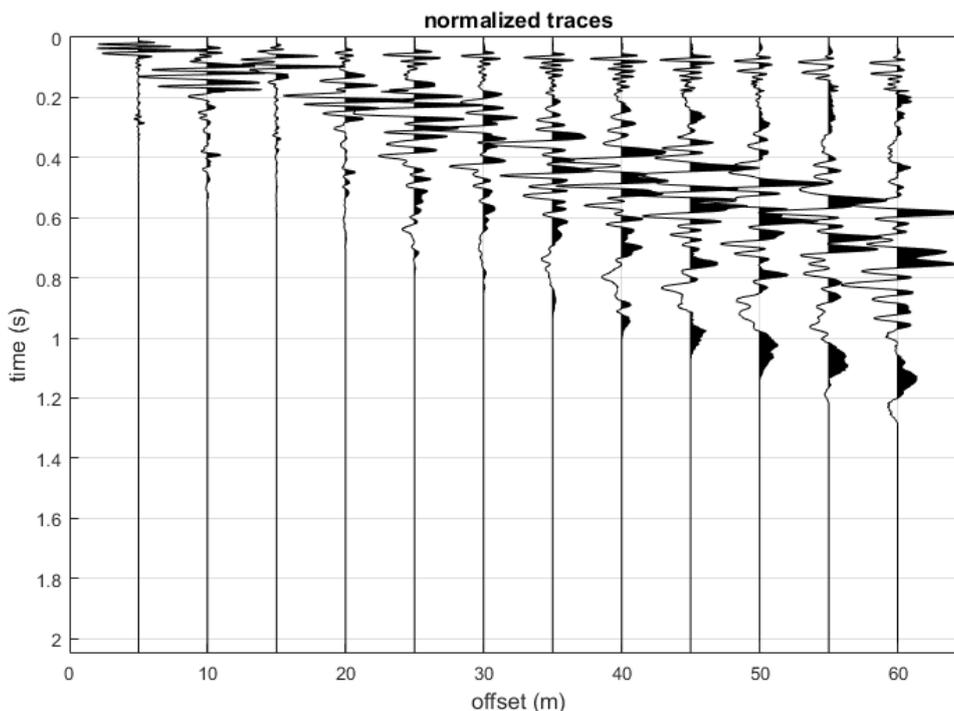
di velocità delle onde di taglio:



dispersion curve: CASTELVOLTURNO\_MASW2.cdp  
Vs30 & VsE (best model): 149 149 m/s  
Vs30 & VsE (mean model): 147 147 m/s

**INVERSIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE DETERMINATA TRAMITE ANALISI DEI DATI MASW. SPETTRO OSSERVATO, CURVE DI DISPERSIONE PICCATE E CURVE DEL MODELLO INDIVIDUATO DALL'INVERSIONE. SULLA DESTRA IL PROFILO VERTICALE VS IDENTIFICATO.**

dataset: - 2.5 a.sg2  
sampling: 1 ms  
minimum offset: 5 m  
geophone spacing: 5 m



**Analyzing Phase velocities**

**Considered dispersion curve: CASTELVOLTURNO\_MASW2.cdp**

**Analysis: Rayleigh Waves**

### **Subsurface Model**

Vs (m/s): 105, 127, 452

Standard deviations (m/s): 2, 11, 71

Thickness (m): 5.7, 16.8

Standard deviations (m/s): 2.3, 2.5

Density (gr/cm<sup>3</sup>) (approximate values): 1.69 1.73 2.04

Shear modulus (MPa) (approximate values): 19 28 417

Approximate values for Vp (please, see manual)

Vp (m/s): 219 264 941

Vs30 and VsEq (m/s): 147 147

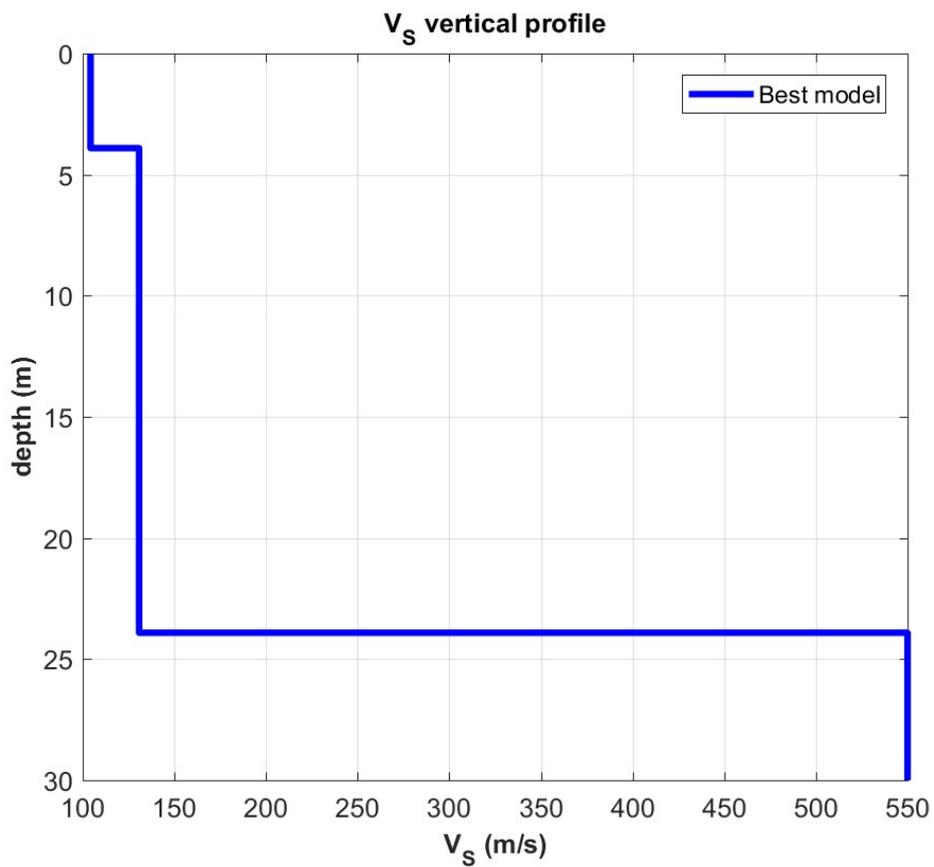
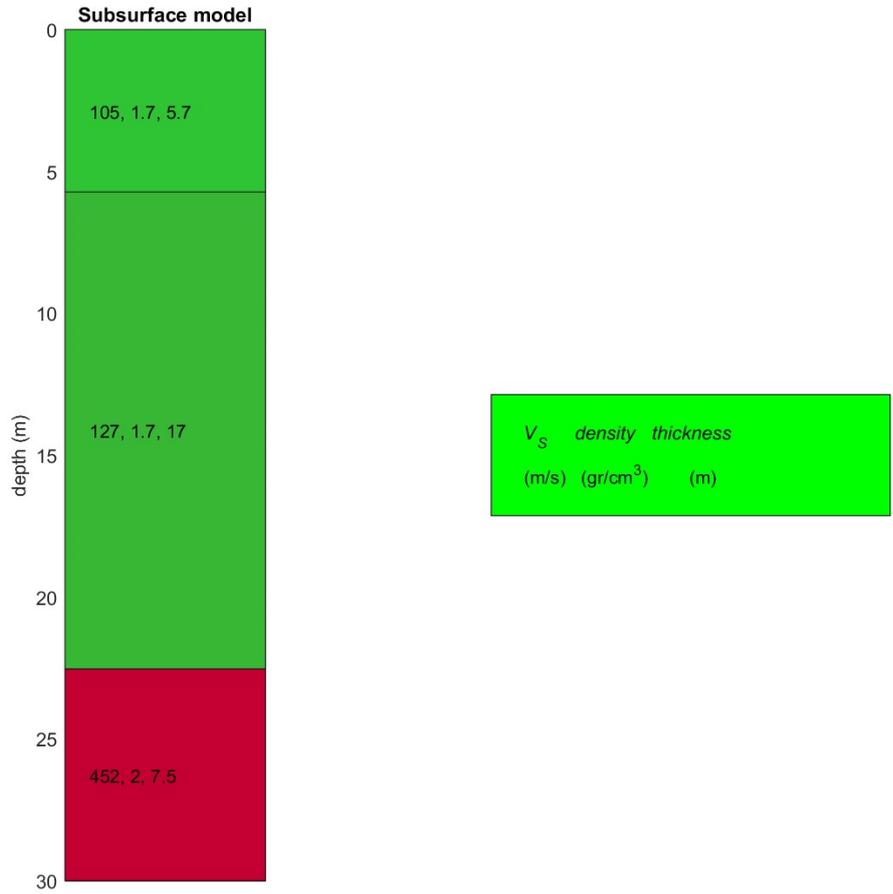
### **CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO LE NTC 2018**

Il sito in esame ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni – Decreto 17 gennaio

2018 rientra nella categoria di sottosuolo di tipo D - *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.*

Il modello medio individuato tramite il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio del sottosuolo è costituito da tre sismostrati con un aumento delle velocità del terreno con la profondità.

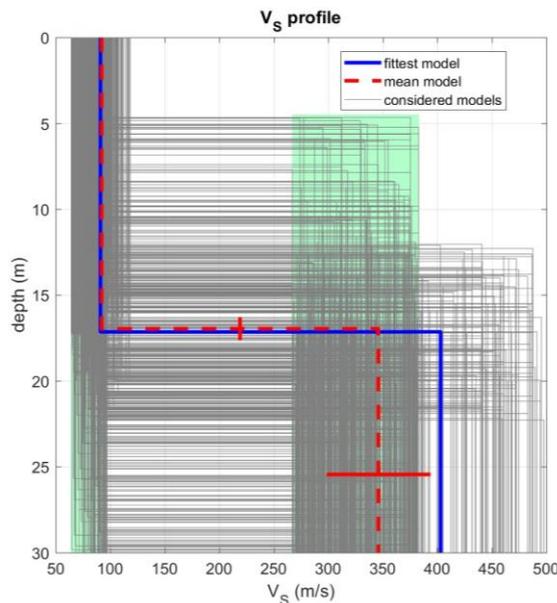
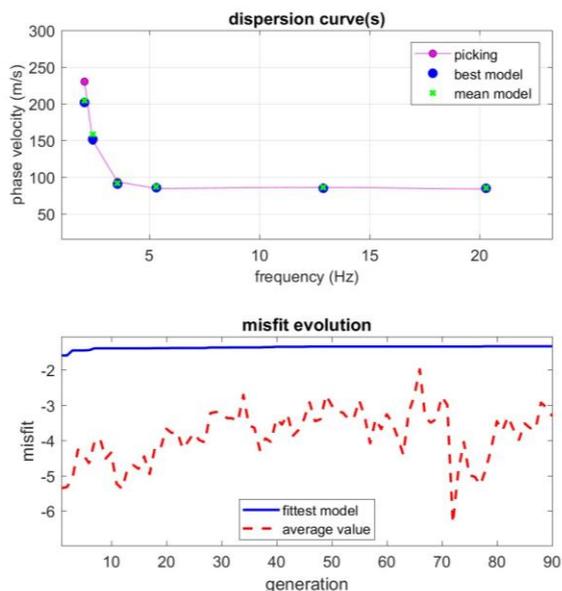
**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**



**ELABORAZIONE MASW 3**

Dall'inversione della curva di dispersione si ottiene il seguente modello medio del profilo

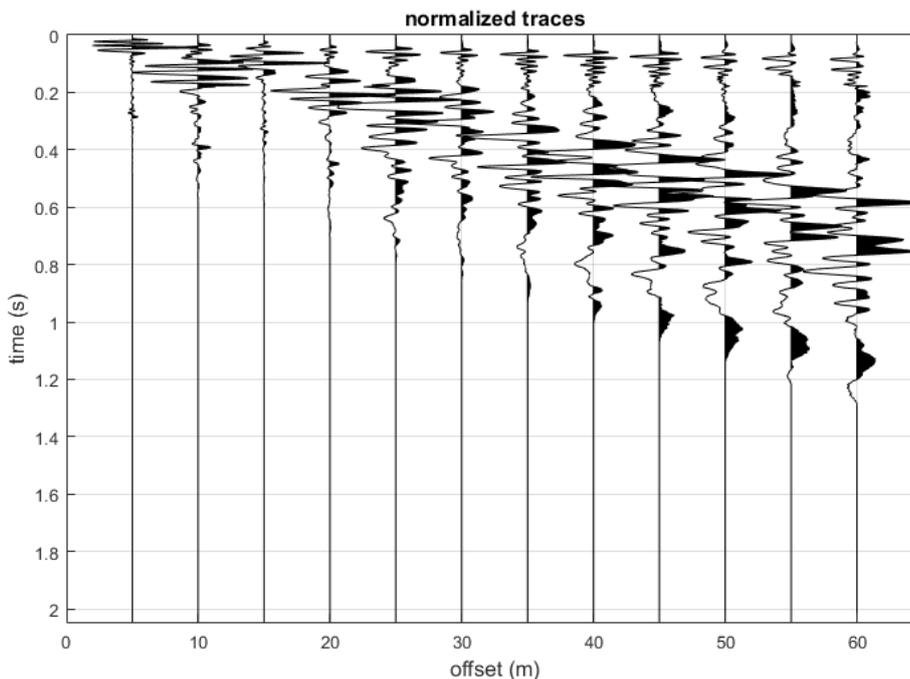
di velocità delle onde di taglio:



dispersion curve: CASTELVOLTURNO\_MASW3.cdp  
 $V_{s30}$  &  $V_{sE}$  (best model): 136 136  $\frac{m}{s}$   
 $V_{s30}$  &  $V_{sE}$  (mean model): 135 135  $\frac{m}{s}$

**INVERSIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE DETERMINATA TRAMITE ANALISI DEI DATI MASW. SPETTRO OSSERVATO, CURVE DI DISPERSIONE PICCATE E CURVE DEL MODELLO INDIVIDUATO DALL'INVERSIONE. SULLA DESTRA IL PROFILO VERTICALE VS IDENTIFICATO.**

dataset: - 2.5 a.sg2  
 sampling: 1 ms  
 minimum offset: 5 m  
 geophone spacing: 5 m



**Analyzing Phase velocities**

**Considered dispersion curve: CASTELVOLTURNO\_MASW3.cdp**

**Analysis: Rayleigh Waves**

**Subsurface Model**

Vs (m/s): 92, 346

Standard deviations (m/s): 1, 48

Thickness (m): 17.0

Standard deviations (m/s): 0.7

Density (gr/cm<sup>3</sup>) (approximate values): 1.66 1.95

Shear modulus (MPa) (approximate values): 14 233

Approximate values for Vp (please, see manual)

Vp (m/s): 192 647

Vs30 and VsEq (m/s): 135 135

**CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO LE NTC 2018**

Il sito in esame ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni – Decreto 17 gennaio 2018 rientra nella categoria di sottosuolo di tipo D - *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.*

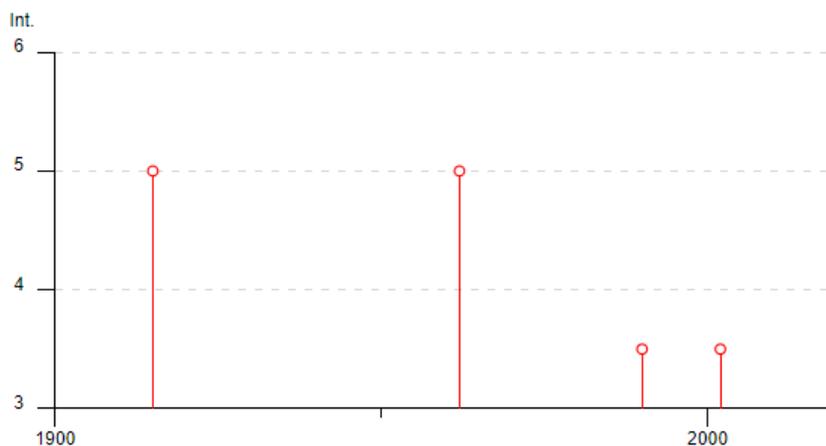
Il modello medio individuato tramite il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio del sottosuolo è costituito da tre sismostrati con un aumento delle velocità del terreno con la profondità.

## PERICOLOSITÀ SISMICA E SISMICITA' STORICA DEL SITO

Di seguito si riporta in tabella la storia sismica di Castel Volturno che va dal 1892 al 2005

con una Magnitudo  $\geq 5$ .

PlaceID IT\_58982  
 Coordinate (lat, lon) 41.033, 13.943  
 Comune (ISTAT 2015) Castel Volturno  
 Provincia Caserta  
 Regione Campania  
 Numero di eventi riportati 9



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	<a href="#">1892</a>	11	16	02	10		Isola di Ponza	17	5-6	4.40
NF	<a href="#">1899</a>	03	27	01	19	5	Tirreno centrale	18	4	3.70
5	<a href="#">1915</a>	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
2	<a href="#">1919</a>	10	22	06	10		Anzio	142	6-7	5.22
5	<a href="#">1962</a>	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
NF	<a href="#">1967</a>	10	05	22	49		Teano	9	6-7	4.86
3-4	<a href="#">1990</a>	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
3-4	<a href="#">2002</a>	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
NF	<a href="#">2005</a>	05	21	19	55	1	Area Nolana	271	5	4.07

## **PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO**

Il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” e l’aggiornamento delle Norme Tecniche per Costruzioni D.M. 17/01/2018 raccoglie in forma unitaria le regole che disciplinano la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle costruzioni, al fine di garantire, per stabiliti livelli di sicurezza, la pubblica incolumità.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali si valutano i diversi stati limite considerati, si definiscono dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

I dati di pericolosità sismica prodotti e messi in rete dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), costituiscono l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che in un fissato periodo avvenga un evento sismico di entità almeno pari a un valore prefissata e rappresenta la frequenza e la forza dei terremoti che interessano un dato territorio, ovvero dalla sua sismicità. Viene definita come la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco ( $P_{ga}$ ) di nostro interesse.

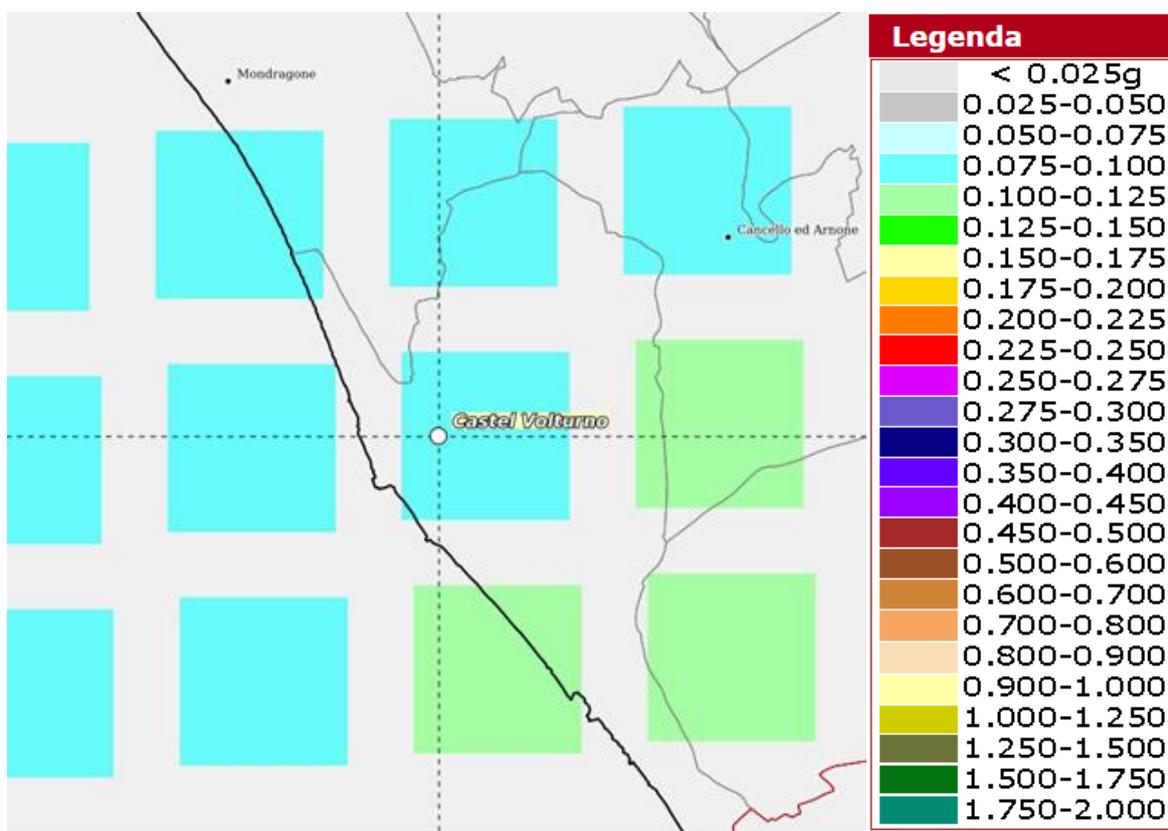
Per la determinazione dei valori della pericolosità sismica, il territorio nazionale è stato suddiviso in molteplici griglie aventi passo di  $0.05^\circ$ , come ben visibile nelle figure seguenti dove è riportata la mappa della Basilicata con i valori di pericolosità sismica (dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido; i parametri sismici calcolati per il sito con GeoStru PS <http://www.geostru.com/geoapp/Parametri-Sismici.aspx> sono quelli riportati di seguito dove i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  definiscono le forme spettrali.

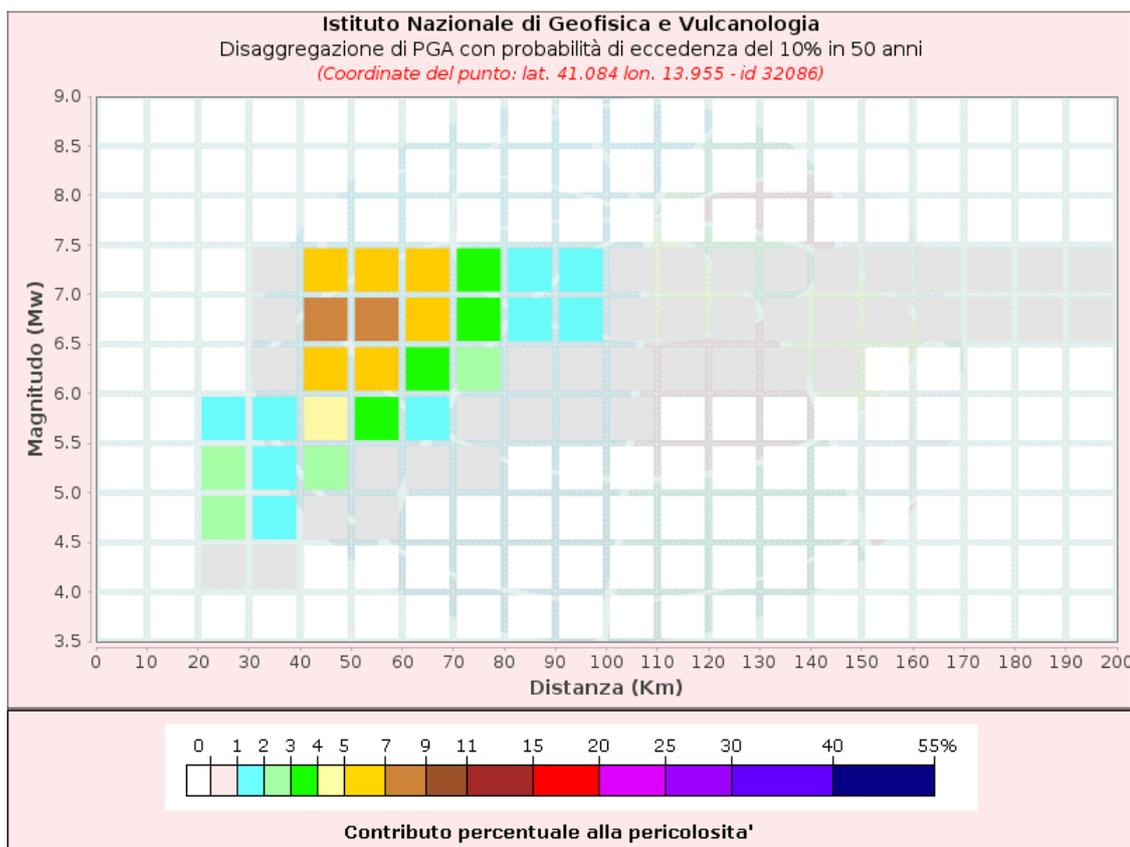
**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, tale periodo, espresso in anni, è denominato “periodo di riferimento” VR e la probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” RVP.

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento a un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.



**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**



**Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni**  
(Coordinate del punto: lat. 41.084 lon. 13.955 - id 32086)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.6120	2.0900	2.2300	1.3200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0901	1.0000	1.7100	1.3200	0.1700	0.2000	0.1360	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.3000	2.4500	4.6800	6.2000	7.3500	5.0600	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0010	0.8800	3.2600	5.7100	7.7800	5.9500	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.1300	1.6800	3.9100	6.1900	5.2700	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.6280	2.1800	3.9000	3.5100	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1390	0.9190	1.8300	1.6400	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0221	0.4830	1.1700	1.0600	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.2420	0.7880	0.7190	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.1070	0.5310	0.4980	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0389	0.3530	0.3520	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0086	0.2170	0.2410	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.1230	0.1650	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0666	0.1170	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0340	0.0870	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0148	0.0622	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0429	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0263	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.44	58.9	1.57

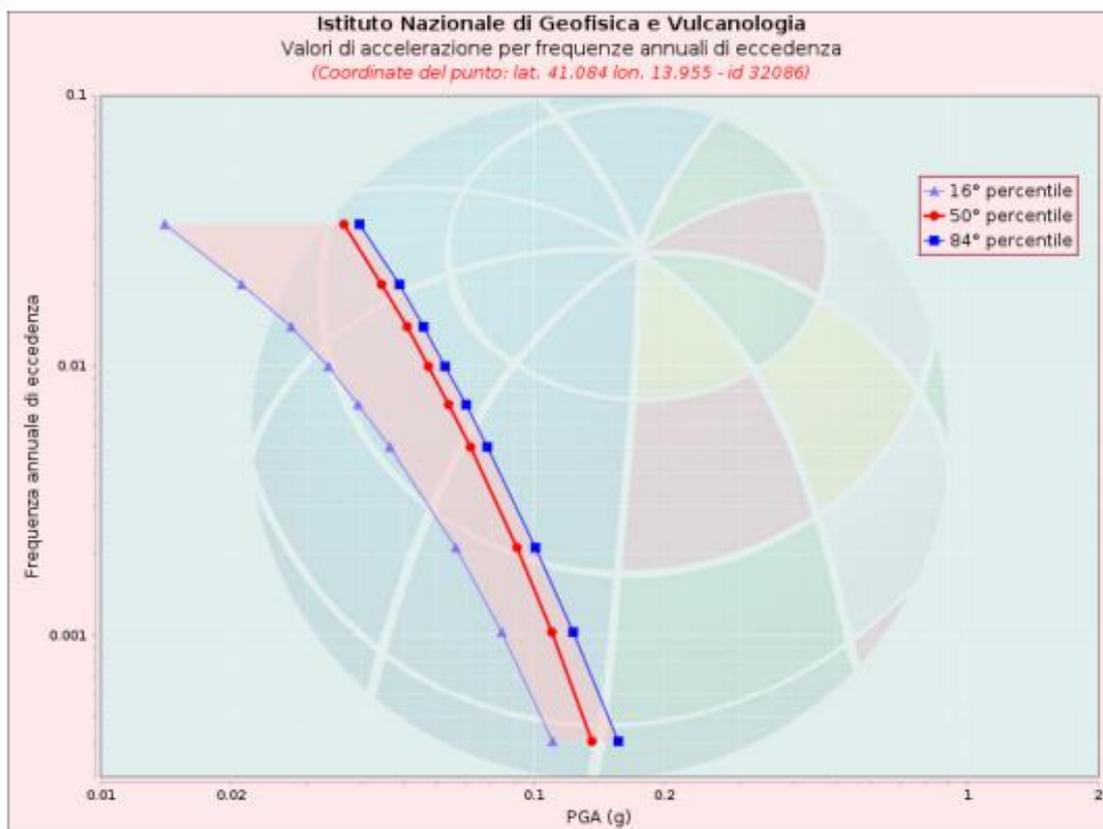
**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

Dal grafico della disaggregazione si ricava per il sito di interesse i

seguenti valori medi:

Magnitudo Mw = 6.44 e Distanza=59

Di seguito la Curva di pericolosità sismica che rappresenta l'insieme dei valori di scuotimento (PGA) per le diverse frequenze annuali di eccedenza; in tabella sono mostrati i valori relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza espressa attraverso il 16mo e l'84mo percentile.



Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.111	0.136	0.157
0.0010	0.084	0.110	0.123
0.0021	0.066	0.092	0.101
0.0050	0.047	0.072	0.078
0.0071	0.039	0.064	0.070
0.0099	0.034	0.057	0.062
0.0139	0.028	0.051	0.056
0.0199	0.021	0.045	0.049
0.0332	0.014	0.036	0.040

**PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE**

Vita nominale (V<sub>n</sub>): 50 [anni]  
 Classe d'uso: IV  
 Coefficiente d'uso (C<sub>u</sub>): 2  
 Periodo di riferimento (V<sub>r</sub>): 100 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 60 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 101 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 949 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1950 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

**Coordinate geografiche del punto**

Latitudine (WGS84): 41.1380882 [°]  
 Longitudine (WGS84): 14.1097784 [°]  
 Latitudine (ED50): 41.1390800 [°]  
 Longitudine (ED50): 14.1106577 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	31866	41.133430	14.087670	2025.09
2	31867	41.133070	14.154040	3694.07
3	31645	41.183070	14.154520	6116.23
4	31644	41.183430	14.088120	5280.00

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.039	2.461	0.283
	50	0.048	2.440	0.323
SLO	60	0.052	2.474	0.331
	72	0.055	2.509	0.339
SLD	101	0.062	2.556	0.357
	140	0.070	2.570	0.374
	201	0.078	2.576	0.412
	475	0.102	2.653	0.448
SLV	949	0.124	2.702	0.503
	975	0.125	2.704	0.505
SLC	1950	0.149	2.795	0.525
	2475	0.158	2.827	0.532

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE PN 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.041	2.451	0.285
	50	0.050	2.433	0.323
SLO	60	0.054	2.469	0.330
	72	0.057	2.505	0.337
SLD	101	0.065	2.531	0.356
	140	0.073	2.558	0.371
	201	0.082	2.557	0.408
	475	0.108	2.620	0.441
SLV	949	0.132	2.691	0.463
	975	0.133	2.694	0.464
SLC	1950	0.160	2.760	0.509
	2475	0.170	2.783	0.526

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.042	2.467	0.285
	50	0.051	2.474	0.322
SLO	60	0.055	2.512	0.330
	72	0.058	2.551	0.337
SLD	101	0.066	2.570	0.356
	140	0.074	2.597	0.372
	201	0.084	2.585	0.411
	475	0.113	2.619	0.446
SLV	949	0.141	2.630	0.501
	975	0.142	2.630	0.503
SLC	1950	0.173	2.701	0.522
	2475	0.185	2.726	0.528

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.040	2.490	0.284
	50	0.049	2.474	0.323
SLO	60	0.053	2.512	0.330
	72	0.056	2.550	0.337
SLD	101	0.063	2.592	0.357
	140	0.071	2.605	0.373
	201	0.080	2.612	0.412
	475	0.106	2.646	0.450
SLV	949	0.132	2.667	0.506
	975	0.133	2.668	0.509
SLC	1950	0.161	2.738	0.528
	2475	0.172	2.763	0.534

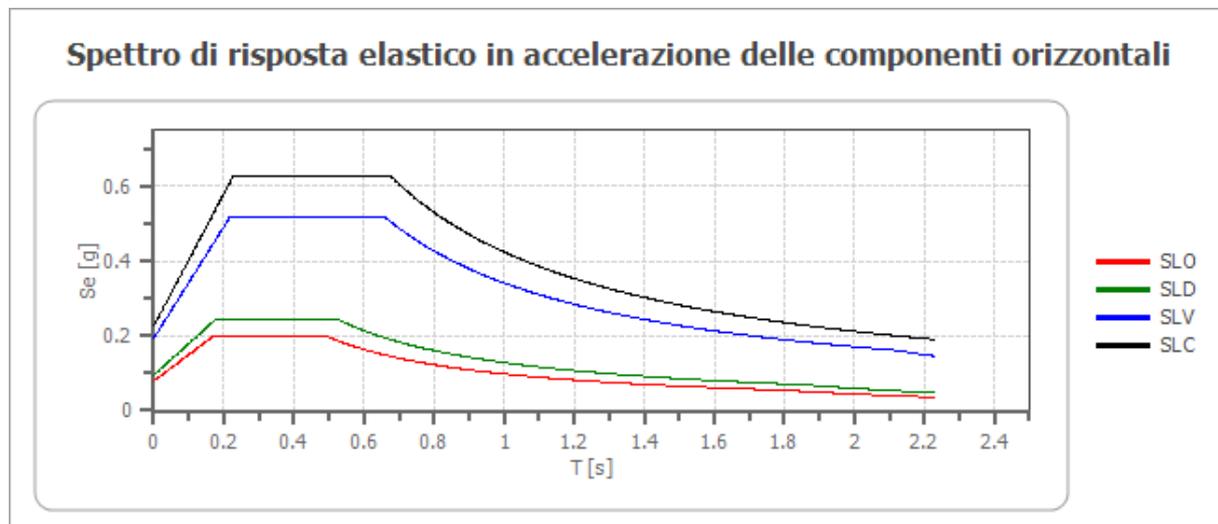
**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	60	0.053	2.485	0.330
SLD	101	0.063	2.558	0.357
SLV	949	0.130	2.683	0.494
SLC	1950	0.157	2.763	0.521

**PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000  
 Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica:  
 T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

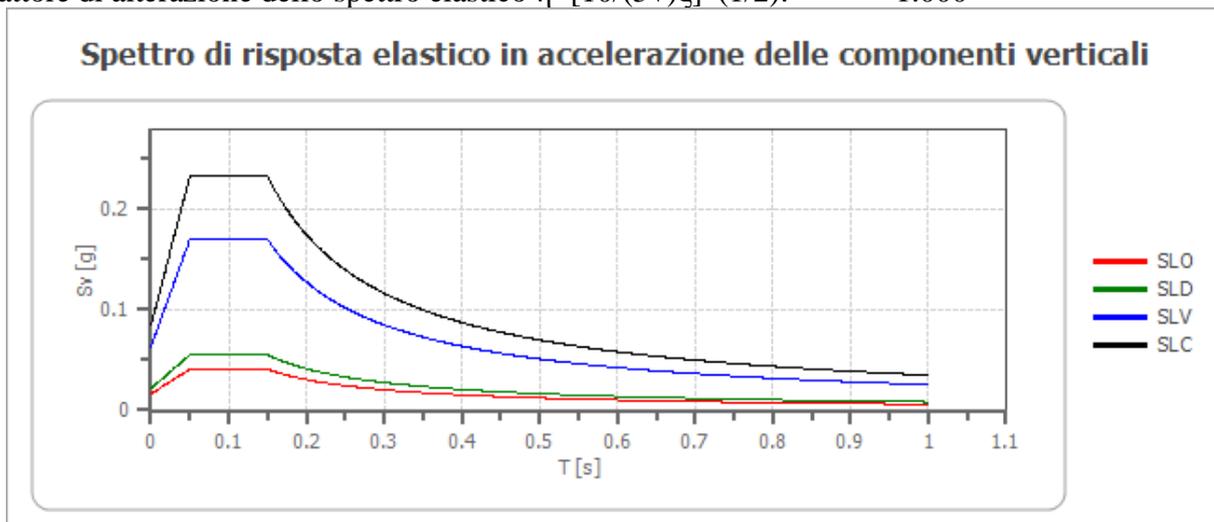
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	2.0	0.053	2.485	0.330	1.500	1.510	1.000	1.500	1.000	0.166	0.499	1.811	0.079	0.197
SLD	2.0	0.063	2.558	0.357	1.500	1.480	1.000	1.500	1.000	0.176	0.528	1.853	0.095	0.243
SLV	2.0	0.130	2.683	0.494	1.490	1.330	1.000	1.490	1.000	0.219	0.657	2.120	0.194	0.519
SLC	2.0	0.157	2.763	0.521	1.440	1.300	1.000	1.440	1.000	0.226	0.677	2.229	0.226	0.625

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000



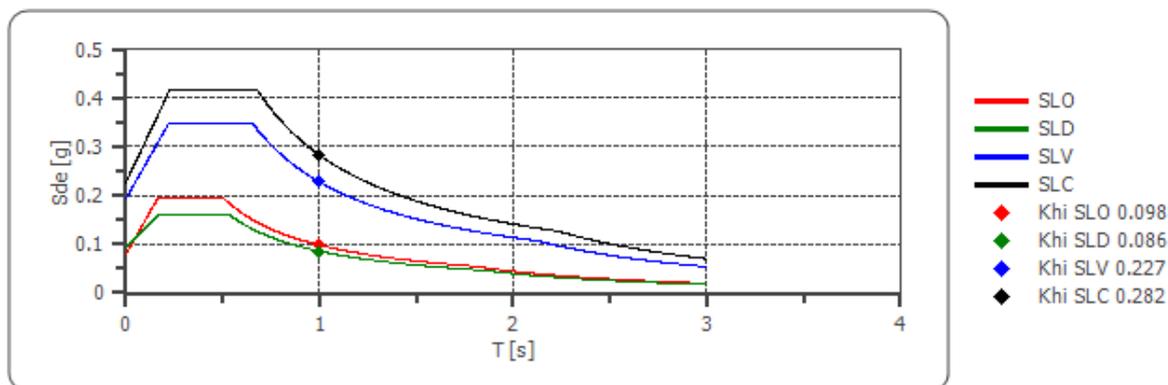
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	2.0	0.053	2.485	0.330	1	1.510	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.016	0.041
SLD	2.0	0.063	2.558	0.357	1	1.480	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.022	0.055
SLV	2.0	0.130	2.683	0.494	1	1.330	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.063	0.170
SLC	2.0	0.157	2.763	0.521	1	1.300	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.084	0.232

**Spettro di progetto**

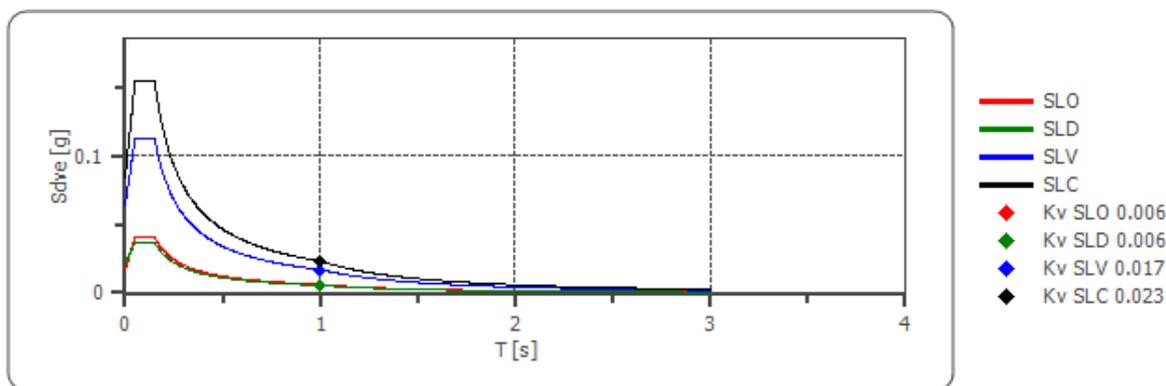
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50  
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50  
 Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0.098	0.086	0.227	0.282
0.006	0.006	0.017	0.023	

**Spettro di progetto delle componenti orizzontali**



**Spettro di progetto delle componenti verticali**



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizzontale	2.0	0.053	2.485	0.330	1.500	1.510	1.000	1.500	1.000	0.166	0.499	1.811	0.079	0.197
SLO verticale	2.0	0.053	2.485	0.330	1.500	1.510	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.016	0.041
SLD orizzontale	2.0	0.063	2.558	0.357	1.500	1.480	1.000	1.500	1.500	0.176	0.528	1.853	0.095	0.162
SLD	2.0	0.063	2.558	0.357	1.500	1.480	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.022	0.037

**COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE P<sub>N</sub> 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)**

vertic ale														
SLV orizz ontal e	2.0	0.130	2.683	0.494	1.490	1.330	1.000	1.490	1.500	0.219	0.657	2.120	0.194	0.346
SLV vertic ale	2.0	0.130	2.683	0.494	1.490	1.330	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.063	0.113
SLC orizz ontal e	2.0	0.157	2.763	0.521	1.440	1.300	1.000	1.440	1.500	0.226	0.677	2.229	0.226	0.417
SLC vertic ale	2.0	0.157	2.763	0.521	1.440	1.300	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.084	0.155

## **VALUTAZIONI TECNICHE CONCLUSIVE**

Il presente studio ha preso in considerazione le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, ed idrogeologiche di un'area localizzata nel territorio comunale di Castel Volturno (CE) in Via Pietro Pagliuca dove la società Solar Venetus S.R.L propone la costruzione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 28,627 Mwp.

Sia le aree occupata dal fotovoltaico e dalle cabine elettriche, sia quelle attraversate dai cavidotti si presentano come aree pianeggianti e morfologicamente stabili.

Per le fondazioni dell'impianto fotovoltaico non sono previste opere di sbancamento o fondazioni in calcestruzzo, in quanto la struttura dei moduli sarà sostenuta da puntali metallici infissi nel terreno con macchina battipali.

Dal punto di vista morfologico si tratta di una zona a morfologia subpianeggiante e la categoria topografica è la T1 a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica  $St=1$ .

La categoria di suolo di fondazione determinato con l'indagine sismica masw (NTC/018) è di tipo D:

Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

Le indagini geologiche e geognostiche condotte nell'area hanno consentito di definire la modellazione geologica del sito.

Si sottolinea che il livello di falda misurato da circa 2 m a 4 metri dal piano campagna è rappresentativo del momento in cui è stato eseguito il rilievo freaticometrico, poichè le oscillazioni del livello di falda sono legate alla stagionalità ed alle precipitazioni; in occasione di piogge prolungate nel tempo o di eventi piovosi di forte intensità può raggiungere il piano campagna.

Le conoscenze geologiche acquisite nel corso del presente studio geologico consentono di

affermare che l'area in esame rientra in un territorio che per le sue generali condizioni risulta idoneo ad accogliere i lavori di progetto, in quanto gli stessi non appaiono in contrasto con i dettami, i requisiti e gli scopi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico varato dall'ex Autorità di bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno (Variante al P.S.D.A. Basso Volturno da Capua alla foce) non apportando incrementi della pericolosità idrogeologica in termini di dissesti di versante, e rientrando a tutti gli effetti tra gli interventi adottabili coerentemente con quanto disposto delle Norme di Attuazione e Prescrizioni di Piano.

**IL GEOLOGO**

GIANCRISTIANO FRANCHINO

***COSTRUZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE DI RETE P<sub>N</sub> 28,627 MWP  
VIA PETRO PAGLIUCA – CASTEL VOLTURNO (CE)***