

Comune  
di Crotona



Regione Calabria



Comune  
di Scandale



Committente:

 **Mezzaricotta Energia S.r.l.**

Mezzaricotta Energia S.r.l.  
Largo Michele Novaro 1,A - PARMA  
P.IVA: 02982410348

Titolo del Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO E DELLE OPERE STRETTAMENTE NECESSARIE DENOMINATO "MEZZARICOTTA"**

Documento: **PROGETTO DEFINITIVO** N° Tavola: **2**

Elaborato: **RELAZIONE GEOLOGICA**

SCALA:	-
FOGLIO:	1 di 1
FORMATO:	A4/A3

Progettazione:   
**NEW DEVELOPMENTS**  
ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification  
NEW DEVELOPMENTS S.r.l.  
Piazza Europa, 14 - 87100 Cosenza (CS)

Nome file: **2\_Relazione\_Geologica.pdf**

Progettisti:

  
  
dott. geol. Eugenio Martire

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	15/11/2020	PRIMA EMISSIONE	New Dev.	Stern Energy S.P.A.	Mezzaricotta Energia S.R.L.

## INDICE

---

PREMESSA.....	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	4
INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .....	5
CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE .....	8
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE .....	9
CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE.....	10
INQUADRAMENTO P. A. I.....	14
MODELLO GEOLOGICO .....	16
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	17
SISMICITA' DELL'AREA .....	17
Normativa sismica.....	21
Scenari di pericolosità sismica locale ed effetti di sito.....	25
VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO.....	28
POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE .....	29
CONCLUSIONI .....	31

## ALLEGATI

- ✓ Stralcio cartografia del PAI - scala 1:6.000
- ✓ Carta Tecnica Regionale - scala 1:6.000
- ✓ Relazione tecnica sulle indagini

## ELABORATI CARTOGRAFICI

---

- 1 - Carta Geologica - scala 1:6.000
- 2 - Sezioni Geologiche - scala 1:3.500
- 3 - Carta Geomorfologica - scala 1:6.000
- 4 - Carta Idrogeologica - scala 1:6.000
- 5 - Planimetria ubicazione indagini geologiche - scala 1:6.000

## **PREMESSA**

---

Su incarico della società New Developments s.r.l. con sede legale in Piazza Europa n° 14, Cosenza (CS) il sottoscritto geologo Eugenio Martire iscritto all'ordine dei Geologi della Calabria a partire dal Gennaio 2013 al n° 1129, ha effettuato uno studio GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO-GEOTECNICO-SISMICO DI BASE, al fine di definire le condizioni di un'area interessata dal **Progetto definitivo impianto fotovoltaico denominato "Lucifero"** nel territorio dei Comuni di Scandale (KR) e Crotona (KR).

Le finalità che si vogliono raggiungere con il presente studio si esplicano nella definizione geologica/geomorfologica, geotecnica e sismica del sito esaminato. A tal fine è stato predisposto, nell'area in esame, un programma di studi di ampiezza commisurata al contesto delle opere previste in progetto, costituito da:

- esame della cartografia ufficiale, unitamente a ricerche bibliografiche atte al reperimento di notizie (storiche, morfologiche, tettoniche, sismiche, idrologiche, idrogeologiche, ecc.) e dati tecnici riguardanti l'area in oggetto;
- caratterizzazione geologica ed esame delle condizioni geomorfologiche con il rilievo diretto di superficie esteso anche alle aree limitrofe per acquisire i dati necessari alla valutazione delle caratteristiche morfologiche, idrologiche, climatiche ed ambientali più evidenti, relative al territorio in oggetto.

Il modello geologico rilevato, gli studi e le analisi effettuate hanno consentito di definire:

### *Il quadro geologico/geomorfologico:*

L'inquadramento geologico, con riferimento alla bibliografia geologica esistente, alla cartografia acquisita, alle indagini stratigrafiche consultate e a quelle svolte ex-novo per questo studio, consente di definire i caratteri litostratigrafici, l'origine e la natura dei litotipi, lo stato di alterazione e di aggregazione, i caratteri strutturali generali, la descrizione dei lineamenti geomorfologici della zona in generale e infine la descrizione delle forme naturali ed antropiche e degli elementi morfo-strutturali significativi ai fini geomorfologici e sismici.

### *Il quadro geotecnico:*

Il modello geologico/tecnico di riferimento ha altresì consentito di determinare gli spessori e le caratteristiche geotecniche dei terreni, di valutare l'effetto della presenza di falde idriche sotterranee che potrebbero influenzare la stabilità dell'area e dei futuri manufatti e infine di

valutare gli eventuali processi morfologici ed le azioni di dissesto potenziali o in atto nell'area in studio ed in quella circostante.

**Il quadro sismico di riferimento:**

La definizione del quadro sismico locale è connessa alla macrozonazione sismica dell'area attraverso l'individuazione della zona sismica del Comune in cui ricade l'intervento da realizzare, ai sensi dell'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e alla caratterizzazione della pericolosità sismica dell'area mediante l'individuazione del parametro  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima del terreno) e dell'intensità macrosismica  $I_{max}$ .

Lo studio è stato condotto secondo i dettami delle seguenti normative tecniche:

- **D.M. 17/01/2018** "Norme Tecniche sulle Costruzioni";
- **D.M. 11/3/88** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- **D.P.R. 380/2001 parte II capo II** "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- **D.P.R. 380/2001 parte II capo IV** "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- **D.P.R. 5/10/2010, n. 207** "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n°163 recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE";
- **Legge regionale 28/12/2015, n. 37.** "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica";
- **Regolamento Reg. 10/08/2017 n. 80** "Regolamento di attuazione procedure L.R. n.35/2009";
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** con riferimento alle NORME DI ATTUAZIONE E DELLE MISURE DI SALVAGUARDIA approvate dal C.R. Calabria con delib. n. 115 del 28/12/2001 (aggiornate dal C.T. il 15/07/2002) e alle linee guida licenziate dal comitato tecnico - seduta del 15.07.2002 e approvate dal comitato istituzionale - seduta del 31.07.2002.
- **Decreto del segretario generale n° 540 del 13/10/2020 (PGRA):** Adozione Misure di Salvaguardia relative alle aree soggette a modifica di perimetrazione e/o classificazione della pericolosità e rischio dei Piani di assetto Idrogeologico configurate nei progetti di varianti di aggiornamento dei PAI alle nuove mappe del PGRA da approvarsi ai sensi dell'articolo 68 comma 4 - ter del D.Lgs n°152 del 3 aprile 2006, integrato dall'art 54 della legge 120 dell'11 settembre 2020 "Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale".

Il risultato di tale studio, infine, è focalizzato alla definizione degli eventuali accorgimenti tecnici necessari al mantenimento di un equilibrio idrologico e morfologico accettabile, tali da migliorare o in ogni caso non aggravare, le condizioni di sicurezza del territorio e garantire per il progetto adeguati livelli di sicurezza.

Le aree occupate dall'impianto saranno dislocate all'interno delle particelle di terreno site in agro del territorio comunale di Scandale e Crotona (KR).

## **INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

---

Il sito oggetto di studio è ubicato all'interno dei territori Comunali di Scandale (KR) e Crotona. Scandale vanta una popolazione di circa 3000 abitanti e sorge a 350 m s.l.m. su una collina al centro del Marchesato, in provincia di Crotona, tra il mar Jonio e le montagne della Sila; si estende per 54,28 km<sup>2</sup> e confina con i comuni di Cutro, Crotona, Rocca di Neto, San Mauro Marchesato, Santa Severina. Il comune di Scandale ospita la futura sottostazione elettrica dell'impianto in progetto e una piccola porzione di pannelli fotovoltaici, la maggior parte dei quali, ricadono all'interno del territorio comunale di Crotona.

Crotona (capoluogo di provincia) si estende per ben 182 km<sup>2</sup> e presenta una popolazione di quasi 60.000 abitanti; sorge a pochi m di altezza sul livello del mare. La città è situata sul versante est della Calabria, si affaccia sul mar Ionio presso la foce del fiume Esaro e il territorio comunale fa parte dell'Autorità del bacino interregionale del fiume Esaro; Crotona confina con i comuni di Cutro, Isola di Capo Rizzuto, Rocca di Neto, Scandale, Strongoli.

Da un punto di vista cartografico, l'area in esame è rappresentata nella cartografia della Regione Calabria, con Carta Tecnica Regionale negli elementi n° 571052 "C.TA DEL CAIRO", n° 571091 "C. ALBANO" e n° 571053 "CAS.O GALLOPPA" in scala 1:5.000, nella cartografia geologica Carta geologica Cas.Mez. in scala 1:25.000, foglio FOGLIO 238 III N.O. denominato "SCANDALE". L'area si articola a quote altimetriche che variano da 22 a 51 m s.l.m. che rappresentano, rispettivamente, i punti più a valle e a monte della recinzione dell'impianto.

Una più precisa individuazione dell'area d'intervento può essere desunta dal corpus cartografico allegato alla presente; tuttavia, in linea generale, il sito è individuabile alle seguenti coordinate geografiche (WGS84): Latitudine - N 39.103736° Longitudine - E 17.056598°



**Fig. 1 - Ubicazione di Crotona (KR) su scala nazionale**

## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE**

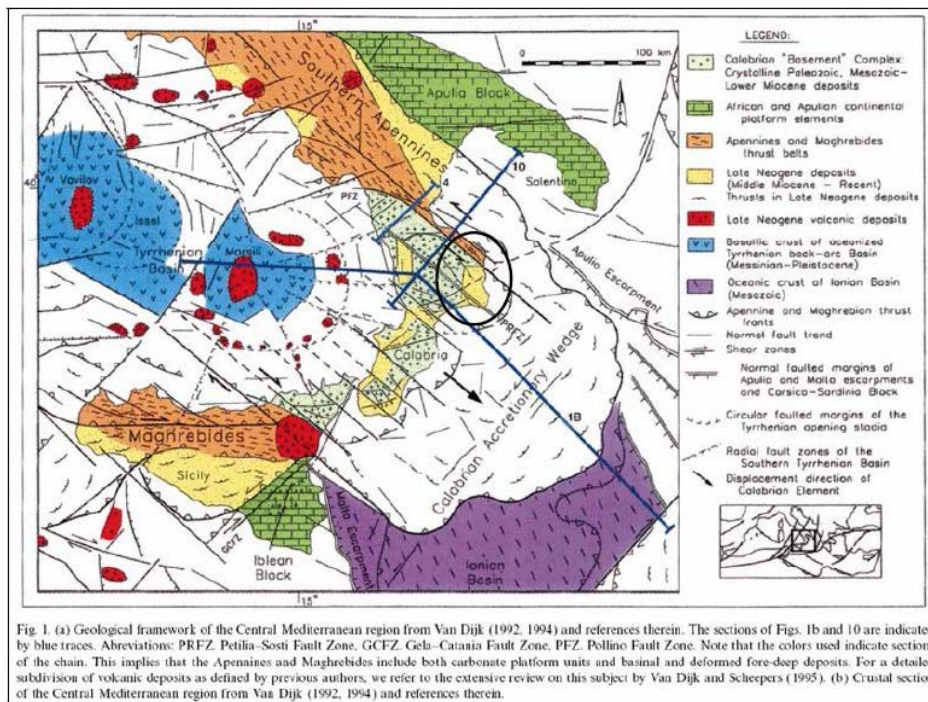
---

L'area di studio ricade in una porzione di territorio costiero che rappresenta il proseguimento, nelle acque del Mar Jonio, delle propaggini più orientali del Bacino Crotonese, e ancora del settore catena-avanfossa "Arco Calabro Peloritano-Bacino abissale Ionico".

L'area riveste un estremo interesse sia per la comprensione della dinamica delle ultime fasi tettoniche dell'Arco Calabro-Peloritano sia per la definizione dei caratteri geometrici di raccordo tra le strutture del Mar Tirreno e del Bacino abissale Ionico.

Lungo il margine ionico dell'arco calabro, in area di avanfossa la prima e di graben la seconda, si individuano due aree subsidenti maggiori: esse includono il Golfo di Taranto, in cui si collocano il bacino di Corigliano ed il bacino di Crotona, e la zona a sud della stretta di Catanzaro, occupata dal bacino di Spartivento (Rossi & Sartori, 1981; Fabbri et al., 1982; Barone et al., 1982; Sartori, 1982).

Il bacino di Corigliano è un bacino ubicato sulle falde (piggy back basin), all'interno dell'avanfossa ionica del Golfo di Taranto (Ricci Lucchi et al., 1984; Coltella & Di Geronimo, 1986; Pescatore & Senatore, 1986; Romagnoli & Gabbianelli, 1990).



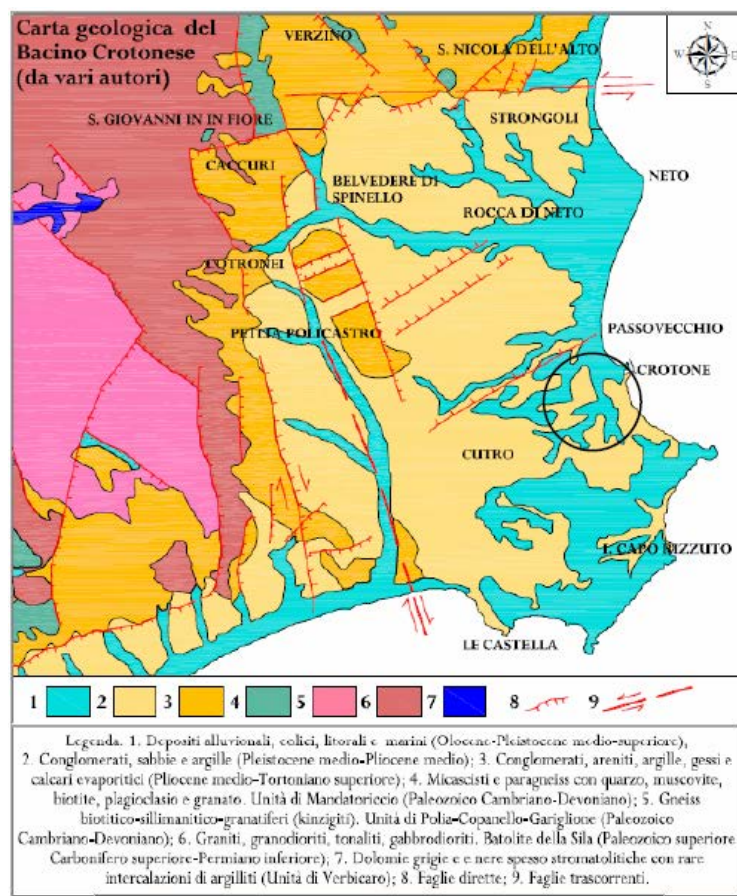
**Fig. 2 – Principali domini strutturali Mediterraneo centrale**

La morfologia del bacino è articolata e connessa all'assetto strutturale del golfo. Nel settore occidentale si riconoscono due fronti di scorrimento e, al di sopra dei terreni deformati, due distinte aree di sedimentazione quaternaria (bacini tipo piggy-back, Pescatore & Senatore, 1986). Nel settore centrale si osserva una depressione Allungata, la Valle di Taranto, che rappresenta l'attuale avanfossa non deformata. Nel settore orientale è presente l'unità apula, l'avampaese della catena appenninica, con aree depresse ad intensa sedimentazione durante il Quaternario (bacini di avampaese, Pescatore & Senatore, 1986).

Nel bacino di Corigliano, in corrispondenza della foce del Crati, si sviluppa la conoide dell'omonimo Fiume (Crati Fan, Ricci Lucchi et al., 1984; 1985). La conoide del Crati costituisce un sistema torbiditico poco esteso (circa 70 Km<sup>2</sup>), inclinato di 0,5° - 3°, e di acque relativamente poco profonde (200 - 450m). Esso è probabilmente non più vecchio di 6.000 anni, attivo e connesso con un sistema alluvionale-deltizio sulla piattaforma. La forma della conoide è distorta ed allungata in senso E-O (lunga 16 km; larga da 4-5 km), a causa del suo confinamento in una stretta depressione di probabile origine tettonica. Il bacino di Crotona si sviluppa, a partire dal Tortoniano, in una struttura tipo graben (Fabbri et al., 1982) parallelamente alla costa. Sotto il profilo strutturale (Rossi & Sartori, 1981) è assimilabile a un tipico fore-arc basin, la cui parte sommersa ricade su un sottile slab rivolto verso la fossa di subduzione, staccato ad una profondità di circa 2 km. A differenza del più meridionale bacino di Spartivento, da cui è separato dalla

prosecuzione della zona di Catanzaro, il bacino di Crotonese è largamente affiorante in terraferma ove mostra un inizio di sedimentazione nel Tortoniano e numerosi corpi caotici messiniani. L'evoluzione pleistocenica del bacino, con emersione post-calabrianica, è correlabile con quella del più settentrionale bacino del Crati (Barone et al., 1982). Ad est del bacino di Spartivento si estende l'Arco Calabro Esterno, con un insieme di strutture compressive orientate da NNE-SSW a N-S, interpretate come il prodotto di un accavallamento dell'Arco Calabro sulla piana abissale ionica (Rossi & Sartori, 1981).

Il **Bacino Crotonese** rappresenta la porzione orientale della Calabria centro-settentrionale, comprendente quella porzione di territorio calabro che si estende dal margine orientale del massiccio cristallino silano verso Est fino al mare Jonio, limitato a Sud dal Golfo di Squillace ed a Nord dalle colline di S. Nicola dell'Alto; esso è costituito da una serie di depositi neogenici che risultano separati, a Ovest, dal massiccio della Sila da una scalinata di faglie dirette ad andamento circa Nord-Sud; tale bacino risulta diviso in due parti dall'elemento trascorrente Est-Ovest di S. Nicola dell'Alto.



**Fig. 3 – Carta geologica del Bacino Crotonese (da vari autori)**



Nella porzione settentrionale affiorano, trasgressivi sul substrato metamorfico, depositi terrigeni di età serravalliano-tortoniana, cui si intercalano estese coltri gravitative costituite da litotipi del substrato cristallino (olistolite di S. Nicola dell'Alto); nel margine settentrionale del bacino nella serie solfifera sono intercalate lenti di Argille Varicolori (Argille Scagliose Crotonidi - Ogniben, 1955). Nella porzione meridionale sono conservati tutti i termini della successione neogenica, che si articola in almeno sei sequenze deposizionali separate da altrettante fasi tettoniche, databili rispettivamente al Serravalliano-Tortoniano, Tortoniano sup.-Messiniano basale, Messiniano sup., Pliocene inf., Pliocene medio e Pleistocene inf.-medio.

## **CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE**

---

In dettaglio, nel sito esaminato si rinvencono principalmente le seguenti 2 litologie:

- **Pa<sup>2,3</sup>** : Argille siltose da grigio-azzurre a grigio-chiare.
- **af**: alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente (con prevalenza di depositi a grana fine).

Dopo attento sopralluogo e dopo aver esaminato le risultanze delle prove eseguite in situ, si segnala la presenza in affioramento di depositi grossomodo omogenei a partire dal piano campagna fino a diversi metri di profondità e comunque fino alle profondità di interesse in relazione alle opere previste in progetto. Sia le prove DPM30 che la prova sismica di tipo M.A.S.W. evidenziano un graduale miglioramento delle caratteristiche dei terreni a partire dal piano campagna.

Per meglio comprendere gli spessori delle unità geologiche rinvenute sui diversi lotti di terreno esaminati, sono state prodotte n° 2 sezioni Geo-litologiche in scala 1:3.500 in cui si evidenziano gli spessori dei terreni affioranti.

Per quanto concerne la caratterizzazione geologica locale, per la progettazione delle opere, si può far riferimento a una unità geologica rappresentata da *Argille siltose da grigio-azzurre a grigio-chiare* i cui parametri geotecnici sono stati ricavati da una serie di prove Dpm30 eseguite in situ.

## **CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE**

---

Geomorfologicamente, a grande scala, l'area oggetto di studio si presenta come un leggero versante orientato in direzione O-E, che degrada dolcemente verso est fino al raggiungimento del mar Jonio. L'analisi morfologica evidenzia che la maggior parte delle superfici del bacino crotonese sono piane o a debole pendenza, sia nei fondo valle che lungo le superfici terrazzate; mentre le pendici dei rilievi si presentano con pendenze crescenti dal fondo valle fino alla sommità delle zone terrazzate. I versanti a maggiore acclività sono concentrati sia nelle aree caratterizzate litologicamente dalla copertura sabbioso-conglomeratica, poco litoide o carente, sia dove la formazione delle argille-marnose ha una matrice prevalentemente argillosa con assenza di vegetazione. Questi versanti, qualunque sia la loro pendenza topografica, sono tutti diffusamente soggetti a processi di erosione intensa la quale si svolge essenzialmente per due vie:

- erosione subaerea normale con forme a calanchi molto ramificati e infittiti;
- erosione in massa mediante fenomeni di frane (lame superficiali e colate) e di creep (scivolamento lento della coltre di terreno superficiale su interi versanti o gran parte di essi).

Il versante su cui sorge il parco fotovoltaico, presenta una pendenza sempre inferiore ai 10° ed è tagliato da larghe e dolci incisioni fluviali, per come meglio apprezzabile dagli allegati cartografici alla presente relazione.

I recinti dei pannelli fotovoltaici sono distribuiti in 2 principali aree: nella prima (porzione più a Nord) le pendenze sono praticamente nulle e il sito si presenta pianeggiante; una coppia di recinti è posta, invece, più a sud sulla parte finale di un leggero versante che degrada verso sud a pendenze medie di circa 4°. La sottostazione elettrica sorgerà in una porzione di terreno praticamente pianeggiante.

Dal sopralluogo effettuato non si segnalano forme di dissesto idrogeologico in atto o potenziali.

Dalla consultazione del database del catalogo delle faglie capaci del sistema ITHACA, risulta evidente che l'area di studio è priva di qualsiasi lineazione tettonica classificata.

## CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Il locale sistema idrografico, costituito da torrenti, presenta un andamento di tipo lineare di basso ordine gerarchico; esso si sviluppa, in loco, principalmente sulle formazioni sabbiose e argillose in affioramento.

Il sito in esame si trova all'interno della **Valle di Mezzaricotta** ed è ubicato nelle incisioni pianeggianti del **Fosso della Calcara** e del torrente denominato **Beviere di Petrarella**. I corsi idrici appena menzionati sono di basso ordine gerarchico, hanno portate generalmente irrisorie e si presentano talvolta in secca per lunghi periodi durante la stagione estiva.

Essendo la natura dei litotipi affioranti prettamente fine, il ruscellamento superficiale ne risulta facilitato e a seguito di eventi meteorici non sono rari eventi di piena, a volte anche improvvisi.



Fig. 4. Le frecce azzurre indicano rispettivamente il Fosso della Calcara (a nord) e il Beviere di Petrarella (a sud); i poligoni color verde indicano le recinzioni dell'impianto e il segmento rosso il cavidotto di collegamento.

L'incisione di tali reticoli è poco marcata, non si segnalano, infatti, orli di scarpata particolarmente accentuati. Le piccole incisioni lungo il versante sono attraversabili anche a piedi senza particolari difficoltà.

Le portate dei torrenti sono notevolmente influenzate dagli eventi meteorici; durante i periodi estivi e in particolar modo quelli siccitosi, i torrenti si presentano totalmente asciutti; al contrario, durante il periodo invernale/primaverile e a seguito di eventi meteorici presentano portate maggiori e un discreto trasporto di materiale detritico.

I parametri che regolano e condizionano la circolazione delle acque nel sottosuolo sono sostanzialmente: la permeabilità, la porosità, il grado di fratturazione, le discontinuità strutturali e l'alterazione. Il parametro più rappresentativo è senza dubbio la permeabilità, cioè la capacità di un mezzo a lasciarsi attraversare dall'acqua. Le rocce permeabili si distinguono essenzialmente in due categorie: rocce permeabili per porosità (permeabilità primaria) e rocce permeabili per fessurazione (permeabilità secondaria). La permeabilità primaria è dovuta alla presenza di vuoti tra i clasti delle rocce sedimentarie ed è regolata da un processo che avviene durante la formazione delle rocce sedimentarie stesse; la porosità secondaria, invece, è dovuta alla fessurazione delle rocce ed è regolata da processi post-genetici delle rocce (sedimentarie e non...). In allegato al presente studio, è stata prodotta la **Carta Idrogeologica** in scala 1:6.000 in cui le varie unità litologiche presenti nell'area sono state classificate in base al loro gradiente di permeabilità e in particolare si riscontrano due unità differenti:

#### LITOTIPI A PERMEABILITÀ MEDIO-ALTA

Nelle aree in esame sono presenti solo nelle cime collinari limitrofe aventi, in affioramento, conglomerati e sabbie. Queste formazioni, essendo costituite da sedimenti principalmente grossolani, risultano caratterizzate da una permeabilità primaria per porosità ( $10^{-2} < K < 10^{-4}$  m/sec), con medio alte caratteristiche di trasmissività.

Nell'ambito di questi depositi si distinguono orizzonti molto permeabili, dati dai livelli di ghiaia e sabbia a granulometria grossolana.

L'idrologia si sviluppa attraverso una circolazione idrica per falde abbastanza estese e in profondità con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alta permeabilità.

#### LITOTIPI A PERMEABILITÀ BASSA

Questa classe identifica tutta l'area impianti, caratterizzata principalmente da sedimenti argillosi. Sia la formazione **Pa<sup>2-3</sup>** che le alluvioni fissate **af** sono costituite da depositi principalmente

argillosi, e risultano caratterizzata da una scarsa permeabilità , con bassissime caratteristiche di trasmissività. La caratteristica principale dell'argilla è che la dimensione dei suoi pori è talmente piccola da non consentire il passaggio dell'acqua che viene praticamente trattenuta per ritenzione; ne deriva una circolazione idrica nulla o comunque trascurabile che favorisce il ruscellamento superficiale.

Dalle indagini effettuate non è stata rilevata la presenza della falda freatica, c'è da precisare che le prove sono state effettuate nel mese di agosto in uno dei periodi più secchi e caldi dell'anno; anche se non è stata rilevata falda freatica, è facile supporre, considerata la natura argillosa e delle litologie di valle, che a seguito di eventi meteorici e soprattutto nei periodi invernali, i terreni affioranti giungano facilmente a saturazione favorendo il formarsi sul piano campagna di diversi rigagnoli di acque che scorrono in modo piuttosto disordinato verso valle.

La realizzazione di cunette e canali di scolo per la regimazione delle acque superficiali risulta essere, quindi, di fondamentale importanza per la riuscita delle opere di cui in progetto.

Oltre alle varie considerazioni che si possono fare, è stato consultato il sito dell'ISPRA [http://sgi2.isprambiente.it/viewersgi2/?resource=wms%3Ahttp%3A//sgi2.isprambiente.it/arcgis/services/servizi/indagini464/MapServer/WMSserver%3Frequest%3DGetCapabilities%26service%3DWMS&title=ITA\\_Indagini\\_sottosuolo464#](http://sgi2.isprambiente.it/viewersgi2/?resource=wms%3Ahttp%3A//sgi2.isprambiente.it/arcgis/services/servizi/indagini464/MapServer/WMSserver%3Frequest%3DGetCapabilities%26service%3DWMS&title=ITA_Indagini_sottosuolo464#) , in cui sono riportati i dati di vari pozzi eseguiti su territorio nazionale.

Dalla consultazione del portale ,non si rileva la presenza di un pozzo nelle immediate vicinanze del sito; il pozzo più prossimo è spostato di circa 9 km più a nord.

Le caratteristiche del pozzo sopramenzionato, consultabili al seguente link: ([http://sgi2.isprambiente.it/indagini/scheda\\_indagine.aspx?Codice=174804](http://sgi2.isprambiente.it/indagini/scheda_indagine.aspx?Codice=174804) ) evidenziano la presenza di falde freatiche solo in corrispondenza di piccoli livelli sabbiosi all'interno dei terreni principalmente argillosi che caratterizzano l'intera area Crotona.

A seguito delle prove effettuate e della consultazione della banca dati ISPRA, si può tranquillamente affermare che non vi è circolazione idrica sotterranea rilevante per le opere in oggetto.

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 174804 Regione: CALABRIA Provincia: CROTONE Comune: SCANDALE Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 160,00 Quota pc slm (m): 125,00 Anno realizzazione: 1993 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): NO Portata esercizio (l/s): NO Numero falde: 5 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 0 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 12 Longitudine WGS84 (dd): 16,972669 Latitudine WGS84 (dd): 39,140350 Longitudine WGS84 (dms): 16° 58' 21.61" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 08' 25.26" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

**DIAMETRI PERFORAZIONE**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	160,00	160,00	500

**FALDE ACQUIFERE**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	20,00	60,00	40,00
2	65,00	70,00	5,00
3	73,00	80,00	7,00
4	84,00	104,00	20,00
5	145,00	160,00	15,00

**STRATIGRAFIA**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	17,00	17,00		SABBIE
2	17,00	20,00	3,00		ARGILLITI
3	20,00	60,00	40,00		SABBIE
4	60,00	65,00	5,00		SABBIE
5	65,00	70,00	5,00		ARGILLITI
5	70,00	73,00	3,00		ARGILLITI
7	73,00	80,00	7,00		SABBIE
8	80,00	84,00	4,00		ARGILLITI
9	84,00	104,00	20,00		SABBIE
10	104,00	140,00	36,00		ARGILLITI
11	140,00	145,00	5,00		SABBIE
12	145,00	160,00	15,00		ARGILLITI

**Fig. 5 - Lo schema in figura rappresenta le caratteristiche principali del pozzo in questione.**

Per quanto riguarda la piovosità Sulla base dei dati pubblicati dal Servizio Idrografico fino al 1980, Caloiero et al. (1990) hanno elaborato una carta in cui è riportata la distribuzione delle precipitazioni medie annue in Calabria. Per quanto riguarda invece la piovosità nei vari mesi, la Calabria è caratterizzata da un clima spiccatamente mediterraneo (marittimo). Il periodo piovoso si estende dall'autunno all'inizio della primavera, mentre nei mesi estivi le piogge sono molto ridotte. L'esame della distribuzione della piovosità nei vari mesi in Calabria consente di dedurre che il mese più piovoso sia dicembre (181 mm) seguito da gennaio (172 mm); il mese meno piovoso è luglio (16 mm) seguito da agosto (23 mm). Il 45 % della precipitazione annuale cade nei mesi di novembre, dicembre e gennaio. Dallo studio di Dionisio Caloiero et al., 1990 – Le Precipitazioni in Calabria 1921-80, i valori medi di precipitazioni sono per Crotona dell'ordine di 675 mm in 61 giorni.

Si riportano di seguito i valori pluviometrici rilevati nel sessantennio 1921-80, ricavabili dal Servizio Idrografico Italiano e dal Progetto V.A.P.I. – G.N.C.D.I. (Versace et al., 1989), relativi alle stazioni delle stazioni più vicine all'area di interesse e indicate nelle figura di seguito riportata. Si specifica tuttavia che nessuna di queste stazioni ricade nel sottobacino del T. Papaniciaro.

Cod.	Stazioni	Lat.	Long.	Quota m sul l.m.	Pioggia media annua (mm)	Pioggia media giorn. Max annuale (mm)	Giorni piovosi
4250	Acqua della Quercia	39,02	4,35	169	632	40,08	61
4251	Crotona	39,05	4,41	6	675	79,38	61
4254	Cutro	39,02	4,32	229	863	94,94	60
4258	S. Mauro	39,06	4,28	288	856	95,85	66
4259	Crepacuore	30,07	4,37	40	575	75,51	58

**Fig. 6 - Stazione pluviometriche interne al bacino del F. Esaro di Crotona**

## **INQUADRAMENTO P.A.I.**

Per quanto riguarda il sito in esame, sono stati analizzati i vincoli idrogeologici che potrebbero ricadere all'interno dello stesso e in particolare:

- PAI 2001 (comprensivo dei vari aggiornamenti fino al 2020)
- Zone di attenzione PGRA

IL PAI 2001, in breve, è il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (che rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo "L.356/00-L.267/98" e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria, pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo).

Le zone di attenzione contenute nelle mappe del PGRA sono, invece, relative alle aree soggette a modifica di perimetrazione e/o classificazione della pericolosità e rischio dei Piani di assetto Idrogeologico configurate nei progetti di varianti di aggiornamento dei PAI. In breve, qualora un sito ricada all'interno delle suddette aree di attenzione PGRA, si rendono necessari studi più approfonditi per la precisa classificazione dei livelli di pericolosità di alluvioni.

L'area oggetto della presente indagine non è sottoposta ad alcun vincolo idrogeologico, in particolare non ricade in zone a rischio geomorfologico ed idraulico R1, R2, R3 ed R4 del PAI 2001, tuttavia alcuni impianti ricadono in aree di attenzione PGRA (vedi allegato).

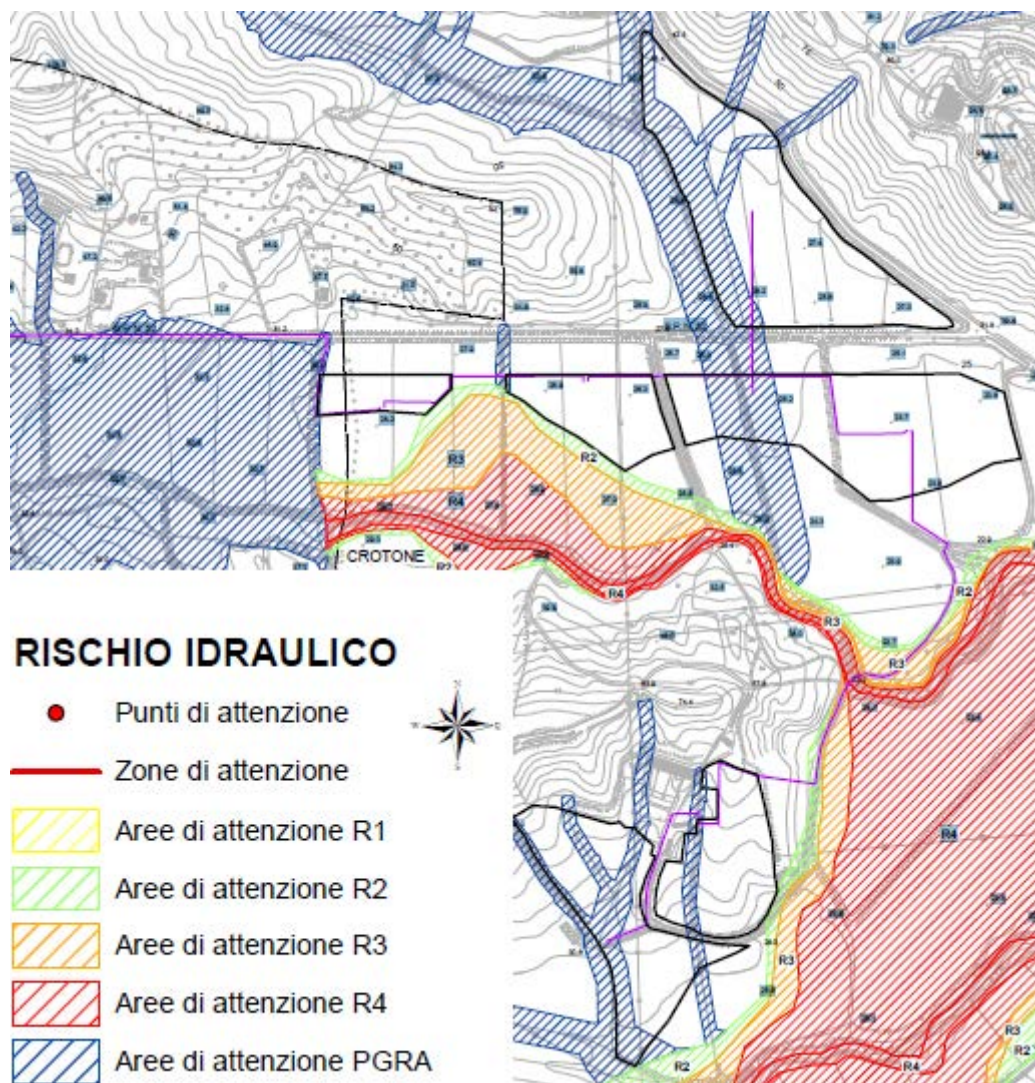


Fig. 7 - In figura è apprezzabile la dislocazione delle aree impianti (poligoni neri) esterna alle aree sottoposte a vincolo idraulico, ma tuttavia in parte interessate da aree di attenzione PGRA



## MODELLO GEOLOGICO

Per la definizione del *modello geologico* dell'area, sono state eseguite n° 3 prove sismiche di tipo MASW e n° 5 prove penetrometriche DPM30 all'interno del sito in esame; la figura seguente indica l'ubicazione delle prove effettuate.

Le indagini sono state ubicate all'interno del perimetro dell'area impianto in cui verranno installati pannelli fotovoltaici e in prossimità della futura sottostazione elettrica. Le aree esterne all'area impianti saranno caratterizzate dal solo passaggio del cavidotto fino alla sottostazione elettrica e di conseguenza escluse dall'indagine geognostica.

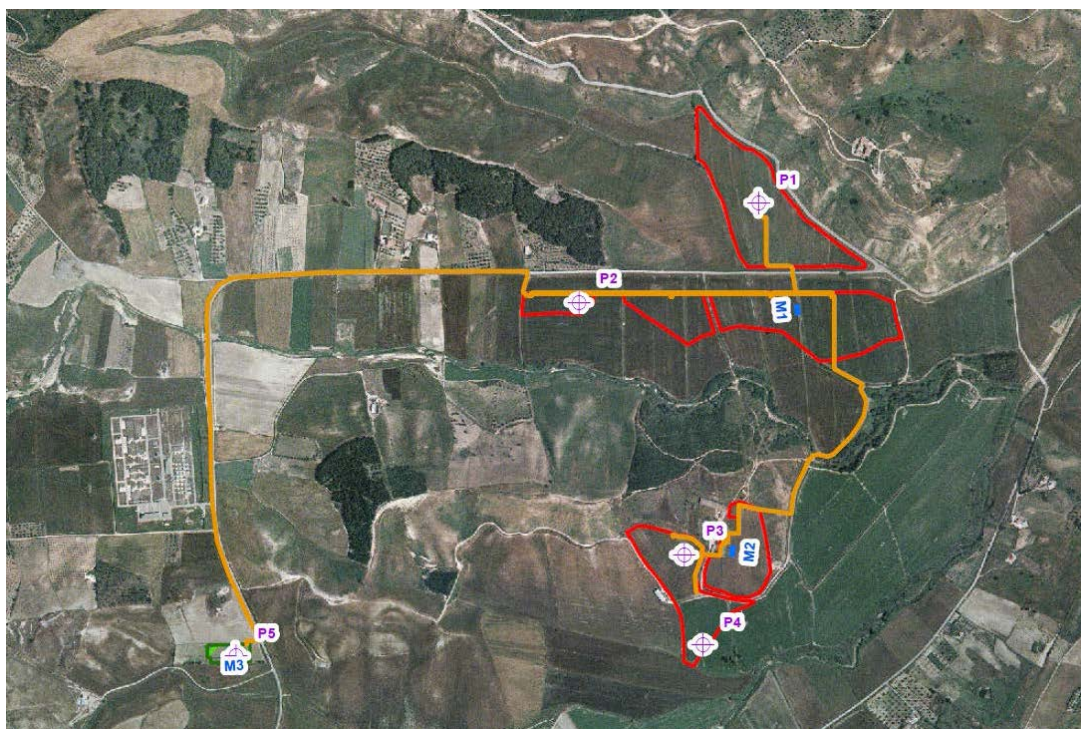


Fig. 8 – Ubicazione prove in situ, su base ortofoto

In generale il sito presenta un modello geologico piuttosto uniforme: tutte le prove sismiche di tipo M.A.S.W. hanno restituito dati simili, collocando il terreno nella Categoria C con Vs sempre inferiori ai 360 m/s. Le prove penetrometriche indicano depositi di scarsa consistenza con valori di angolo di attrito che nei primi metri di profondità non eccedono i 25°.

## CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Intrecciando le varie risultanze delle prove effettuate è stato possibile costruire un modello geologico con relativi parametri geotecnici che possono essere assimilati all'intera area in esame.

Nella tabella sono riportati i parametri geotecnici che meglio caratterizzano i terreni in loco:

### AREA IMPIANTI E SOTTOSTAZIONE

<b>Strato</b>	<b><math>\phi</math> (°)</b> <b>Picco</b>	<b>Cu (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> <b>Picco</b>	<b><math>\gamma</math></b> <b>(t/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Strato 1</b> : Argille siltose poco consistenti (dal piano campagna fino a 4 m di profondità)	22 - 24	0,15 – 0,20	1,70 - 1,85
<b>Strato 2</b> :: Argille siltose mediamente consistenti (a partire da 4 m di profondità)	25 - 30	0,20 – 0,30	1,90 - 2,10

Altri parametri geotecnici sono reperibili all'interno del report sulle indagini allegato alla presente relazione.

## SISMICITA' DELL'AREA

La caratterizzazione sismica del sito è un elemento necessario ai fini della modellazione geologica e della progettazione geotecnica degli interventi.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), ha dato conto dei principali terremoti registrati dalle diverse fonti di carattere storiografico, letterario e naturalistico nella pubblicazione del **DBMI15** - Database Macrosismico Italiano 2015, di cui a seguire si riporta, un estratto degli eventi sismici più significativi per l'area, negli ultimi anni.

## Scandale



PlaceID IT\_65042  
 Coordinate (lat, lon) 39.121, 16.960  
 Comune (ISTAT 2015) Scandale  
 Provincia Crotona  
 Regione Calabria  
 Numero di eventi riportati 24

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	<a href="#">🔗</a>	1744	03	21	20		Sila Piccola	29	8	5.74
6	<a href="#">🔗</a>	1783	03	28	18	55	Calabria centrale	323	11	7.03
8	<a href="#">🔗</a>	1832	03	08	18	30	Crotonese	99	10	6.65
5	<a href="#">🔗</a>	1836	04	25	00	20	Calabria settentrionale	44	9	6.18
6	<a href="#">🔗</a>	1905	09	08	01	43	Calabria centrale	895	10-11	6.95
6	<a href="#">🔗</a>	1908	12	28	04	20 27	Stretto di Messina	772	11	7.10
3	<a href="#">🔗</a>	1932	01	02	23	36	Ionio settentrionale	16	5	5.52
6	<a href="#">🔗</a>	1947	05	11	06	32 15	Calabria centrale	254	8	5.70
4	<a href="#">🔗</a>	1958	07	13	20	48	Sila Piccola	50	5-6	4.56
4	<a href="#">🔗</a>	1958	10	27	10	09	Catanzarese	62	5-6	4.59
2	<a href="#">🔗</a>	1990	01	24	03	51 0	Crotonese	21	5-6	3.26
5	<a href="#">🔗</a>	1990	01	24	04	45 0	Crotonese	63	5	4.43
NF	<a href="#">🔗</a>	1990	01	24	16	18 5	Crotonese	26	5-6	4.01
4-5	<a href="#">🔗</a>	1990	01	24	16	40 0	Crotonese	8	4-5	3.47
NF	<a href="#">🔗</a>	1990	05	05	07	21 2	Potentino	1375		5.77
3-4	<a href="#">🔗</a>	1991	04	24	13	22 1	Sila	48	5	4.04
NF	<a href="#">🔗</a>	1994	01	05	13	24 1	Tirreno meridionale	148		5.82
NF	<a href="#">🔗</a>	1994	03	26	00	41 1	Catanzarese	41	4-5	4.25
4-5	<a href="#">🔗</a>	1999	12	28	04	26 4	Crotonese	20	4-5	3.99
NF	<a href="#">🔗</a>	2004	04	17	05	14 1	Golfo di Squillace	126	4	4.21
NF	<a href="#">🔗</a>	2004	05	05	13	39 4	Isole Eolie	641		5.42
3	<a href="#">🔗</a>	2005	04	23	19	11 4	Costa calabra settentrionale	156	4	4.15
2-3	<a href="#">🔗</a>	2006	04	17	02	44 0	Costa calabra settentrionale	135	4-5	4.76
NF	<a href="#">🔗</a>	2006	06	22	19	34 5	Costa calabra settentrionale	161		4.70

### Legenda

**Int.** Intensità macrosismica, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg  
**NMDP** Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto  
**Io** Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg  
**Mw** Magnitudo momento

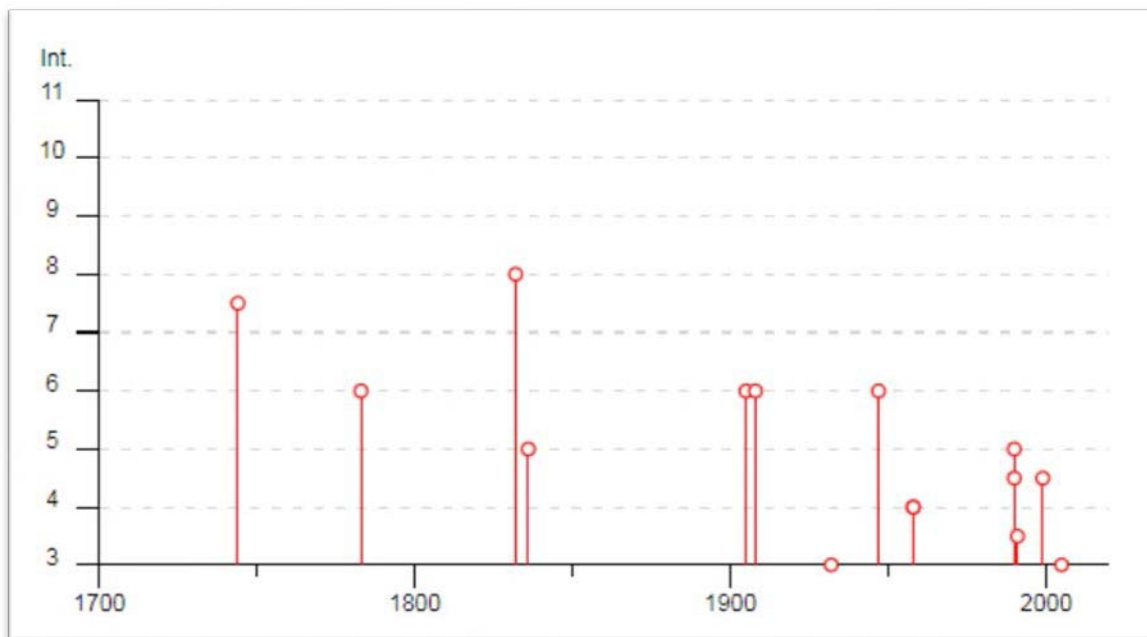


Fig. 9 - Rappresentazione grafica della storia sismica del Comune di Scandale - KR

## Crotone



PlaceID	IT_64660
Coordinate (lat, lon)	39.081, 17.128
Comune (ISTAT 2015)	Crotone
Provincia	Crotone
Regione	Calabria
Numero di eventi riportati	42

**Progetto definitivo impianto fotovoltaico denominato "Lucifero"  
Comune di Scandale (KR) e Comune di Crotona (KR)**

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
6-7	1638	03	27	15	05		Calabria centrale	213	11 7.09
8-9	1638	06	08	09	45		Crotonese	41	10 6.76
6-7	1744	03	21	20			Sila Piccola	29	8 5.74
6	1783	02	05	12			Calabria meridionale	356	11 7.10
7	1783	03	28	18	55		Calabria centrale	323	11 7.03
4-5	1822	07	14				Crotonese	4	6 4.63
8-9	1832	03	08	18	30		Crotonese	99	10 6.65
5	1836	04	25	00	20		Calabria settentrionale	44	9 6.18
3-4	1869	11	28				Vibonese	21	5-6 4.60
NF	1887	12	03	03	45		Calabria settentrionale	142	8 5.55
3	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	9 6.12
3	1901	12	13	00	10	22	Calabria	46	5 4.81
6-7	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11 6.95
NF	1907	10	23	20	28	19	Aspromonte	274	8-9 5.96
7	1908	12	28	04	20	27	Stretto di Messina	772	11 7.10
5	1913	06	28	08	53	02	Calabria settentrionale	151	8 5.64
NF	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10 6.67
5-6	1930	10	09	04	33	40	Ionio settentrionale	10	5 4.78
6	1932	01	02	23	36		Ionio settentrionale	16	5 5.52
5	1933	02	04	01	04		Crotonese	3	4 3.70
4	1947	05	11	06	32	15	Calabria centrale	254	8 5.70
NF	1953	02	25	00	07	46	Vibonese	56	5-6 4.88
NF	1958	10	27	10	09		Catanzarese	62	5-6 4.59
5-6	1973	04	13	08	12	57	Sila Piccola	19	6 4.62
5	1974	04	21	04	00	0	Costa crotonese	1	3.55
4	1977	08	15	21	10	3	Calabria centrale	37	5.21
2	1980	03	01	19			Catanzarese	20	5 4.36
4	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.81
4	1988	04	13	21	28	2	Golfo di Taranto	272	6-7 4.86
4-5	1990	01	24	03	51	0	Crotonese	21	5-6 3.26
4-5	1990	01	24	04	45	0	Crotonese	63	5 4.43
3	1990	01	24	16	18	5	Crotonese	26	5-6 4.01
3	1990	01	24	16	40	0	Crotonese	8	4-5 3.47
NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375	5.77
2-3	1991	04	24	13	22	1	Sila	48	5 4.04
NF	1994	03	26	00	41	1	Catanzarese	41	4-5 4.25
4	1999	12	28	04	26	4	Crotonese	20	4-5 3.99
NF	2001	05	17	11	43	0	Tirreno meridionale	206	4 4.97
3-4	2004	04	17	05	14	1	Golfo di Squillace	126	4 4.21
3	2005	04	23	19	11	4	Costa calabro settentrionale	156	4 4.15
3	2006	04	17	02	44	0	Costa calabro settentrionale	135	4-5 4.76
NF	2006	06	22	19	34	5	Costa calabro settentrionale	161	4.70

### Legenda

<b>Int.</b>	Intensità macrosismica, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg
<b>NMDP</b>	Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto
<b>Io</b>	Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg
<b>Mw</b>	Magnitudo momento

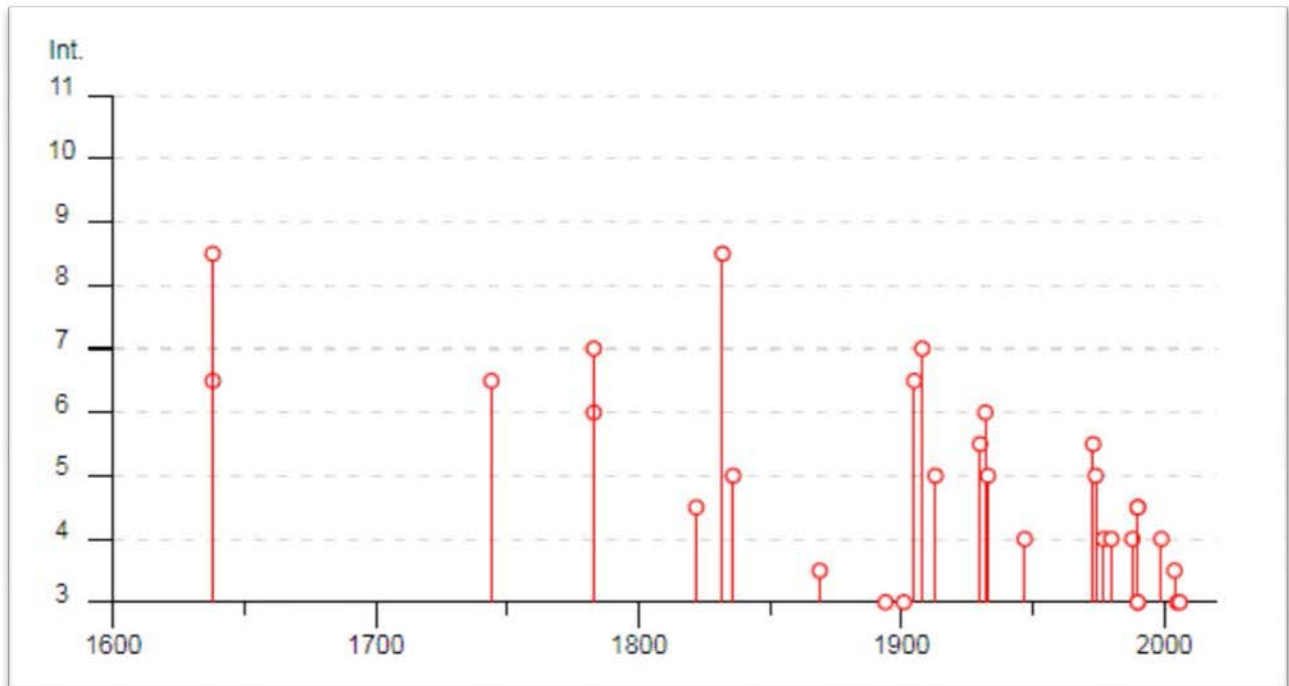


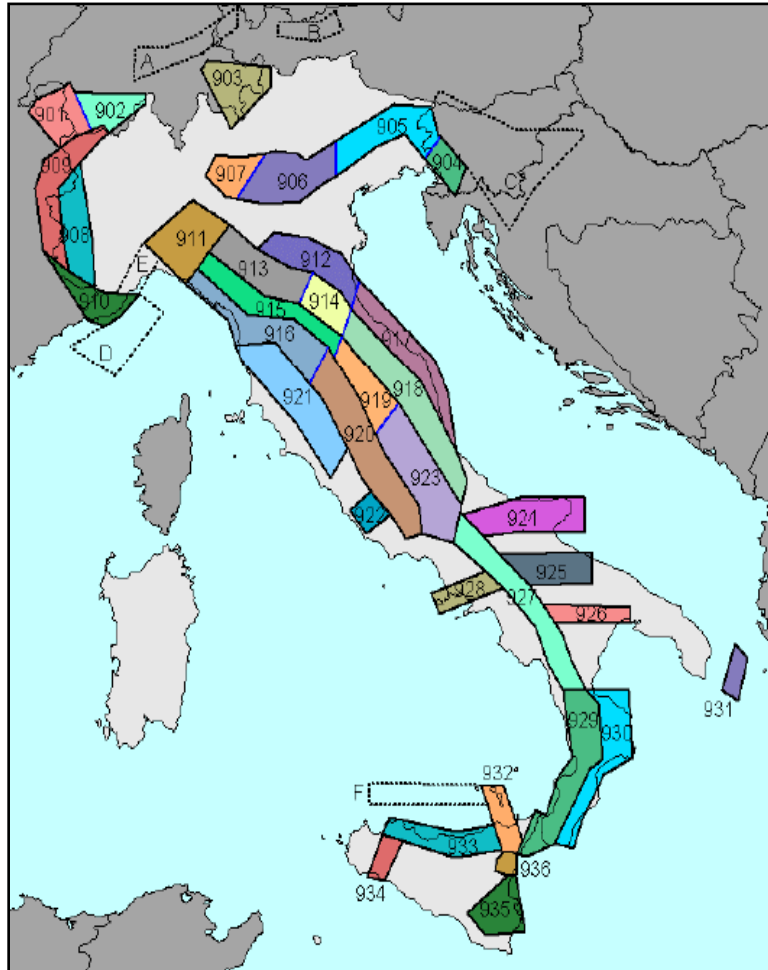
Fig. 10 - Rappresentazione grafica della storia sismica del Comune di Crotona - KR

### **NORMATIVA SISMICA**

Per quanto attiene alla caratterizzazione sismica dell'area oggetto d'intervento, si fa riferimento al DM 17/01/2018, che riprende l'O.P.C.M. 3274/2003, che prevede la definizione di una pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione massima prevista su substrato di riferimento, su cui è stata creata una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche. L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, ha promosso nel luglio del 2003 la redazione della mappa; in particolare è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9 (Meletti et al., 2008), a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4 (Meletti et al., 2000) alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni. La ZS9 è corredata, per ogni Zona Sismogenetica, da un meccanismo focale prevalente e da un valore di profondità media dei terremoti, determinati nella prospettiva di un loro utilizzo con le relazioni di attenuazione. La zonazione sismogenetica ZS9 è il risultato di modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone sismogenetiche della ZS4 e dell'introduzione di nuove zone.

Riassumendo, nella ZS9 le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche s'innestano sul quadro di evoluzione cinematica plio–quaternaria su cui si basava la ZS4. Tuttavia, l'elaborazione della ZS9 si fonda su una base informativa decisamente più ricca e affidabile di quella disponibile all'epoca della prima realizzazione della ZS4.

La zonazione è costituita da 36 zone–sorgente, cui vanno aggiunte 6 zone–sorgente per le quali non è valutata però la pericolosità sismica.



**Fig. 11 - Zonazione Sismogenetica ZS9**

La zona che interessa l'area in esame è la 930, che fa parte del complesso "Calabria" (zone 929 e 930). L'esistenza di queste due distinte zone, rispecchia livelli di sismicità ben differenti. I terremoti con più elevata magnitudo hanno infatti interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo stretto di Messina (zona 929). Tra questi eventi spiccano la sequenza del 1783 e i terremoti del 1905 e 1908. Viceversa sul lato ionico della Calabria (zona 930), solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6, e tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte verificatosi. Peraltro recenti studi paleosismici (Galli e Bosi, 2003) porrebbero l'evento del 9 giugno 1638 in relazione con la faglia dei Laghi posta sulla Sila.

L'O.P.C.M. 3274/2003 prevede anche una pericolosità dipendente dalle caratteristiche geologiche del sito, espressa secondo il concetto di categoria di suolo di fondazione, che a sua volta si basa sulla concetto di  $V_{s,30}$ , ovvero di velocità equivalente delle onde S nei primi 30 m di spessore. Tale parametro è determinato tramite indagini geofisiche oppure tramite indagini geotecniche che forniscono il valore di  $N_{spt}$ .

In base alle Nuove norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018, emesse ai sensi delle leggi 05/11/1971 n. 1086, 02/02/1974 n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. 06/06/2001 n. 380, e all'art. 5 del decreto legge 28/05/2004 n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27/07/2004 n. 186 e ss. mm. ii, si definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso d'incendio, e di durabilità. Esse forniscono, quindi, i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

In particolare, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La definizione di "pericolosità sismica di base" è espressa in termini di accelerazione orizzontale massima prevista su substrato di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (bedrock, suolo A), nonché in ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione in essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_vR$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Ai fini della suddetta normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_vR$ , a partire dai seguenti valori dei parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ag** accelerazione orizzontale massima al sito;
- Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- Tc** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



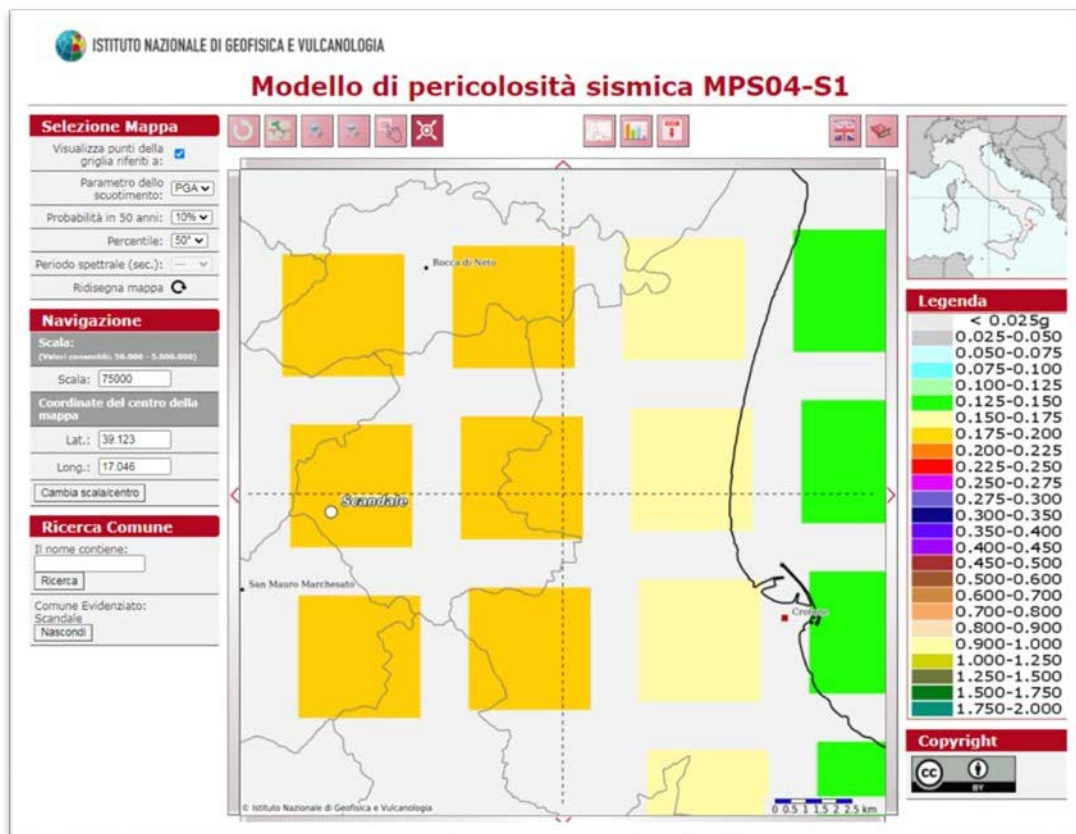
La zona investigata ricade nell'ambito dei territori Comunali di Scandale e Crotona che, in base alla classificazione sismica nazionale (O.P.C.M. 2003), rientra in **zona 2**.

<i>zona sismica</i>	<i>Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]</i>	<i>Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]</i>
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

**Fig. 12 - Valori di accelerazione orizzontale nelle zone sismiche**

Sulla base della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, il territorio in questione si colloca in un'area in cui si possono verificare valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni, compresi tra 0.15 e 0.25 ag/g.

Si riporta il risultato della consultazione tramite il sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it> della mappa probabilistica della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa su una griglia regolare a passo 0.02°, relativamente al parametro dello scuotimento rappresentato da ag (accelerazione orizzontale massima del suolo).



**Fig. 13 - Stralcio della mappa interattiva di pericolosità sismica dei territori di Scandale e Crotona. I punti visualizzati si riferiscono a: parametro dello scuotimento  $a(g)$ ; probabilità di superamento del 10% in 50 anni.**

## SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE ED EFFETTI DI SITO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi; in assenza di tali analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, attraverso la misura delle Vs. In particolare si valuta:

- **Effetti Stratigrafici** legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- **Effetti Topografici** legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

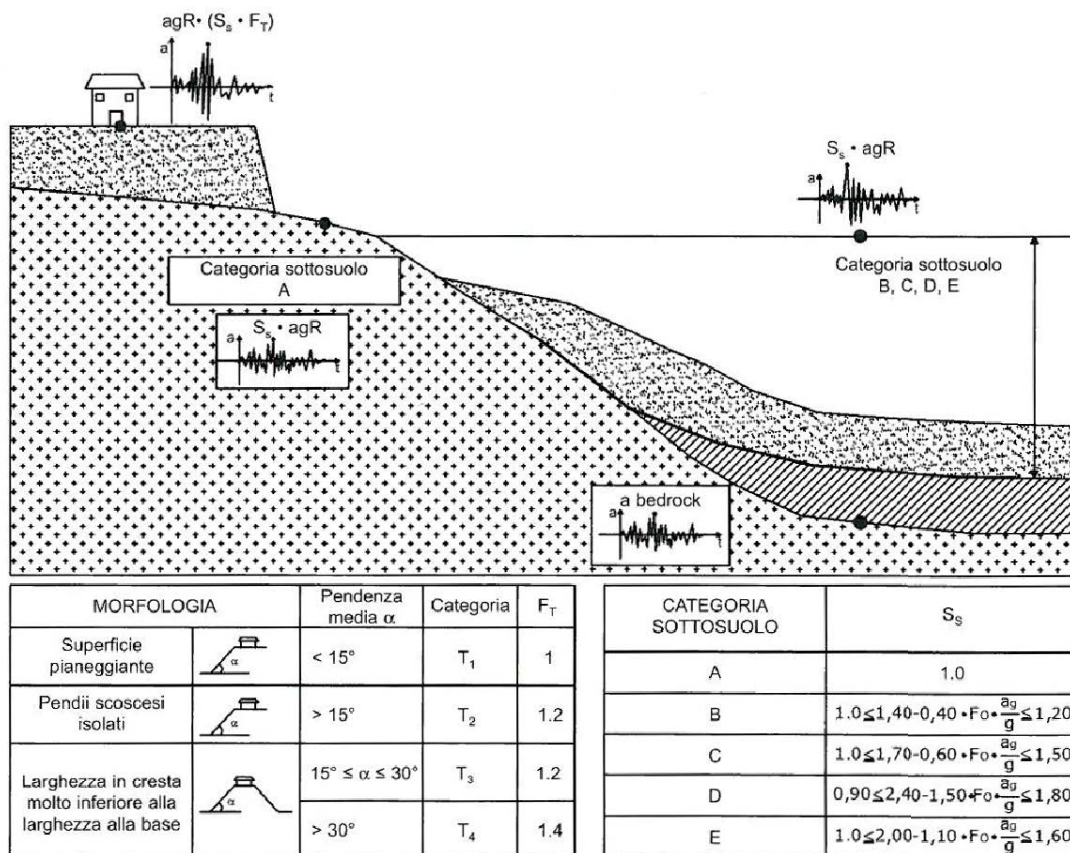


Fig. 14 - Rappresentazione schematica del significato delle accelerazioni, delle classi di categoria di suolo e del fattore topografico (da Microsism - procedure automatiche di microzonazione sismica, Giulio Riga)

### Effetti stratigrafici

L'amplificazione stratigrafica è attesa su suoli di categoria diversa da A, caratterizzati da  $V_s < 800$  m/s e spessori  $>$  di 3 metri. Qualsiasi tipologia di suolo (roccia o deposito quaternario) che possiede  $V_s > 800$  m/s rientra, invece, nella categoria A ed è considerata bedrock sismico, quindi non in grado di generare amplificazione stratigrafica. Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si individuano le seguenti categorie di sottosuolo:

Categorie	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>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.</i>

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$  può essere calcolato in funzione dei valori di  $F_0$  e  $a_g/g$ , mediante le seguenti espressioni:

Categoria	$S_s$
A	1
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 a_g/g \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 a_g/g \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 F_0 a_g/g \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 a_g/g \leq 1,60$

nelle quali:

$F_0$  = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale; ha valore minimo pari a 2.2.

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno su sito di riferimento rigido orizzontale;

$g$  = accelerazione di gravità.

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

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

Dove:

$h_i$  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.

In base alla prospezione sismica effettuata per l'area in cui è stata eseguita la prova **(M1)**, è scaturito un valore di  $V_{S,eq}$  di **231.45 (m/s)**; per l'area in cui è stata effettuata la prospezione sismica **(M2)**, è scaturito un valore di  $V_{S,eq}$  di **308.27 (m/s)**, infine, per l'area dove sorgerà la sottostazione elettrica, invece, in base alla prospezione sismica effettuata **(M3)**, è scaturito un valore di  $V_{S,eq}$  di **233.34 (m/s)**, pertanto, tutti i terreni interessati possono essere classificati come di **Categoria C**.

### **Effetti topografici**

La focalizzazione (o concentrazione) delle onde sismiche in corrispondenza di creste, cime o cigli di scarpata è il fenomeno che sta alla base della cosiddetta "amplificazione topografica". L'amplificazione topografica è massima in corrispondenza di linee di cresta/cigli di scarpata e poi decresce con modelli complessi allontanandoci da esse.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

a cui corrispondono i seguenti valori del coefficiente topografico:

Categoria	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S <sub>T</sub>
T1	-	1,00
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,20
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,20
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,40

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Considerando che le aree interessate dall'installazione dei pannelli fotovoltaici sono rispettivamente a pendenza media di 4° (zona più a sud) e sub-pianeggiante (zona a Nord), si può concludere, che la categoria topografica di pertinenza è la **T1**: "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".

Per quanto riguarda la sottostazione elettrica, essa sorgerà su di un area pianeggiante, quindi si può concludere, che la categoria topografica di pertinenza è la **T1**: "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".

## **STABILITA' DEL PENDIO**

---

Ricordando quanto detto nel paragrafo *caratteristiche geomorfologiche* al quale si rimanda esplicitamente, è possibile classificare il sito come di Categoria topografica T1 in quanto le pendenze medie del versante (4°) sono sempre inferiori ai 15° per come previsto dalla normativa vigente. I versanti caratterizzati da categoria topografica T1 in genere sono favorevoli alla stabilità. Per la buona riuscita delle opere di cui in progetto e per scongiurare l'innescio di movimenti franosi, risulta di fondamentale importanza una corretta regimazione delle acque superficiali e di ruscellamento, mediante specifiche opere di presidio idraulico (vespai, canalizzazioni ecc) da estendere adeguatamente attorno all'area d'interesse, con il loro recapito fino agli elementi naturali e/o artificiali più vicini e sicuri.

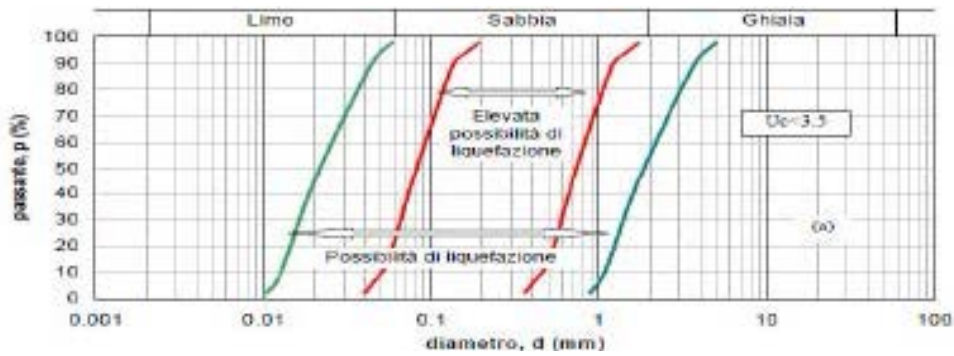
## **POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

---

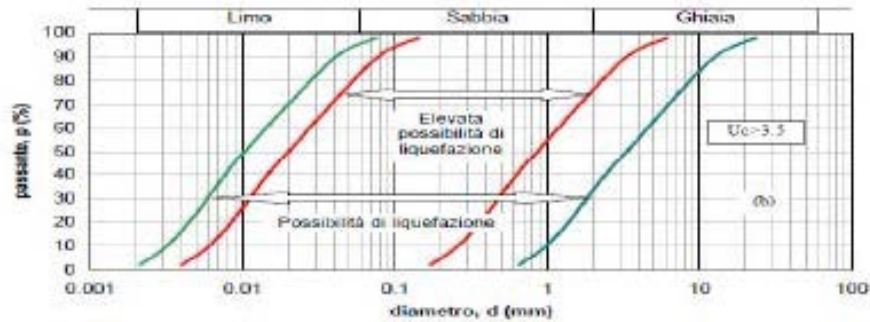
Le "Norme tecniche per le costruzioni" del 2018 (D.M. 17.01.2018), al § 7.11.3.4, "stabilità nei confronti della liquefazione", forniscono la seguente definizione nei riguardi di tale possibile manifestazione: "fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate".

Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero. In questo contesto, il problema principale che si pone in fase di progettazione è la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie, ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine lino-argillosa. In riferimento al § 7.11.3.4.2, "Esclusione della verifica a liquefazione", della sopracitata normativa, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura successiva a nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura b nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



a. Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  (da AGI, 2005).



b. Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$  (da AGI, 2005).

Nel caso dell'area in esame non si ritiene possano sussistere le condizioni per il verificarsi del fenomeno di liquefazione sia per la natura prettamente argillosa dei terreni in loco (un'eventuale analisi granulometrica avrebbe posto la curva caratteristica dei terreni affioranti esterna alle fasce suscettibili a liquefazione dei grafici di cui sopra) che per le profondità della falda freatica superiore ai 15 m dal piano campagna.

## **CONCLUSIONI**

---

Il presente studio geologico è stato redatto, su incarico della società **New Developments s.r.l.**, al fine di definire le condizioni geolitologiche, geomorfologiche, idrologiche, geomeccaniche e sismologiche di un'area interessata dal **Progetto definitivo impianto fotovoltaico denominato "Lucifero"** - Comuni di Scandale (KR) e Crotona (KR).

In considerazione delle finalità di progetto, si possono effettuare le seguenti considerazioni conclusive:

- Dal punto di vista geologico è possibile definire il seguente modello per l'area d'interesse:

### **Area impianti e sottostazione**

- Argille siltose poco consistenti - spessore di circa 4,00 m;
- Argille siltose mediamente consistenti - spessore superiore ai 20 m;

Dal punto di vista geomorfologico l'area in oggetto si presenta in parte pianeggiante e in parte collinare con pendenza media di 4° (Categoria Topografica T1);

- All'interno della cartografia P.A.I., per l'area di interesse, non sono catalogati movimenti franosi; l'area impianti borda alcune aree a rischio idrogeologico e in alcuni punti è caratterizzata dalla presenza di aree di attenzione PGRA.
- Dal punto di vista idrogeologico il sistema idrografico, costituito da piccoli canali, presenta un andamento di tipo lineare di bassissimo ordine gerarchico e si sviluppa in loco sulle formazioni argillose, la falda si attesta a diversi metri di profondità dal p.c.;
- Dal punto di vista geotecnico i parametri utili ai fini della progettazione degli interventi in oggetto vengono elencati nel capitolo "*caratterizzazione geotecnica*".
- Dal punto di vista sismico, il territorio di Scandale e Crotona, ricade in una zona con accelerazione sismica su substrato di riferimento (bedrock, suolo A) compreso tra 0,150 e 0,250  $a_g/g$ , collocando il territorio comunale in "Zona Sismica 2". Dalle risultanze della M.A.S.W effettuata, la categoria del sottosuolo è riconducibile alla Classe C (velocità equivalente compresa tra 180 m/s e 360 m/s).
- Il rischio per l'area interessata è quello della formazione di piccoli pantani a seguito di eventi meteorici intensi, anche in considerazione della natura argillosa e poco permeabile dei terreni in loco; per scongiurare questo scenario diventa di fondamentale importanza



una corretta regimazione delle acque superficiali e di ruscellamento, mediante la realizzazione di specifiche opere di presidio idraulico (vespai, canalizzazioni ecc) da estendere adeguatamente attorno all'area d'interesse, con il loro recapito fino agli elementi naturali e/o artificiali più vicini e sicuri.

Il geologo

Dott. Eugenio Martire

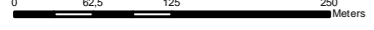


The image shows a handwritten signature in black ink that reads "Eugenio Martire". To the right of the signature is a blue circular professional stamp. The stamp contains the following text: "ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE CALABRIA" around the perimeter, "DOTT. GEOL. EUGENIO MARTIRE" in the center, and "ALBO N° 119" at the bottom. There is a small globe icon at the bottom center of the stamp.

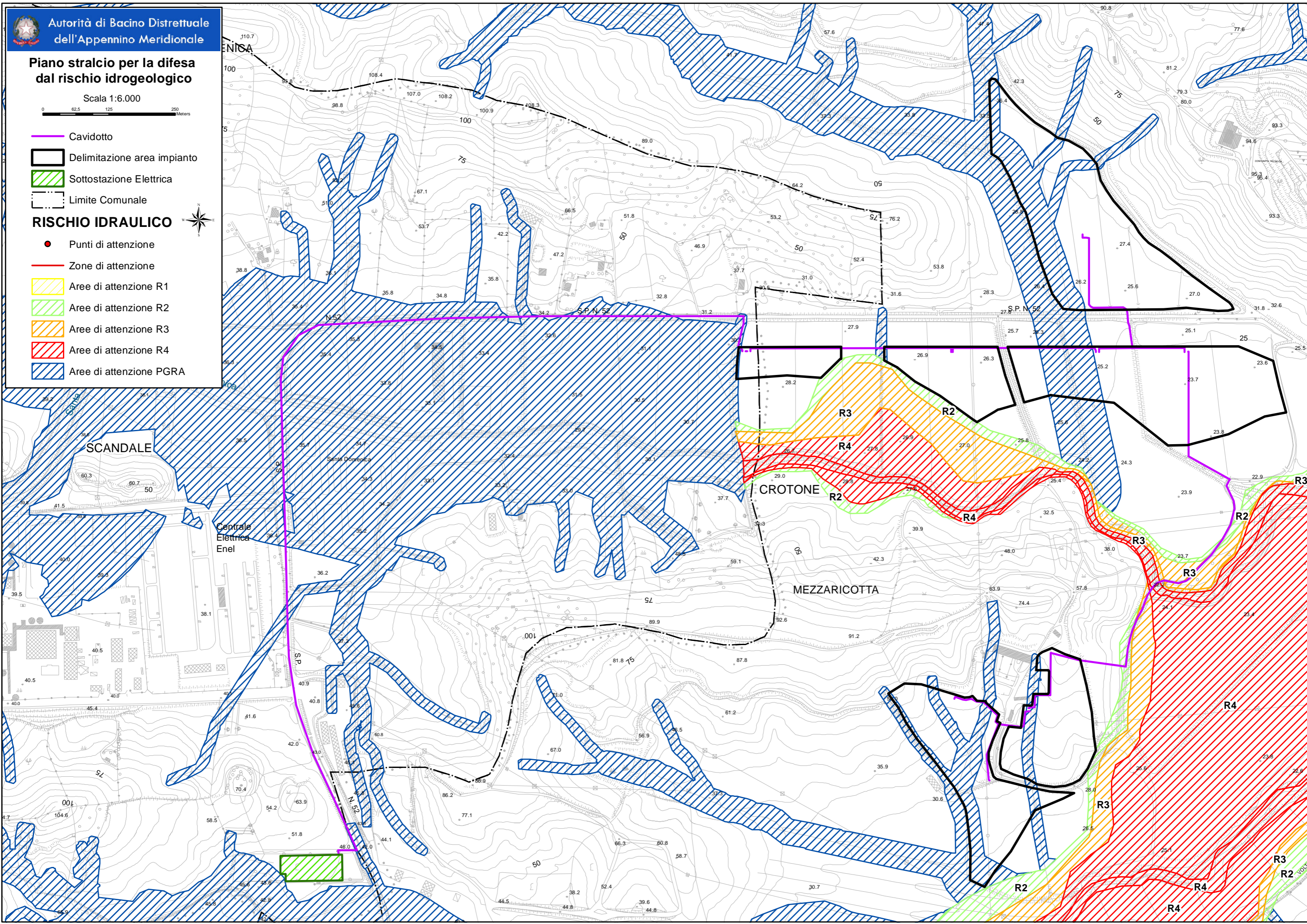
## **ALLEGATI**

Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico

Scala 1:6.000



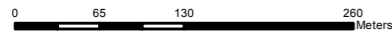
- Cavidotto
- Delimitazione area impianto
- Sottostazione Elettrica
- Limite Comunale
- RISCHIO IDRAULICO**
  - Punti di attenzione
  - Zone di attenzione
  - Aree di attenzione R1
  - Aree di attenzione R2
  - Aree di attenzione R3
  - Aree di attenzione R4
  - Aree di attenzione PGRA



REGIONE CALABRIA

Assessorato Urbanistica e Governo del Territorio  
CENTRO CARTOGRAFICO REGIONALE  
STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE

Scala 1:6.000



Cavidotto

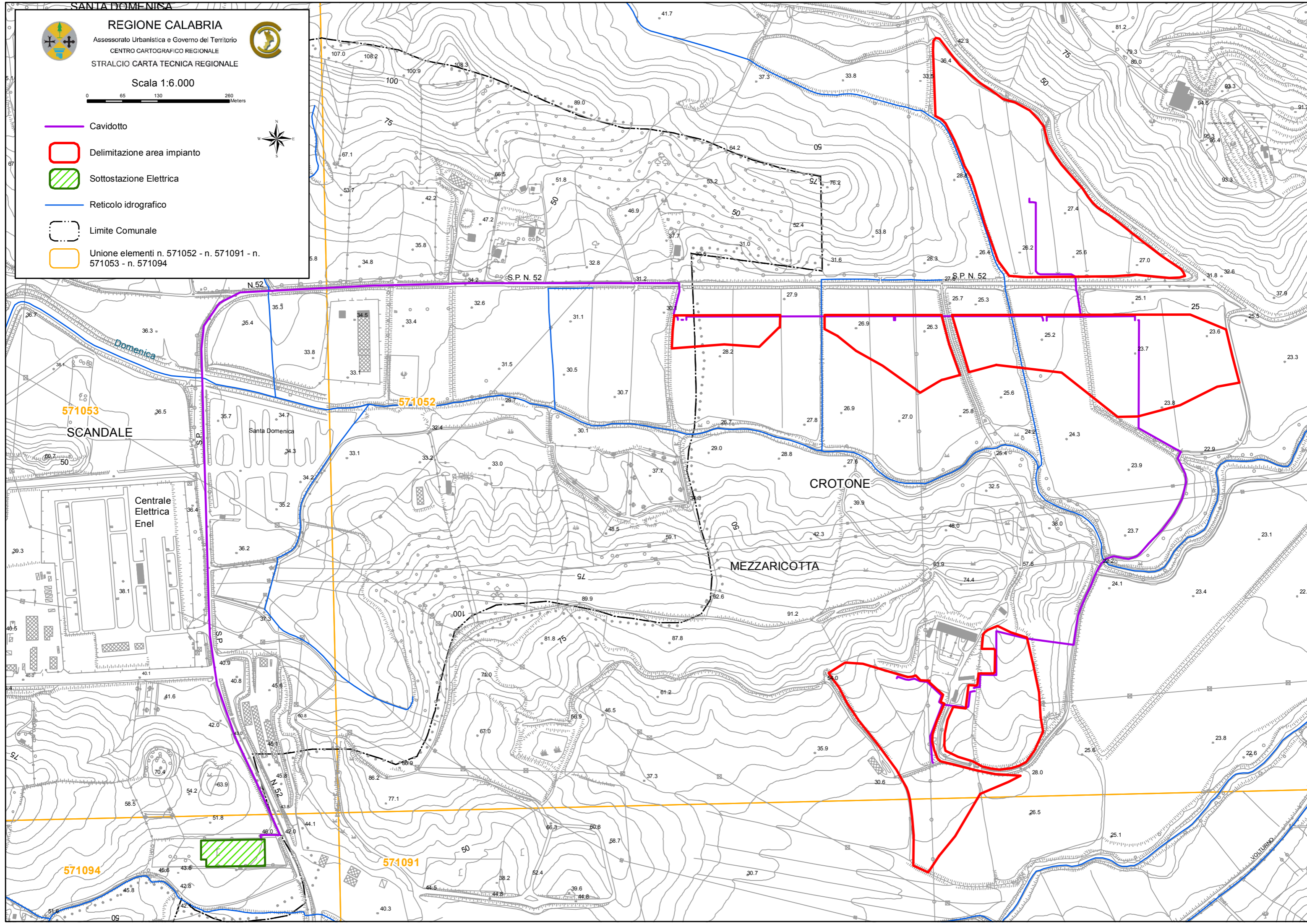
Delimitazione area impianto

Sottostazione Elettrica

Reticolo idrografico

Limite Comunale

Unione elementi n. 571052 - n. 571091 - n. 571053 - n. 571094



571053

SCANDALE

Centrale Elettrica Enel

571094

571052

571091

CROTONE

MEZZARICOTTA

VOLTURNO

# Studio Geologico di **LUCIA Vincenzo**

Via Petrozza, 28

87046 MONTALTO UFFUGO (CS)

Tel. 328 1343267 - vincenzo.lucia@yahoo.it

**Geolo*i*Cal**  
www.geologicalaltervista.org

## OGGETTO

**Progetto definitivo impianto fotovoltaico**

## ELABORATO

**RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI**

### COMMITTENTE:

NEW DEVELOPMENTS s.r.l.

### LOCALITA' ESECUZIONE INDAGINI:

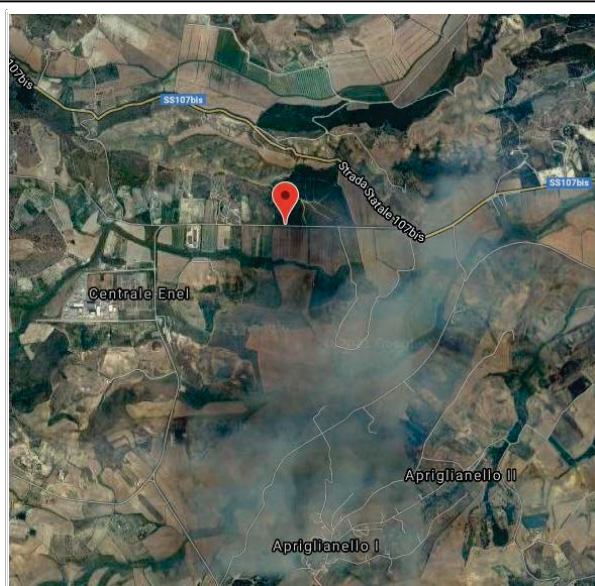
SCANDALE (KR) e CROTONE (KR)

### DATA ESECUZIONE INDAGINI:

24 AGOSTO 2021

### IL TECNICO:

Dott. Geol. Vincenzo LUCIA



## INDICE

PREMESSA.....	2
DESCRIZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA .....	2
ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DPM_1 (P1).....	9
ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DPM_2 (P2).....	14
ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DPM_3 (P3).....	18
ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DPM_4 (P4).....	22
ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DPM_5 (P5).....	27
DESCRIZIONE INDAGINE GEOFISICA MASW .....	32
ELABORAZIONE INDAGINE MASW_1 (M1).....	34
ELABORAZIONE INDAGINE MASW_2 (M2).....	40
ELABORAZIONE INDAGINE MASW_3 (M3).....	46
REPERTORIO FOTOGRAFICO DELLE INDAGINI.....	52

### ALLEGATI

- Carta ubicazione indagini in scala 1:6.000

## Premessa

Su incarico della società **New Developments S.r.l.**, in riferimento al: **Progetto definitivo impianto fotovoltaico**, il sottoscritto Geologo Vincenzo LUCIA, ha eseguito in data 24/08/2021, una campagna di indagini geognostiche costituita da:

- n° 5 prove penetrometriche dinamiche DPM30 (P1÷P5);
- n° 3 prospezione sismica di tipo MASW (M1÷M3).

Le prove penetrometriche hanno consentito la determinazione della stratigrafia dei litotipi e la determinazione indiretta dei parametri geotecnici del sottosuolo.

La prospezione sismica di tipo MASW ha consentito di definire la velocità media delle onde S nei primi metri di profondità. La misura delle Vs è di fondamentale importanza per la caratterizzazione del sottosuolo di un sito secondo quanto previsto dalle recenti normative antisismiche (O.P.C.M. 3274/03; O.P.C.M. 3431/05; D.M. 17 gennaio 2018).

Tutte le informazioni di natura tecnica relative alle indagini eseguite unitamente all'interpretazione litologica e stratigrafica non sono commentate nella presente relazione di sintesi.

## Descrizione prova penetrometrica dinamica

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infingere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

**Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:**

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A = 10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A = 10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H = 0.75$  m, avanzamento  $\delta = 30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A = 20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
massa battente  $M = 63.5$  kg, altezza caduta  $H = 0.75$  m, avanzamento  $\delta = 20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

**Correlazione con N<sub>spt</sub>**

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- $\delta$  = passo di avanzamento.



## Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);  
e = infissione media per colpo ( $\delta/N$ );  
M = peso massa battente (altezza caduta H);  
P = peso totale aste e sistema battuta.

## Calcolo di (N<sub>1</sub>)<sub>60</sub>

(N<sub>1</sub>)<sub>60</sub> è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa/\sigma^2_{vo})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_S \times C_T \times C_d$$

ER/60: Rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.  
C<sub>S</sub>: Parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).  
C<sub>d</sub>: Funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).  
C<sub>T</sub>: Parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

## Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

## Valutazioni statistiche e correlazioni

### Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

#### *Media*

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### *Media minima*

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media + s**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media - s**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Distribuzione normale R.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove  $s_{N_{spt}}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

**Distribuzione normale R.N.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di  $N_{spt}$  distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove  $n$  è il numero di letture.

## **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione  $d = 1$  mt.

## **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda**

$N_{spt}$  corretto =  $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

### **Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.

- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38° ).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### **Densità relativa (%)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### **Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### **Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Peso di volume saturo**

- Terzaghi-Peck 1948-1967

#### **Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

#### **Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

**Velocità onde di taglio**  $V_s$  (m/sec)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

**Modulo di deformazione di taglio** ( $G$ )

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

**Modulo di reazione** ( $K_0$ )

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

**Resistenza alla punta del Penetrometro Statico** ( $Q_c$ )

- Robertson 1983  $Q_c$

## Correlazioni geotecniche terreni coesivi

**Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$  , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  min-max.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$  , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , ( $C_u$ - $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

**Resistenza alla punta del Penetrometro Statico** ( $Q_c$ )

- Robertson 1983  $Q_c$

**Modulo Edometrico-Confinato** ( $M_0$ )

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_0$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte (  $N_{spt} < 30$ ) medie e molli (  $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt}=6-12$ ).

**Modulo Di Young** ( $E_Y$ )

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

**Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

**Peso di Volume**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

**Peso di volume saturo**

- Meyerhof ed altri.

**Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)**

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.761
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

**Classificazione ISSMFE (1988) delle sonde Penetrometriche dinamiche**

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa battente in Kg
Leggero	DPL (Light)	M<10
<b>Medio</b>	<b>DPM (Medium)</b>	<b>10&lt;M&lt;40</b>
Pesante	DPH (Heavy)	40<M<60
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	M>60

## Elaborazione Prova Penetrometrica DPM\_1 (P1)

### Coordinate WGS 84

**Latitudine** | 39.109096  
**Longitudine** | 17.055797

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
Prova eseguita in data  
Profondità prova 5.20 mt  
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	8	0	0.857	22.89	26.72	1.14	1.34
0.20	9	0	0.855	25.69	30.06	1.28	1.50
0.30	8	0	0.853	22.78	26.72	1.14	1.34
0.40	9	0	0.851	25.57	30.06	1.28	1.50
0.50	9	0	0.849	25.51	30.06	1.28	1.50
0.60	10	0	0.847	28.29	33.40	1.41	1.67
0.70	11	0	0.845	31.05	36.73	1.55	1.84
0.80	10	0	0.843	28.16	33.40	1.41	1.67
0.90	9	0	0.842	24.00	28.52	1.20	1.43
1.00	11	0	0.840	29.27	34.86	1.46	1.74
1.10	10	0	0.838	26.56	31.69	1.33	1.58
1.20	11	0	0.836	29.15	34.86	1.46	1.74
1.30	9	0	0.835	23.80	28.52	1.19	1.43
1.40	11	0	0.833	29.03	34.86	1.45	1.74
1.50	10	0	0.831	26.34	31.69	1.32	1.58
1.60	7	0	0.830	18.40	22.18	0.92	1.11
1.70	5	0	0.828	13.12	15.85	0.66	0.79
1.80	5	0	0.826	13.09	15.85	0.65	0.79
1.90	5	0	0.825	12.43	15.08	0.62	0.75
2.00	5	0	0.823	12.41	15.08	0.62	0.75
2.10	5	0	0.822	12.39	15.08	0.62	0.75
2.20	5	0	0.820	12.36	15.08	0.62	0.75
2.30	6	0	0.819	14.81	18.09	0.74	0.90
2.40	9	0	0.817	22.17	27.14	1.11	1.36
2.50	8	0	0.816	19.67	24.12	0.98	1.21
2.60	8	0	0.814	19.64	24.12	0.98	1.21
2.70	11	0	0.813	26.96	33.17	1.35	1.66
2.80	10	0	0.811	24.46	30.15	1.22	1.51

2.90	6	0	0.810	13.98	17.25	0.70	0.86
3.00	5	0	0.809	11.63	14.38	0.58	0.72
3.10	5	0	0.807	11.61	14.38	0.58	0.72
3.20	5	0	0.806	11.59	14.38	0.58	0.72
3.30	5	0	0.805	11.57	14.38	0.58	0.72
3.40	6	0	0.803	13.86	17.25	0.69	0.86
3.50	7	0	0.802	16.15	20.13	0.81	1.01
3.60	7	0	0.801	16.12	20.13	0.81	1.01
3.70	10	0	0.800	22.99	28.75	1.15	1.44
3.80	11	0	0.798	25.25	31.63	1.26	1.58
3.90	12	0	0.797	26.29	32.98	1.31	1.65
4.00	14	0	0.746	28.70	38.47	1.44	1.92
4.10	14	0	0.745	28.66	38.47	1.43	1.92
4.20	18	0	0.744	36.79	49.47	1.84	2.47
4.30	17	0	0.743	34.69	46.72	1.73	2.34
4.40	21	0	0.691	39.90	57.71	2.00	2.89
4.50	26	0	0.690	49.32	71.45	2.47	3.57
4.60	30	0	0.689	56.82	82.44	2.84	4.12
4.70	31	0	0.638	54.37	85.19	2.72	4.26
4.80	34	0	0.637	59.53	93.44	2.98	4.67
4.90	32	0	0.636	53.56	84.21	2.68	4.21
5.00	33	0	0.635	55.15	86.84	2.76	4.34
5.10	44	0	0.584	67.62	115.79	3.38	5.79
5.20	55	0	0.583	84.38	144.74	4.22	7.24

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

##### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	Shioi - Fukui (1982)	0.16
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	Shioi - Fukui (1982)	0.51

Coesione drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	Sorensen & Okkels (2013)	0.02
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	Sorensen & Okkels (2013)	0.05

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	Meyerhof ed altri	1.83
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	Meyerhof ed altri	2.10

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	Meyerhof ed altri	1.89
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	Meyerhof ed altri	2.10

**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	6.33	Gibbs & Holtz 1957	24.33
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	20.46	Gibbs & Holtz 1957	41.12

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	6.33	Shioi-Fukuni (1982)	24.74
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	20.46	Shioi-Fukuni (1982)	32.52

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	6.33	Schmertmann (1978) Limi	55.09
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	20.46	Schmertmann (1978) Limi	178.69

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	6.33	Buisman-Sanglerat	50.64
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	20.46	Buisman-Sanglerat	163.68

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	6.33	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	20.46	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	6.33	(A.G.I.)	0.34
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	20.46	(A.G.I.)	0.31



Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	6.33	Navfac 1971-1982	1.29
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	20.46	Navfac 1971-1982	4.13

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

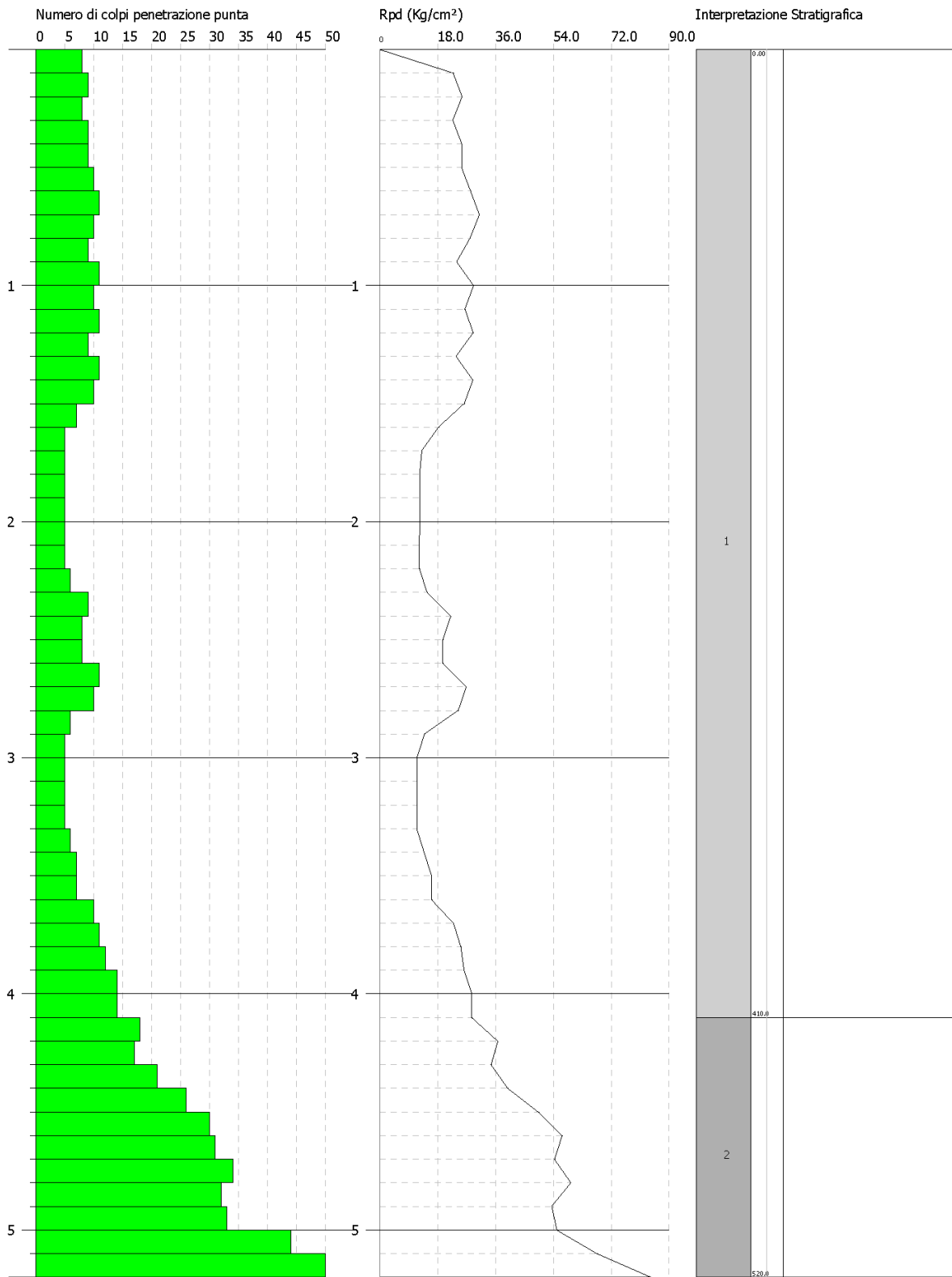
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	6.33	4.10	6.33	Robertson 1983	12.66
[2] - STRATO 2	20.46	5.20	20.46	Robertson 1983	40.92

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: NEW DEVELOPMENTS SRL  
Cantiere:  
Località: CROTONE

Data:

Scala 1:23



## Elaborazione Prova Penetrometrica DPM\_2 (P2)

### Coordinate WGS 84

**Latitudine** | 39.106789  
**Longitudine** | 17.050101

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
Prova eseguita in data  
Profondità prova 5.40 mt  
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	6	0	0.857	17.16	20.04	0.86	1.00
0.20	11	0	0.855	31.39	36.73	1.57	1.84
0.30	10	0	0.853	28.48	33.40	1.42	1.67
0.40	9	0	0.851	25.57	30.06	1.28	1.50
0.50	9	0	0.849	25.51	30.06	1.28	1.50
0.60	8	0	0.847	22.63	26.72	1.13	1.34
0.70	9	0	0.845	25.40	30.06	1.27	1.50
0.80	9	0	0.843	25.35	30.06	1.27	1.50
0.90	9	0	0.842	24.00	28.52	1.20	1.43
1.00	10	0	0.840	26.61	31.69	1.33	1.58
1.10	9	0	0.838	23.90	28.52	1.20	1.43
1.20	10	0	0.836	26.50	31.69	1.33	1.58
1.30	9	0	0.835	23.80	28.52	1.19	1.43
1.40	9	0	0.833	23.75	28.52	1.19	1.43
1.50	9	0	0.831	23.71	28.52	1.19	1.43
1.60	10	0	0.830	26.29	31.69	1.31	1.58
1.70	12	0	0.828	31.48	38.03	1.57	1.90
1.80	11	0	0.826	28.81	34.86	1.44	1.74
1.90	13	0	0.775	30.37	39.20	1.52	1.96
2.00	10	0	0.823	24.82	30.15	1.24	1.51
2.10	10	0	0.822	24.77	30.15	1.24	1.51
2.20	9	0	0.820	22.25	27.14	1.11	1.36
2.30	9	0	0.819	22.21	27.14	1.11	1.36
2.40	11	0	0.817	27.10	33.17	1.36	1.66
2.50	11	0	0.816	27.05	33.17	1.35	1.66
2.60	10	0	0.814	24.55	30.15	1.23	1.51
2.70	9	0	0.813	22.06	27.14	1.10	1.36
2.80	10	0	0.811	24.46	30.15	1.22	1.51
2.90	11	0	0.810	25.62	31.63	1.28	1.58
3.00	9	0	0.809	20.93	25.88	1.05	1.29
3.10	8	0	0.807	18.57	23.00	0.93	1.15
3.20	9	0	0.806	20.86	25.88	1.04	1.29
3.30	9	0	0.805	20.82	25.88	1.04	1.29

3.40	9	0	0.803	20.79	25.88	1.04	1.29
3.50	10	0	0.802	23.06	28.75	1.15	1.44
3.60	5	0	0.801	11.51	14.38	0.58	0.72
3.70	6	0	0.800	13.80	17.25	0.69	0.86
3.80	5	0	0.798	11.48	14.38	0.57	0.72
3.90	7	0	0.797	15.34	19.24	0.77	0.96
4.00	6	0	0.796	13.13	16.49	0.66	0.82
4.10	6	0	0.795	13.11	16.49	0.66	0.82
4.20	5	0	0.794	10.91	13.74	0.55	0.69
4.30	6	0	0.793	13.07	16.49	0.65	0.82
4.40	7	0	0.791	15.22	19.24	0.76	0.96
4.50	19	0	0.740	38.66	52.21	1.93	2.61
4.60	21	0	0.689	39.78	57.71	1.99	2.89
4.70	22	0	0.688	41.60	60.46	2.08	3.02
4.80	23	0	0.687	43.43	63.21	2.17	3.16
4.90	27	0	0.686	48.75	71.05	2.44	3.55
5.00	30	0	0.685	54.08	78.95	2.70	3.95
5.10	31	0	0.634	51.72	81.58	2.59	4.08
5.20	29	0	0.683	52.12	76.32	2.61	3.82
5.30	30	0	0.682	53.84	78.95	2.69	3.95
5.40	66	0	0.581	100.92	173.68	5.05	8.68

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	Shioi - Fukui (1982)	0.17
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	Shioi - Fukui (1982)	0.49

Coesione drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	Sorensen & Okkels (2013)	0.02
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	Sorensen & Okkels (2013)	0.05

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	Meyerhof ed altri	1.85
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	Meyerhof ed altri	2.10

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	Meyerhof ed altri	1.89
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	Meyerhof ed altri	2.31

### TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	6.73	Gibbs & Holtz 1957	25.04
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	19.62	Gibbs & Holtz 1957	39.58

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	6.73	Shioi-Fukuni (1982)	25.05
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	19.62	Shioi-Fukuni (1982)	32.16

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	6.73	Schmertmann (1978) Limi	58.59
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	19.62	Schmertmann (1978) Limi	171.34

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	6.73	Buisman-Sanglerat	53.84
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	19.62	Buisman-Sanglerat	156.96

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	6.73	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	19.62	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	6.73	(A.G.I.)	0.34
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	19.62	(A.G.I.)	0.32

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	6.73	Navfac 1971-1982	1.38
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	19.62	Navfac 1971-1982	3.98

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

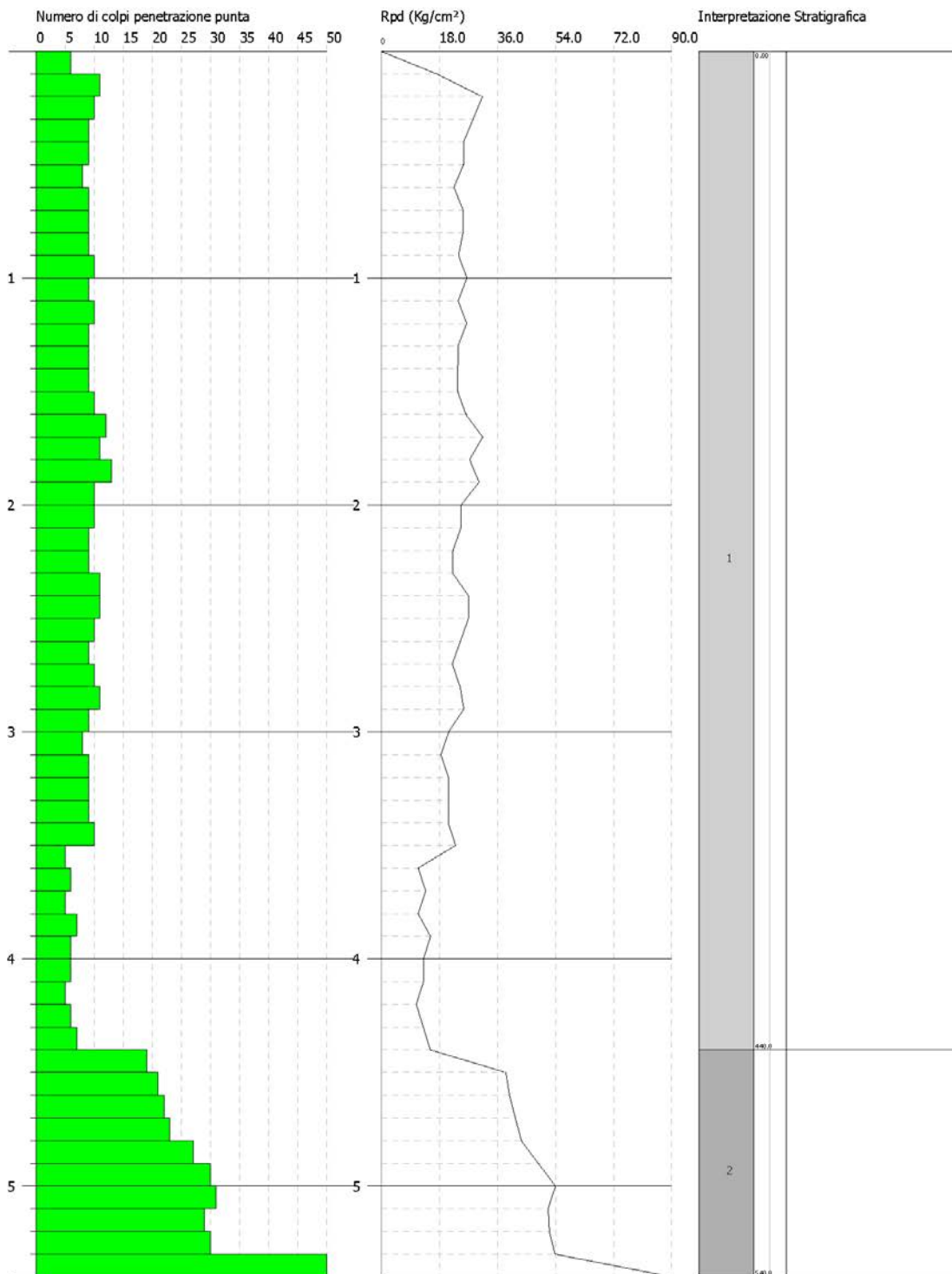
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	6.73	4.40	6.73	Robertson 1983	13.46
[2] - STRATO 2	19.62	5.40	19.62	Robertson 1983	39.24

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: NEW DEVELOPMENTS SRL  
Cantiere:  
Località: CROTONE

Data:

Scala 1:24



## Elaborazione Prova Penetrometrica DPM\_3 (P3)

### Coordinate WGS 84

<b>Latitudine</b>	39.100506
<b>Longitudine</b>	17.053201

Strumento utilizzato...	DPM (DL030 10) (Medium)
Prova eseguita in data	
Profondità prova	4.70 mt
Falda non rilevata	

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammisibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammisibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	9	0	0.857	25.75	30.06	1.29	1.50
0.20	10	0	0.855	28.54	33.40	1.43	1.67
0.30	11	0	0.853	31.32	36.73	1.57	1.84
0.40	11	0	0.851	31.25	36.73	1.56	1.84
0.50	11	0	0.849	31.18	36.73	1.56	1.84
0.60	12	0	0.847	33.94	40.07	1.70	2.00
0.70	9	0	0.845	25.40	30.06	1.27	1.50
0.80	8	0	0.843	22.53	26.72	1.13	1.34
0.90	7	0	0.842	18.67	22.18	0.93	1.11
1.00	8	0	0.840	21.29	25.35	1.06	1.27
1.10	9	0	0.838	23.90	28.52	1.20	1.43
1.20	9	0	0.836	23.85	28.52	1.19	1.43
1.30	9	0	0.835	23.80	28.52	1.19	1.43
1.40	9	0	0.833	23.75	28.52	1.19	1.43
1.50	9	0	0.831	23.71	28.52	1.19	1.43
1.60	11	0	0.830	28.92	34.86	1.45	1.74
1.70	12	0	0.828	31.48	38.03	1.57	1.90
1.80	10	0	0.826	26.19	31.69	1.31	1.58
1.90	10	0	0.825	24.87	30.15	1.24	1.51
2.00	10	0	0.823	24.82	30.15	1.24	1.51
2.10	11	0	0.822	27.25	33.17	1.36	1.66
2.20	12	0	0.820	29.67	36.18	1.48	1.81
2.30	10	0	0.819	24.68	30.15	1.23	1.51
2.40	9	0	0.817	22.17	27.14	1.11	1.36
2.50	8	0	0.816	19.67	24.12	0.98	1.21
2.60	9	0	0.814	22.10	27.14	1.10	1.36
2.70	8	0	0.813	19.61	24.12	0.98	1.21
2.80	9	0	0.811	22.02	27.14	1.10	1.36
2.90	9	0	0.810	20.96	25.88	1.05	1.29
3.00	9	0	0.809	20.93	25.88	1.05	1.29
3.10	6	0	0.807	13.93	17.25	0.70	0.86
3.20	8	0	0.806	18.54	23.00	0.93	1.15
3.30	9	0	0.805	20.82	25.88	1.04	1.29

3.40	10	0	0.803	23.10	28.75	1.16	1.44
3.50	11	0	0.802	25.37	31.63	1.27	1.58
3.60	14	0	0.751	30.23	40.26	1.51	2.01
3.70	12	0	0.800	27.59	34.50	1.38	1.73
3.80	11	0	0.798	25.25	31.63	1.26	1.58
3.90	8	0	0.797	17.53	21.98	0.88	1.10
4.00	19	0	0.746	38.95	52.21	1.95	2.61
4.10	22	0	0.695	42.01	60.46	2.10	3.02
4.20	23	0	0.694	43.85	63.21	2.19	3.16
4.30	32	0	0.643	56.51	87.94	2.83	4.40
4.40	27	0	0.691	51.30	74.20	2.57	3.71
4.50	40	0	0.590	64.89	109.92	3.24	5.50
4.60	37	0	0.639	65.00	101.68	3.25	5.08
4.70	54	0	0.588	87.28	148.40	4.36	7.42

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

#### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	Shioi - Fukui (1982)	0.18
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	Shioi - Fukui (1982)	0.54

Coesione drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	Sorensen & Okkels (2013)	0.02
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	Sorensen & Okkels (2013)	0.05

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	Meyerhof ed altri	1.87
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	Meyerhof ed altri	2.11

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	Meyerhof ed altri	1.90
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	Meyerhof ed altri	2.14

#### TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	7.36	Gibbs & Holtz 1957	27.44
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	21.74	Gibbs & Holtz 1957	43.36



Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	7.36	Shioi-Fukuni (1982)	25.51
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	21.74	Shioi-Fukuni (1982)	33.06

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	7.36	Schmertmann (1978) Limi	64.10
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	21.74	Schmertmann (1978) Limi	189.89

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	7.36	Buisman-Sanglerat	58.88
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	21.74	Buisman-Sanglerat	173.92

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	7.36	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	21.74	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	7.36	(A.G.I.)	0.34
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	21.74	(A.G.I.)	0.31

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	7.36	Navfac 1971-1982	1.53
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	21.74	Navfac 1971-1982	4.35

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

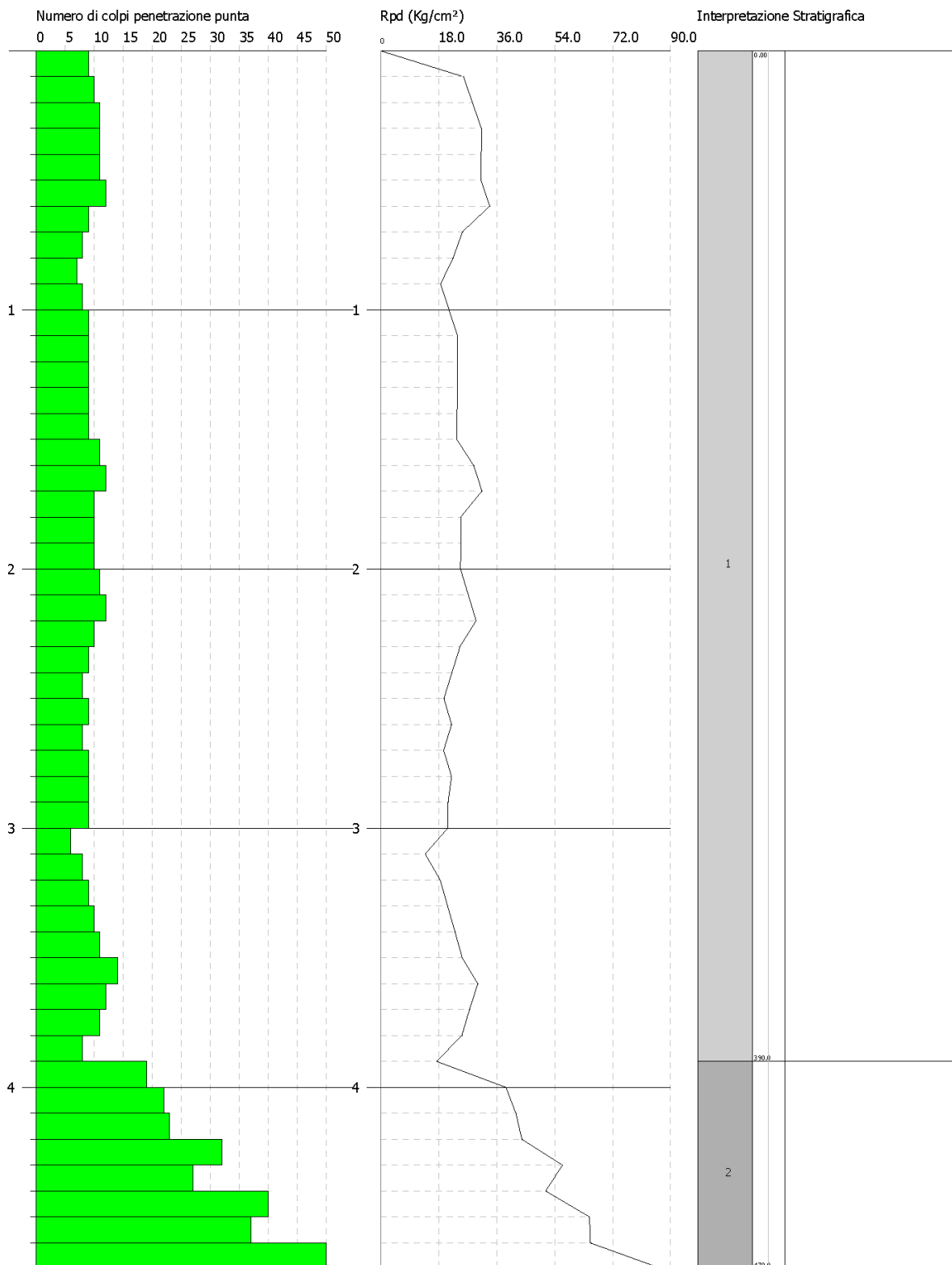
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.36	3.90	7.36	Robertson 1983	14.72
[2] - STRATO 2	21.74	4.70	21.74	Robertson 1983	43.48

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: NEW DEVELOPMENTS SRL  
Cantiere:  
Località: CROTONE

Data:

Scala 1:21



## Elaborazione Prova Penetrometrica DPM\_4 (P4)

### Coordinate WGS 84

<b>Latitudine</b>	39.098281
<b>Longitudine</b>	17.053756

Strumento utilizzato...	DPM (DL030 10) (Medium)
Prova eseguita in data	
Profondità prova	6.00 mt
Falda non rilevata	

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	3	0	0.857	8.58	10.02	0.43	0.50
0.20	4	0	0.855	11.42	13.36	0.57	0.67
0.30	7	0	0.853	19.93	23.38	1.00	1.17
0.40	7	0	0.851	19.89	23.38	0.99	1.17
0.50	9	0	0.849	25.51	30.06	1.28	1.50
0.60	10	0	0.847	28.29	33.40	1.41	1.67
0.70	7	0	0.845	19.76	23.38	0.99	1.17
0.80	8	0	0.843	22.53	26.72	1.13	1.34
0.90	7	0	0.842	18.67	22.18	0.93	1.11
1.00	9	0	0.840	23.95	28.52	1.20	1.43
1.10	10	0	0.838	26.56	31.69	1.33	1.58
1.20	11	0	0.836	29.15	34.86	1.46	1.74
1.30	10	0	0.835	26.45	31.69	1.32	1.58
1.40	9	0	0.833	23.75	28.52	1.19	1.43
1.50	11	0	0.831	28.97	34.86	1.45	1.74
1.60	12	0	0.830	31.55	38.03	1.58	1.90
1.70	11	0	0.828	28.86	34.86	1.44	1.74
1.80	9	0	0.826	23.57	28.52	1.18	1.43
1.90	10	0	0.825	24.87	30.15	1.24	1.51
2.00	12	0	0.823	29.78	36.18	1.49	1.81
2.10	12	0	0.822	29.73	36.18	1.49	1.81
2.20	12	0	0.820	29.67	36.18	1.48	1.81
2.30	10	0	0.819	24.68	30.15	1.23	1.51
2.40	9	0	0.817	22.17	27.14	1.11	1.36
2.50	9	0	0.816	22.13	27.14	1.11	1.36
2.60	9	0	0.814	22.10	27.14	1.10	1.36
2.70	10	0	0.813	24.51	30.15	1.23	1.51
2.80	11	0	0.811	26.91	33.17	1.35	1.66
2.90	10	0	0.810	23.29	28.75	1.16	1.44
3.00	12	0	0.809	27.90	34.50	1.40	1.73
3.10	10	0	0.807	23.21	28.75	1.16	1.44
3.20	9	0	0.806	20.86	25.88	1.04	1.29
3.30	8	0	0.805	18.51	23.00	0.93	1.15

3.40	9	0	0.803	20.79	25.88	1.04	1.29
3.50	9	0	0.802	20.76	25.88	1.04	1.29
3.60	9	0	0.801	20.73	25.88	1.04	1.29
3.70	15	0	0.750	32.33	43.13	1.62	2.16
3.80	12	0	0.798	27.55	34.50	1.38	1.73
3.90	15	0	0.747	30.80	41.22	1.54	2.06
4.00	12	0	0.796	26.25	32.98	1.31	1.65
4.10	14	0	0.745	28.66	38.47	1.43	1.92
4.20	9	0	0.794	19.63	24.73	0.98	1.24
4.30	33	0	0.643	58.27	90.69	2.91	4.53
4.40	27	0	0.691	51.30	74.20	2.57	3.71
4.50	25	0	0.690	47.43	68.70	2.37	3.44
4.60	22	0	0.689	41.67	60.46	2.08	3.02
4.70	23	0	0.688	43.50	63.21	2.17	3.16
4.80	19	0	0.737	38.49	52.21	1.92	2.61
4.90	19	0	0.736	36.80	50.00	1.84	2.50
5.00	21	0	0.685	37.86	55.26	1.89	2.76
5.10	27	0	0.684	48.60	71.05	2.43	3.55
5.20	22	0	0.683	39.54	57.89	1.98	2.89
5.30	21	0	0.682	37.69	55.26	1.88	2.76
5.40	22	0	0.681	39.43	57.89	1.97	2.89
5.50	22	0	0.680	39.37	57.89	1.97	2.89
5.60	22	0	0.679	39.32	57.89	1.97	2.89
5.70	43	0	0.578	65.43	113.16	3.27	5.66
5.80	36	0	0.627	59.43	94.74	2.97	4.74
5.90	27	0	0.676	46.10	68.16	2.31	3.41
6.00	55	0	0.575	79.90	138.85	4.00	6.94

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

##### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	Shioi - Fukui (1982)	0.19
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	Shioi - Fukui (1982)	0.51

Coesione drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	Sorensen & Okkels (2013)	0.02
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	Sorensen & Okkels (2013)	0.05

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	Meyerhof ed altri	1.88
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	Meyerhof ed altri	2.10

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	Meyerhof ed altri	1.90
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	Meyerhof ed altri	2.11

**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	7.45	Gibbs & Holtz 1957	27.18
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	20.55	Gibbs & Holtz 1957	39.83

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	7.45	Shioi-Fukuni (1982)	25.57
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	20.55	Shioi-Fukuni (1982)	32.56

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	7.45	Schmertmann (1978) Limi	64.89
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	20.55	Schmertmann (1978) Limi	179.48

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	7.45	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	42.77
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	20.55	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	69.67

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	7.45	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	20.55	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	7.45	(A.G.I.)	0.34
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	20.55	(A.G.I.)	0.31

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	7.45	Navfac 1971-1982	1.55
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	20.55	Navfac 1971-1982	4.15

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

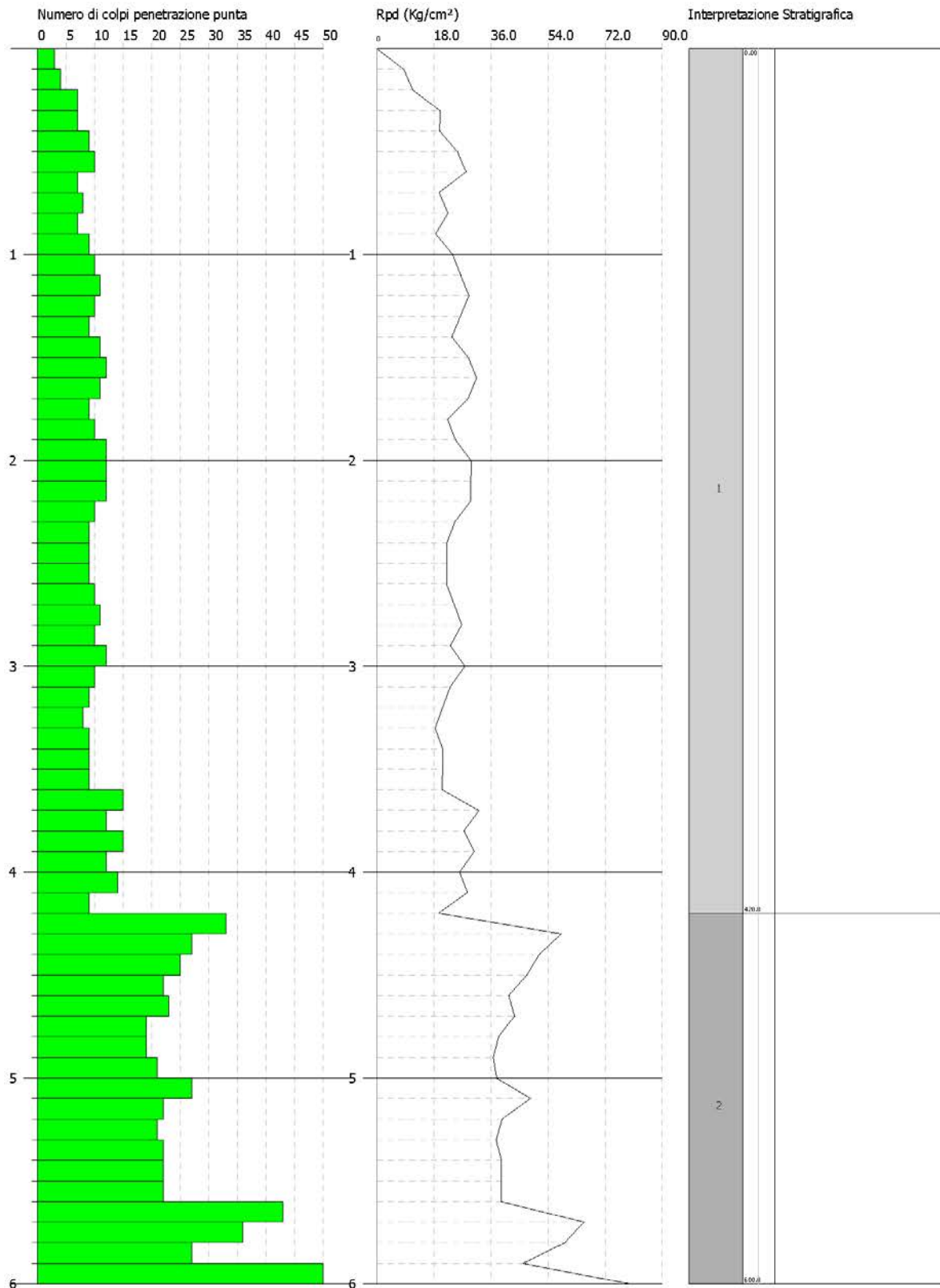
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.45	4.20	7.45	Robertson 1983	14.90
[2] - STRATO 2	20.55	6.00	20.55	Robertson 1983	41.10

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: NEW DEVELOPMENTS SRL  
Cantiere:  
Località: CROTONE

Data:

Scala 1:26



## Elaborazione Prova Penetrometrica DPM\_5 (P5)

### Coordinate WGS 84

**Latitudine** | .....  
**Longitudine** | 17.039019

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
Prova eseguita in data  
Profondità prova 5.50 mt  
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	5	0	0.857	14.30	16.70	0.72	0.83
0.20	6	0	0.855	17.12	20.04	0.86	1.00
0.30	10	0	0.853	28.48	33.40	1.42	1.67
0.40	11	0	0.851	31.25	36.73	1.56	1.84
0.50	10	0	0.849	28.35	33.40	1.42	1.67
0.60	12	0	0.847	33.94	40.07	1.70	2.00
0.70	12	0	0.845	33.87	40.07	1.69	2.00
0.80	14	0	0.793	37.09	46.75	1.85	2.34
0.90	12	0	0.842	32.00	38.03	1.60	1.90
1.00	10	0	0.840	26.61	31.69	1.33	1.58
1.10	10	0	0.838	26.56	31.69	1.33	1.58
1.20	9	0	0.836	23.85	28.52	1.19	1.43
1.30	10	0	0.835	26.45	31.69	1.32	1.58
1.40	11	0	0.833	29.03	34.86	1.45	1.74
1.50	12	0	0.831	31.61	38.03	1.58	1.90
1.60	10	0	0.830	26.29	31.69	1.31	1.58
1.70	9	0	0.828	23.61	28.52	1.18	1.43
1.80	10	0	0.826	26.19	31.69	1.31	1.58
1.90	5	0	0.825	12.43	15.08	0.62	0.75
2.00	4	0	0.823	9.93	12.06	0.50	0.60
2.10	5	0	0.822	12.39	15.08	0.62	0.75
2.20	3	0	0.820	7.42	9.05	0.37	0.45
2.30	2	0	0.819	4.94	6.03	0.25	0.30
2.40	1	0	0.817	2.46	3.02	0.12	0.15
2.50	2	0	0.816	4.92	6.03	0.25	0.30
2.60	1	0	0.814	2.46	3.02	0.12	0.15
2.70	3	0	0.813	7.35	9.05	0.37	0.45
2.80	3	0	0.811	7.34	9.05	0.37	0.45
2.90	4	0	0.810	9.32	11.50	0.47	0.58
3.00	5	0	0.809	11.63	14.38	0.58	0.72
3.10	7	0	0.807	16.25	20.13	0.81	1.01
3.20	6	0	0.806	13.91	17.25	0.70	0.86
3.30	7	0	0.805	16.20	20.13	0.81	1.01



3.40	7	0	0.803	16.17	20.13	0.81	1.01
3.50	11	0	0.802	25.37	31.63	1.27	1.58
3.60	12	0	0.801	27.63	34.50	1.38	1.73
3.70	11	0	0.800	25.29	31.63	1.26	1.58
3.80	12	0	0.798	27.55	34.50	1.38	1.73
3.90	11	0	0.797	24.10	30.23	1.20	1.51
4.00	12	0	0.796	26.25	32.98	1.31	1.65
4.10	19	0	0.745	38.89	52.21	1.94	2.61
4.20	23	0	0.694	43.85	63.21	2.19	3.16
4.30	22	0	0.693	41.87	60.46	2.09	3.02
4.40	25	0	0.691	47.50	68.70	2.38	3.44
4.50	28	0	0.690	53.12	76.95	2.66	3.85
4.60	34	0	0.639	59.73	93.44	2.99	4.67
4.70	31	0	0.638	54.37	85.19	2.72	4.26
4.80	31	0	0.637	54.28	85.19	2.71	4.26
4.90	31	0	0.636	51.89	81.58	2.59	4.08
5.00	30	0	0.685	54.08	78.95	2.70	3.95
5.10	32	0	0.634	53.39	84.21	2.67	4.21
5.20	30	0	0.683	53.92	78.95	2.70	3.95
5.30	33	0	0.632	54.89	86.84	2.74	4.34
5.40	34	0	0.631	56.46	89.47	2.82	4.47
5.50	66	0	0.580	100.75	173.68	5.04	8.68

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

##### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	Shioi - Fukui (1982)	0.19
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	Shioi - Fukui (1982)	0.08
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	Shioi - Fukui (1982)	0.22
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	Shioi - Fukui (1982)	0.55

Coesione drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	Sorensen & Okkels (2013)	0.02
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	Sorensen & Okkels (2013)	0.01
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	Sorensen & Okkels (2013)	0.02
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	Sorensen & Okkels (2013)	0.06

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	Meyerhof ed altri	1.89
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	Meyerhof ed altri	1.64
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	Meyerhof ed altri	1.93
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	Meyerhof ed altri	2.11

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	Meyerhof ed altri	1.90
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	Meyerhof ed altri	1.86
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	Meyerhof ed altri	2.12
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	Meyerhof ed altri	2.14

**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	7.74	Gibbs & Holtz 1957	32.03
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	3.09	Gibbs & Holtz 1957	10.72
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	8.75	Gibbs & Holtz 1957	26.31
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	21.91	Gibbs & Holtz 1957	42.5

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	7.74	Shioi-Fukuni (1982)	25.77
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	3.09	Shioi-Fukuni (1982)	21.81
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	8.75	Shioi-Fukuni (1982)	26.46
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	21.91	Shioi-Fukuni (1982)	33.13

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	7.74	Schmertmann (1978) Limi	67.42
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	3.09	Schmertmann (1978) Limi	26.75
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	8.75	Schmertmann (1978) Limi	76.26
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	21.91	Schmertmann (1978) Limi	191.38

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	7.74	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43.36
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	3.09	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33.81
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	8.75	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	45.44
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	21.91	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	72.47

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	7.74	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	3.09	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	8.75	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	21.91	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	7.74	(A.G.I.)	0.34
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	3.09	(A.G.I.)	0.35
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	8.75	(A.G.I.)	0.34
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	21.91	(A.G.I.)	0.31

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	7.74	Navfac 1971-1982	1.61
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	3.09	Navfac 1971-1982	0.53
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	8.75	Navfac 1971-1982	1.83
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	21.91	Navfac 1971-1982	4.38

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

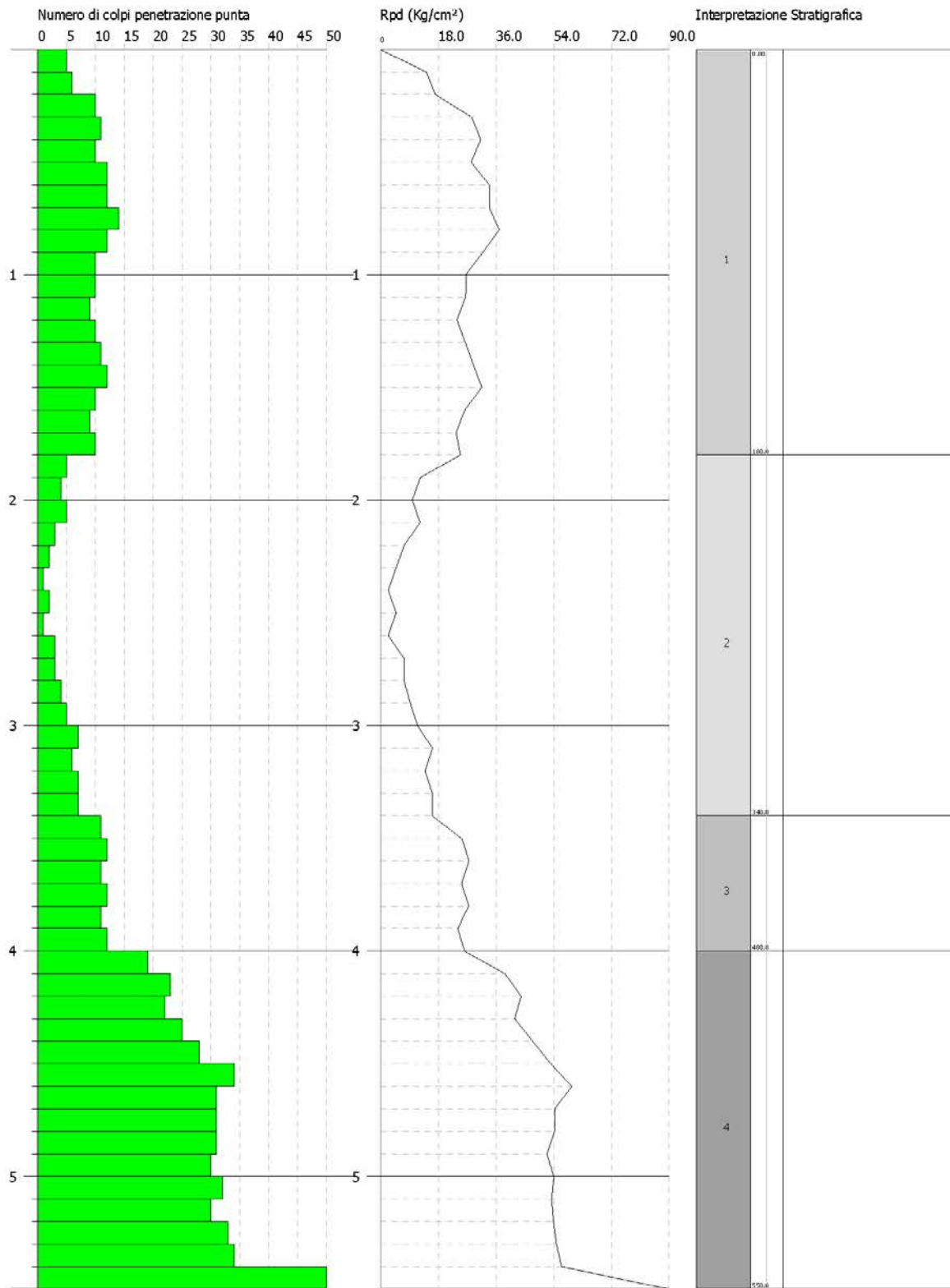
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7.74	1.80	7.74	Robertson 1983	15.48
[2] - STRATO 2	3.09	3.40	3.09	Robertson 1983	6.18
[3] - STRATO 3	8.75	4.00	8.75	Robertson 1983	17.50
[4] - STRATO 4	21.91	5.50	21.91	Robertson 1983	43.82

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: NEW DEVELOPMENTS SRL  
Cantiere:  
Località: SCANDALE - KR.

Data:

Scala 1:24



## Descrizione indagine geofisica MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

### Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

### Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

### Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

### Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

### Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### **Profondità di indagine**

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

### **Caratteristiche delle apparecchiature**

Per l'esecuzione dell'indagine di sismica, è stato impiegato il seguente sistema di acquisizione:

- Sismografo multicanale Doremi-Sara a 16 bit, rete differenziale RS232 half-duplex multipoint;
- Cavo modulare con 12 canali, 12 geofoni verticali da 4,5Hz, geofono start geospace da 10 Hz;
- Energizzatore costituito da massa battente di 6 Kg e da piastra in polimero;
- Prolunghe e materiale d'uso;
- Misure eseguite da un Geologo "Prospettore Geofisico", coadiuvato da un "Aiuto Prospettore";
- Durante i rilievi si è provveduto a controllare costantemente la qualità dei dati.

L'interpretazione dei dati è stata effettuata analiticamente e con calcolo automatico mediante software Easy MASW distribuito della Geostru Software, attraverso una procedura così descritta:

- ✓ Importazione delle tracce
- ✓ Analisi spettrale
- ✓ Inversione e sviluppo del profilo sismo-stratigrafico
- ✓ Calcolo  $V_{S_{eq}}$  e categoria del sottosuolo

## Elaborazione Indagine MASW\_1 (M1)

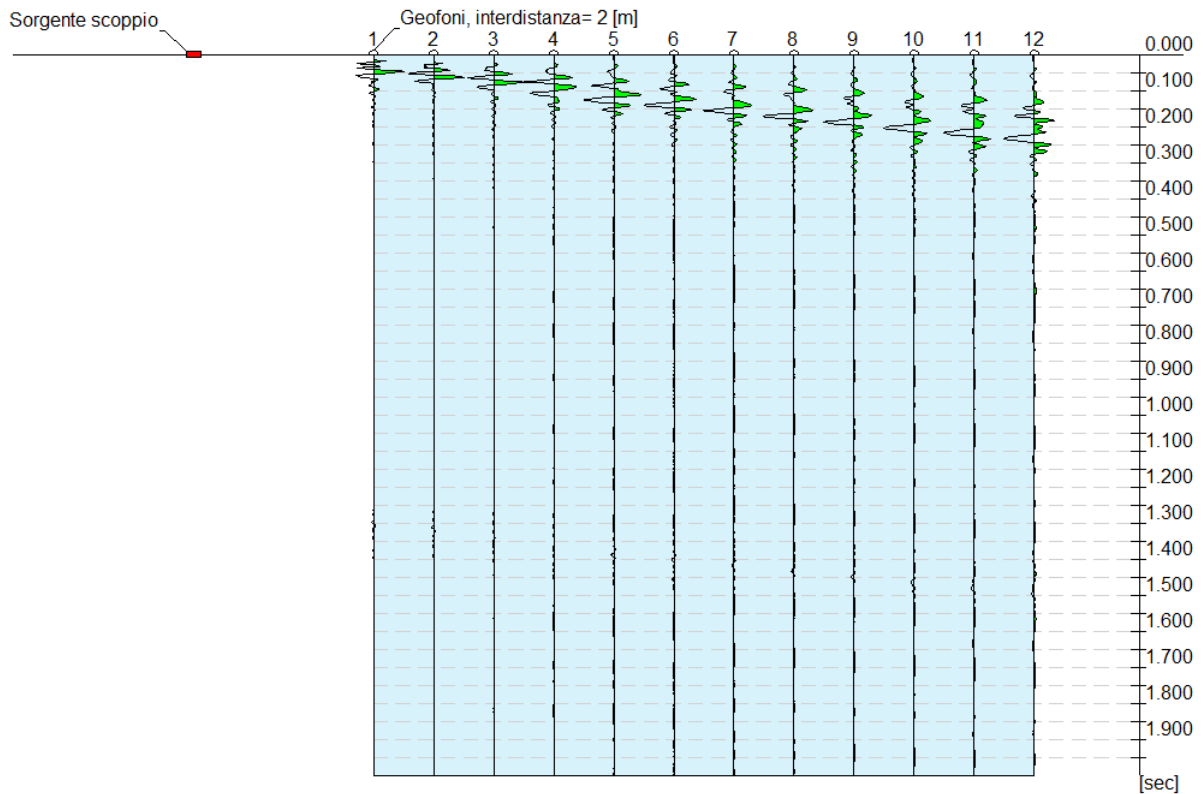
### Dati generali

#### Coordinate WGS 84

Latitudine | 39.106486  
Longitudine | 17.057022

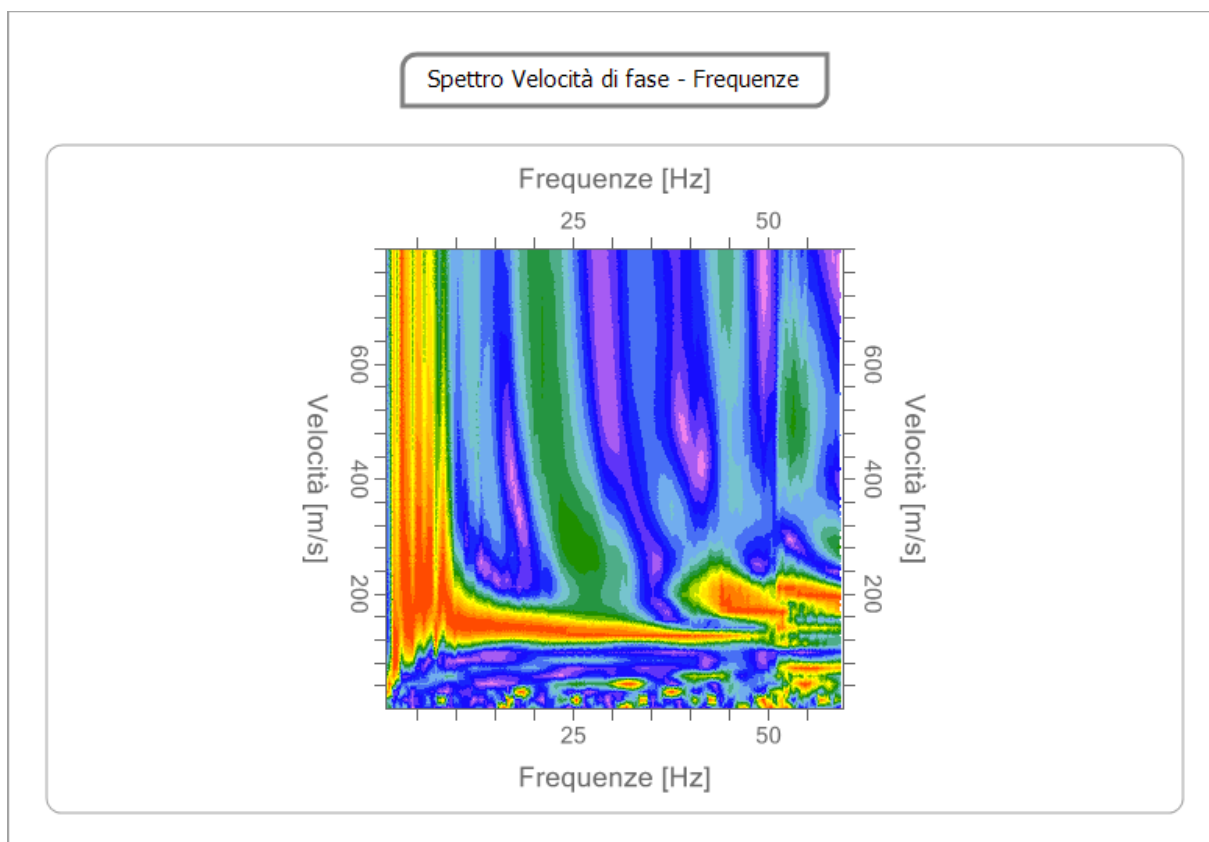
Profilo sismico MASW	
N° canali di registrazione	12
Distanza intergeofonica	2 m
Numero di scoppi	1
Durata	2000 msec
Campionamento	2 msec
Sistema di energizzazione	Massa battente

### Interpretazione



### Analisi spettrale

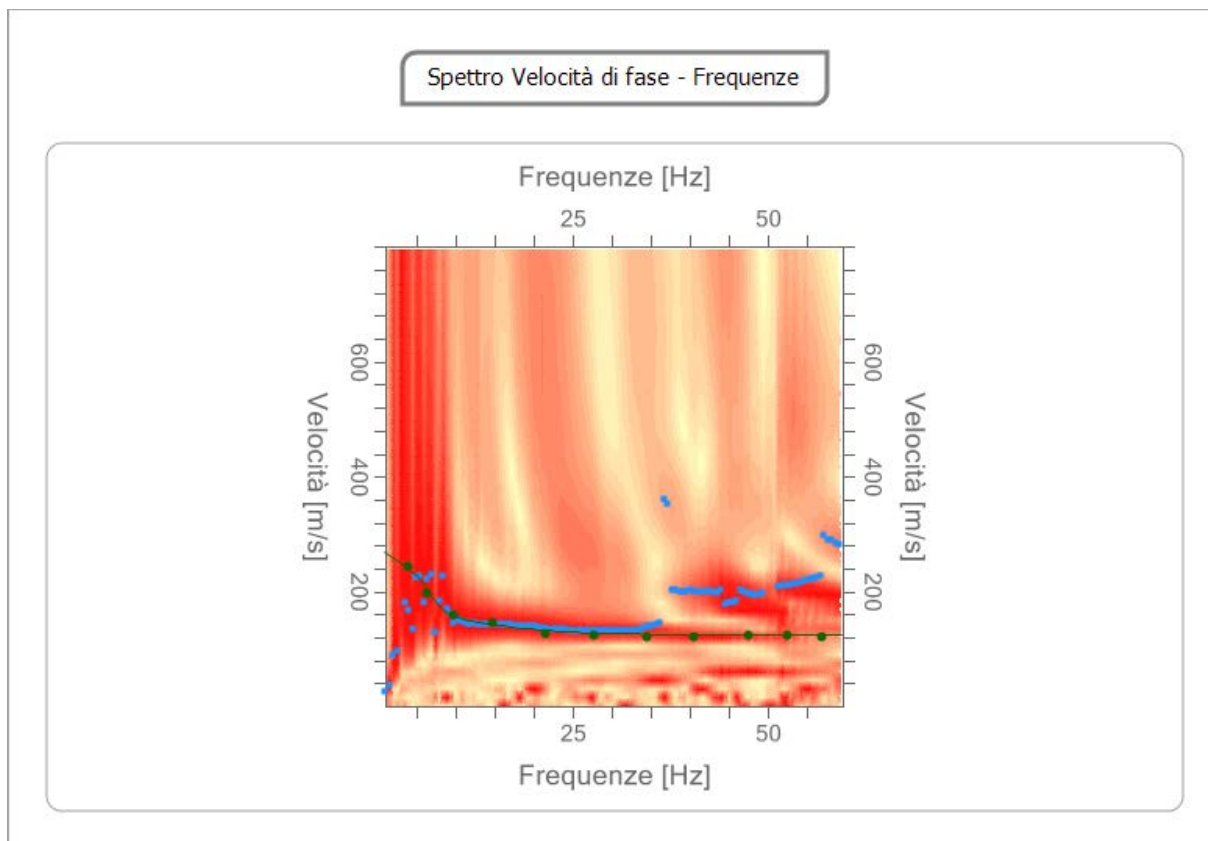
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	4.0	243.9	0
2	6.3	197.1	0
3	9.8	159.0	0
4	14.7	144.4	0
5	21.5	126.8	0
6	27.7	123.9	0
7	34.6	121.0	0
8	40.6	121.0	0
9	47.4	123.9	0
10	52.5	123.9	0
11	56.8	121.0	0





### Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.16	3.16	244.8	130.9
2	11.48	8.32	332.3	177.6
3	35.00	23.52	591.0	315.9

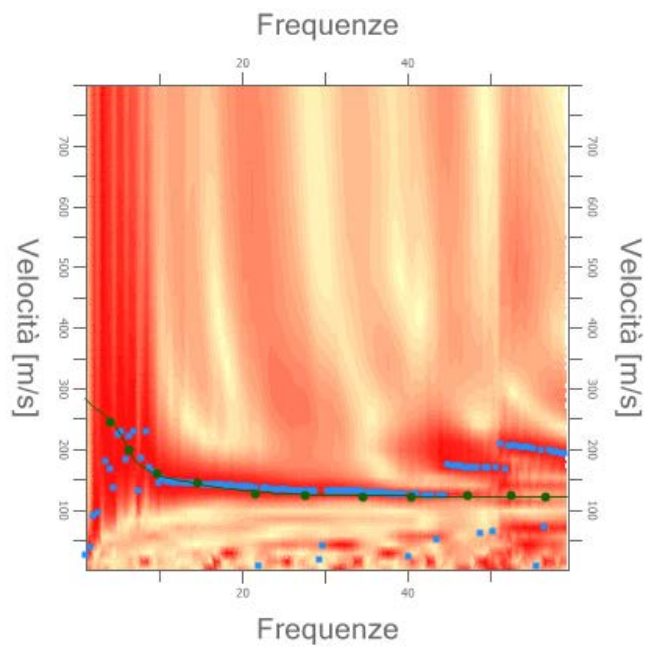
Percentuale di errore

0.016 %

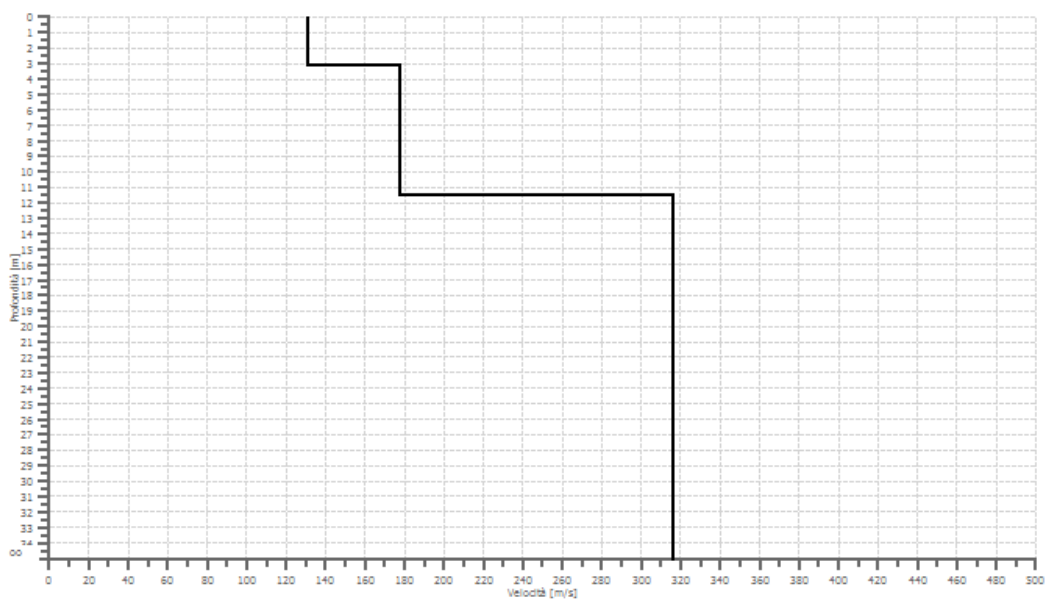
Fattore di disadattamento della soluzione

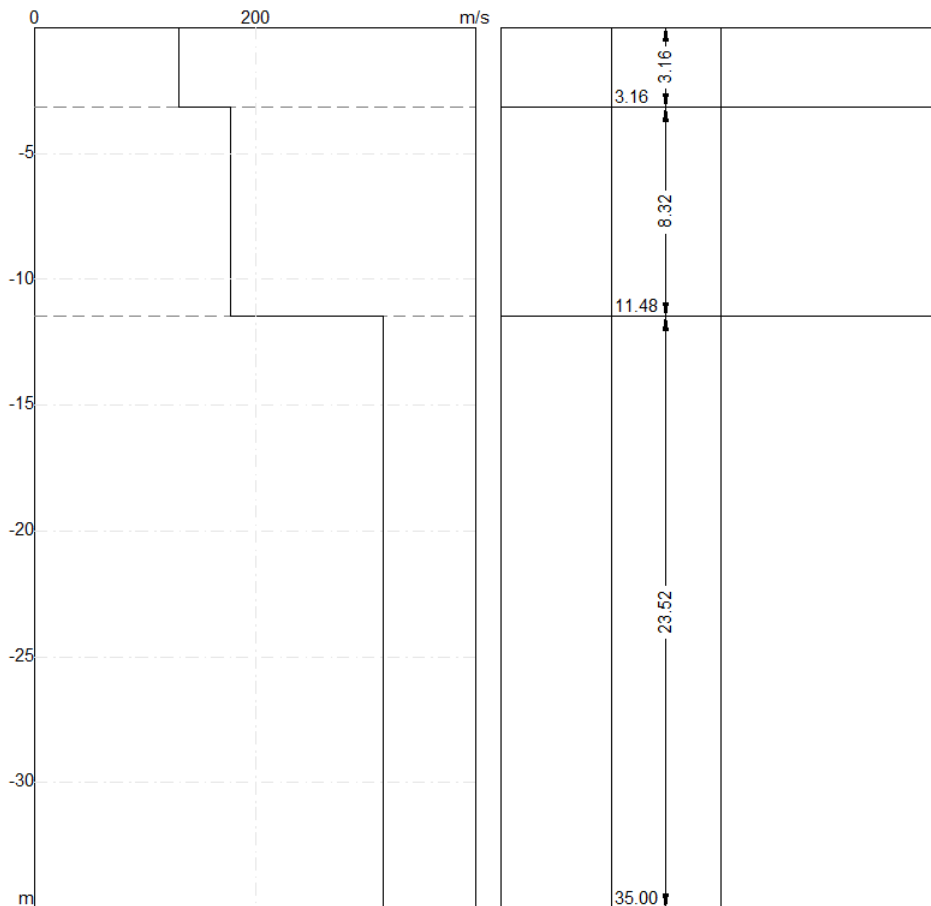
0.014

Inversione



Profilo di velocità





### Risultati e Caratterizzazione del sottosuolo

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

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

Dove:

$h_i$  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.

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b><math>V_{S,eq}</math> [m/sec] (H=30.00 m)</b>	231.45
<b>Categoria del suolo</b>	C

Categorie	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
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>	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</b>
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.
E	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.

## Elaborazione Indagine MASW\_2 (M2)

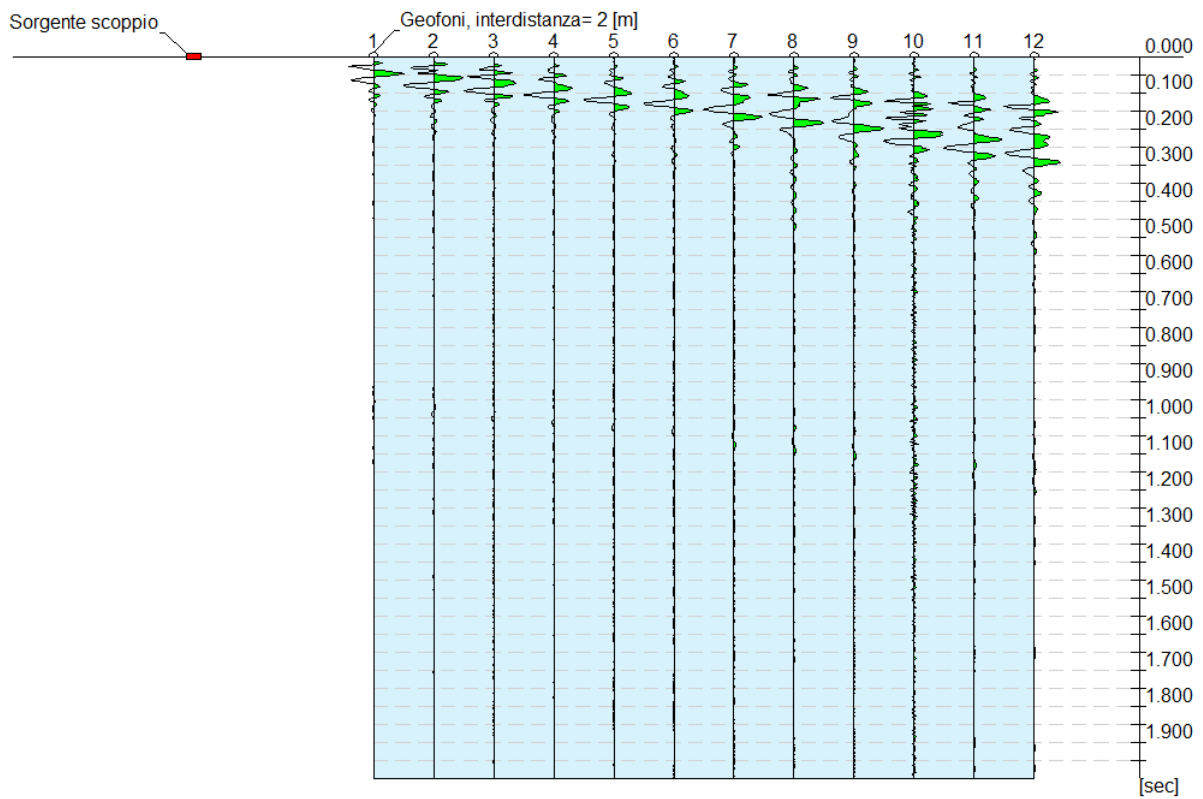
### Dati generali

#### Coordinate WGS 84

Latitudine | 39.100606  
Longitudine | 17.054821

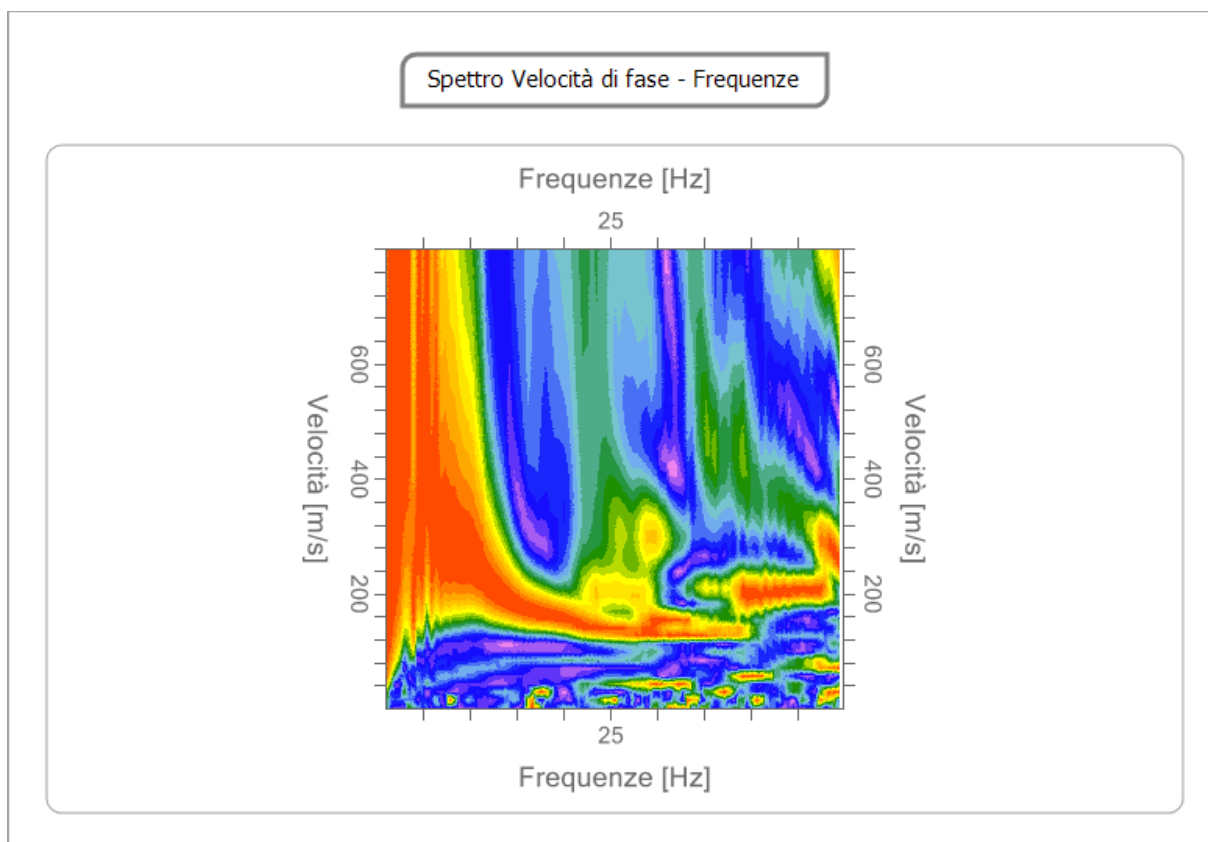
Profilo sismico MASW	
N° canali di registrazione	12
Distanza intergeofonica	2 m
Numero di scoppi	1
Durata	2000 msec
Campionamento	2 msec
Sistema di energizzazione	Massa battente

### Interpretazione



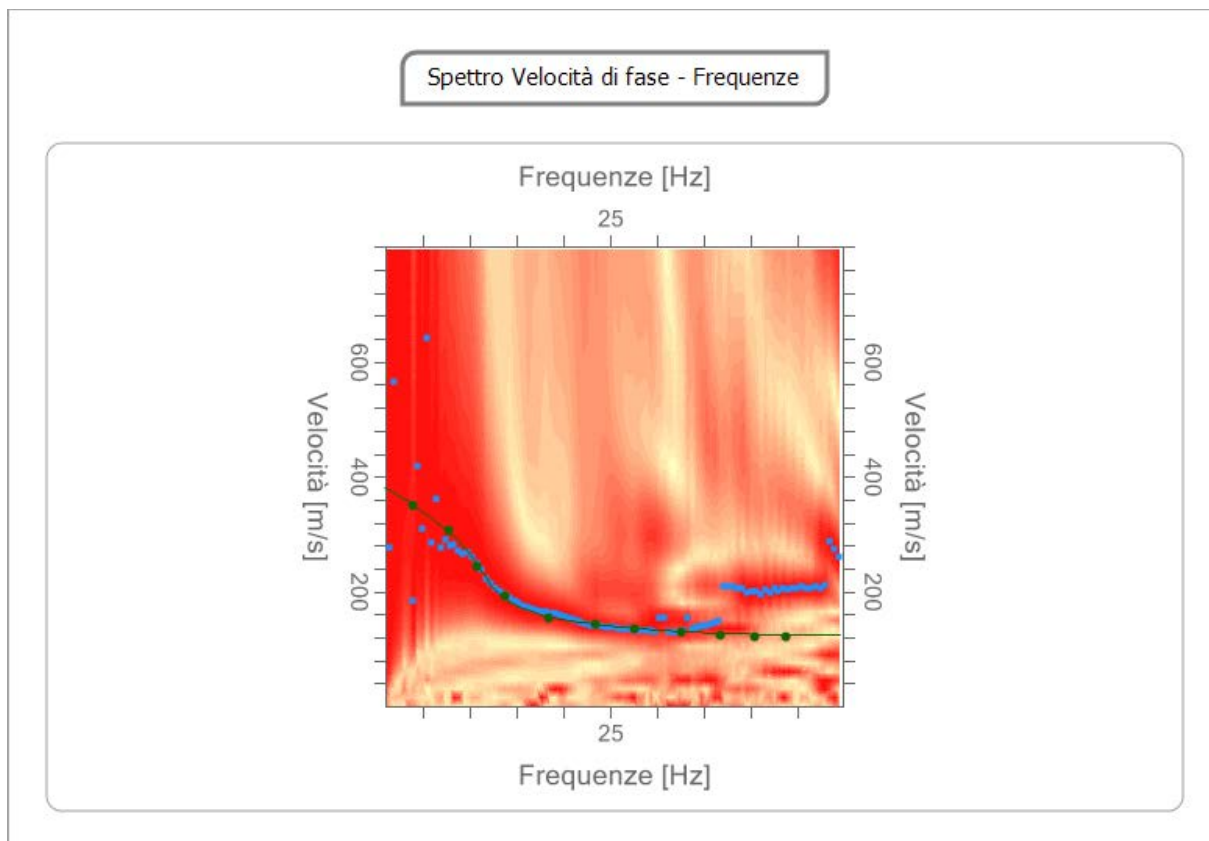
### Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	50
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



#### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	3.9	349.3	0
2	7.8	305.4	0
3	10.8	243.9	0
4	13.8	191.2	0
5	18.5	153.2	0
6	23.5	141.5	0
7	27.6	135.6	0
8	32.5	129.8	0
9	36.8	123.9	0
10	40.4	121.0	0
11	43.8	121.0	0



### Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.77	1.77	236.4	126.3
2	4.39	2.62	317.1	169.5
3	8.07	3.68	452.7	242.0
4	35.00	26.93	779.5	416.7

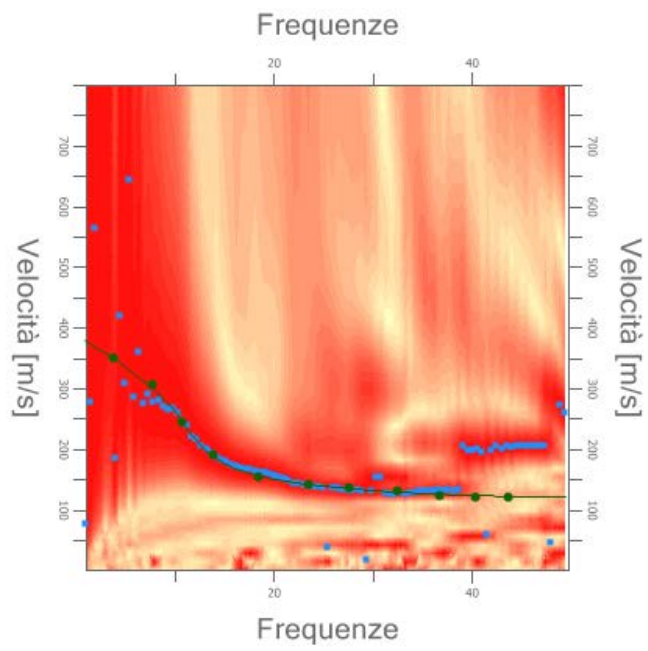
Percentuale di errore

0.013 %

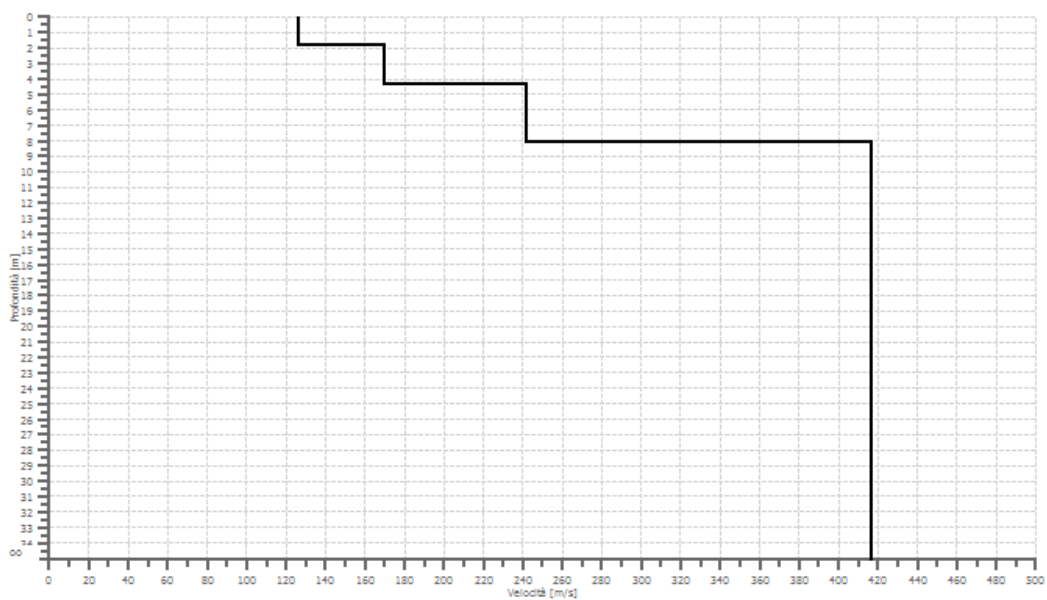
Fattore di disadattamento della soluzione

0.012

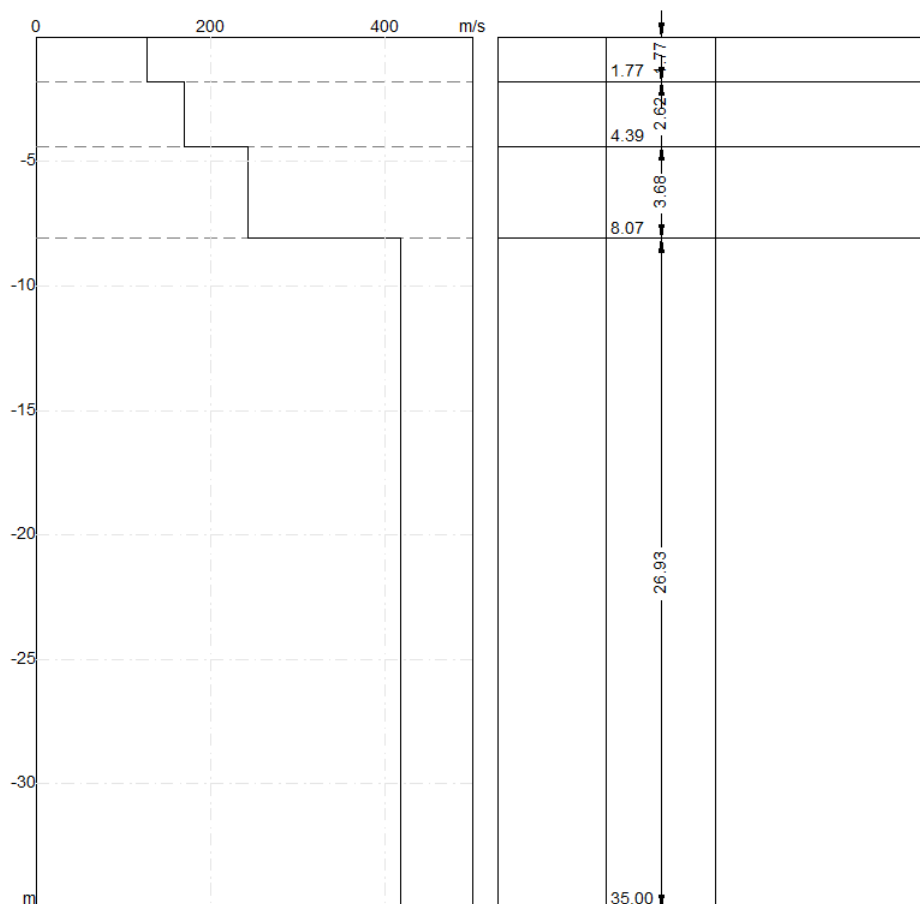
Inversione



Profilo di velocità







### Risultati e Caratterizzazione del sottosuolo

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

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

Dove:

$h_i$  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.

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b><math>V_{S,eq}</math> [m/sec] (H=30.00 m)</b>	308.27
<b>Categoria del suolo</b>	C

Categorie	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
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>	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</b>
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.
E	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.

## Elaborazione Indagine MASW\_3 (M3)

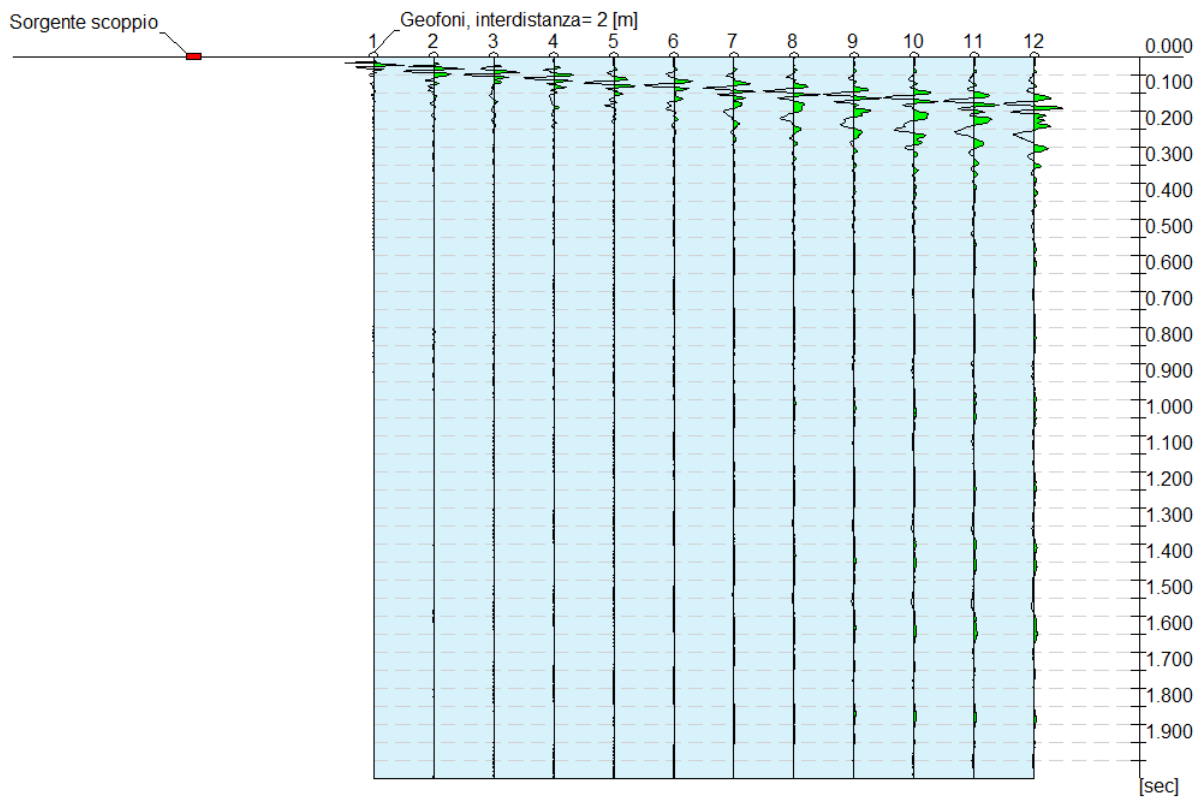
### Dati generali

#### Coordinate WGS 84

Latitudine | 39.098439  
Longitudine | 17.039129

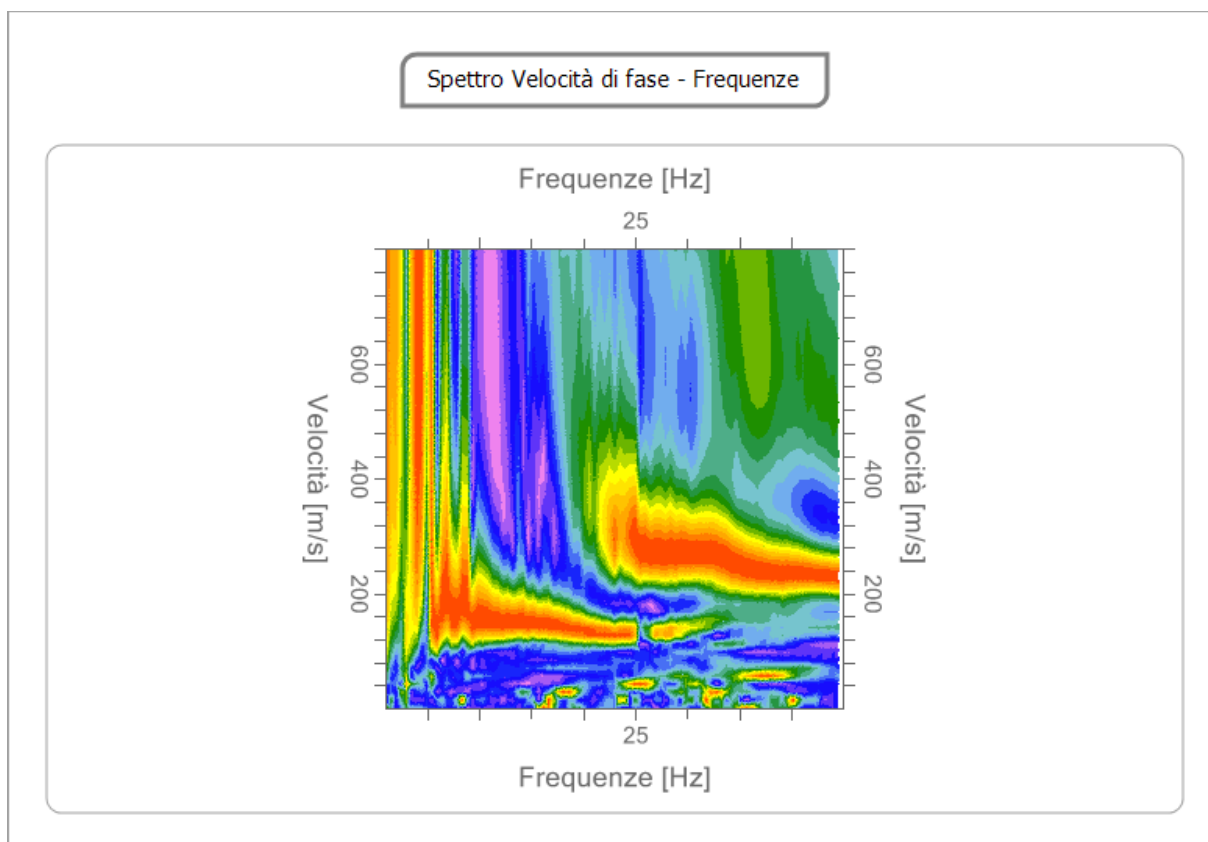
Profilo sismico MASW	
N° canali di registrazione	12
Distanza intergeofonica	2 m
Numero di scoppi	1
Durata	2000 msec
Campionamento	2 msec
Sistema di energizzazione	Massa battente

### Interpretazione



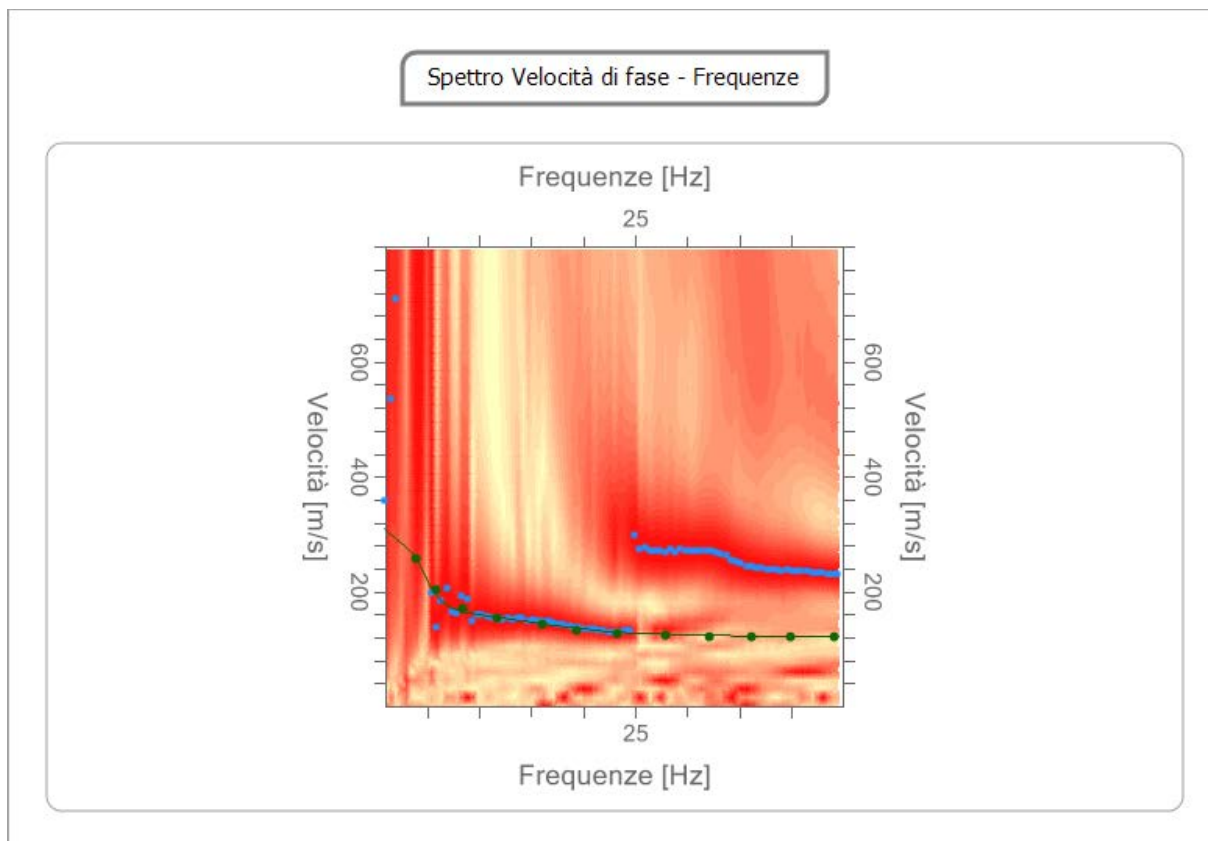
### Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	45
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



#### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	3.9	258.6	0
2	5.8	202.9	0
3	8.4	170.8	0
4	11.7	153.2	0
5	16.1	141.5	0
6	19.4	132.7	0
7	23.3	126.8	0
8	27.9	123.9	0
9	32.1	121.0	0
10	36.1	121.0	0
11	40.0	121.0	0
12	44.1	121.0	0



#### Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.27	3.27	242.5	129.6
2	13.81	10.53	356.0	190.3
3	17.03	3.22	577.0	308.4
4	35.00	17.97	647.0	345.8

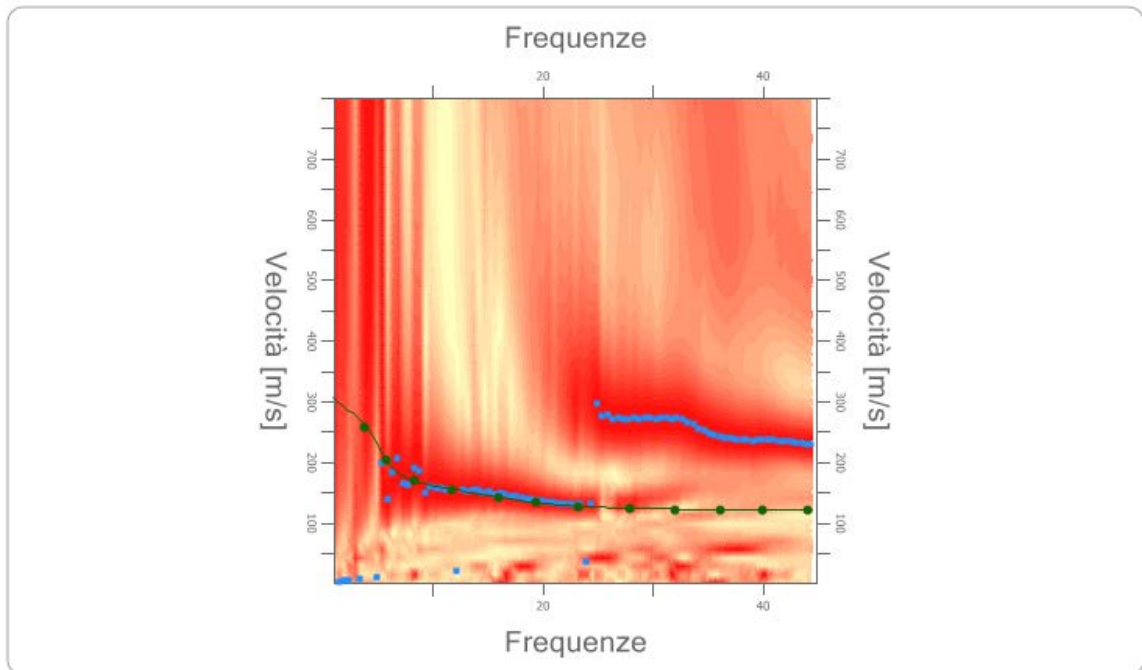
Percentuale di errore

0.005 %

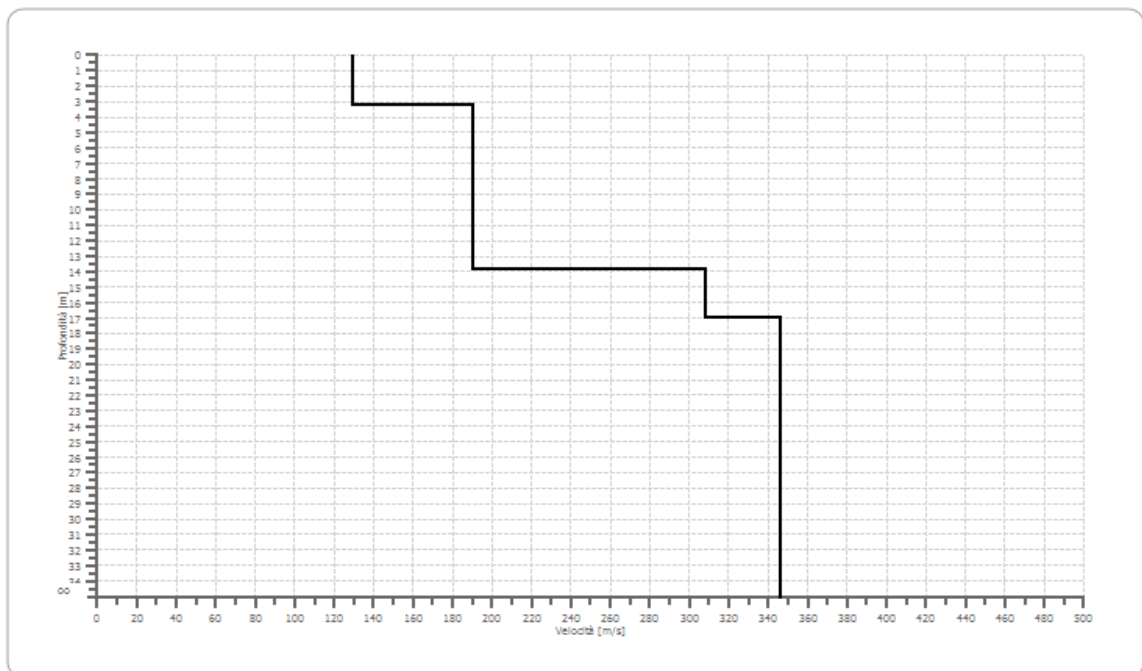
Fattore di disadattamento della soluzione

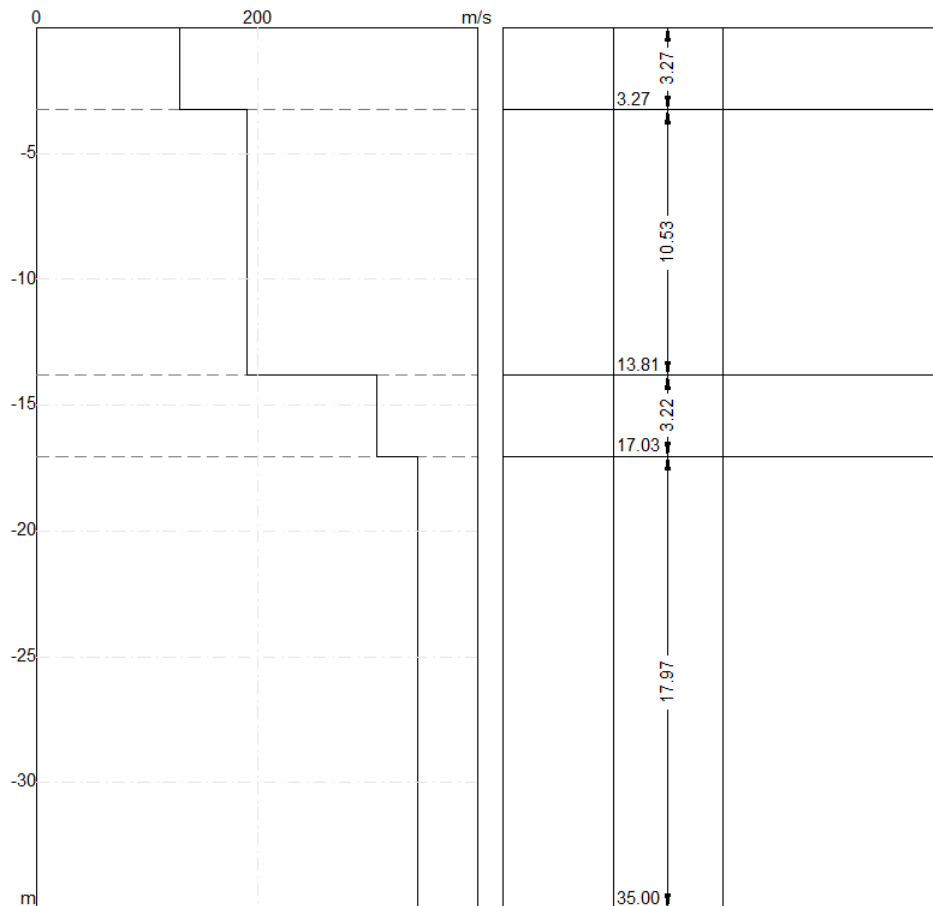
0.007

Inversione



Profilo di velocità





### Risultati e Caratterizzazione del sottosuolo

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

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

Dove:

$h_i$  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.

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b><math>V_{S,eq}</math> [m/sec] (H=30.00 m)</b>	233.34
<b>Categoria del suolo</b>	C

Categorie	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
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>	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</b>
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.
E	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.



**Repertorio fotografico ed ubicazione delle indagini**



**Foto prova DPM\_1 (P1)**



**Foto prova DPM\_2 (P2)**



**Foto prova DPM\_3 (P3)**



**Foto prova DPM\_4 (P4)**



**Foto prova DPM\_5 (P5)**



**Foto prova Masw\_1 (M1)**



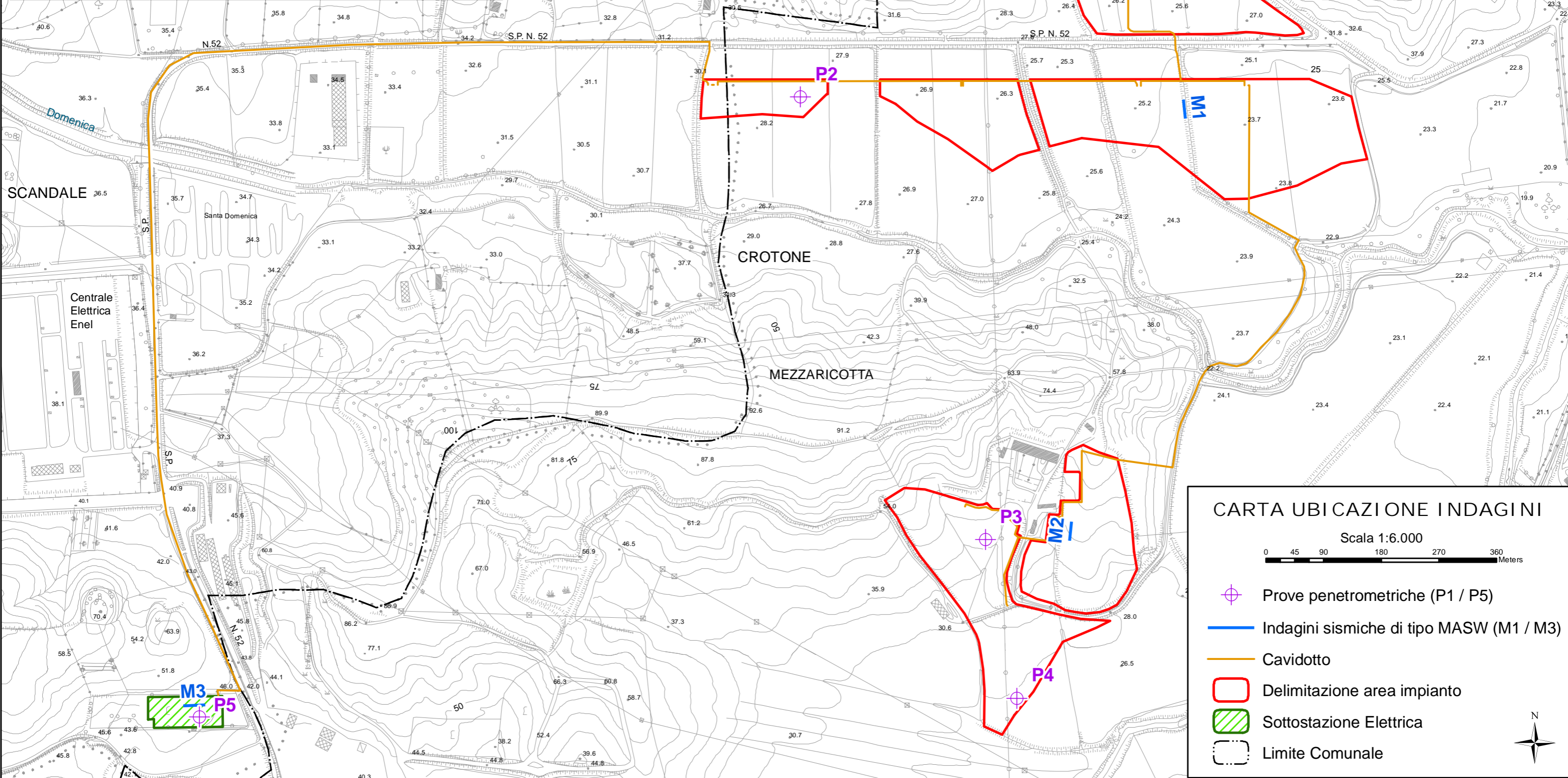
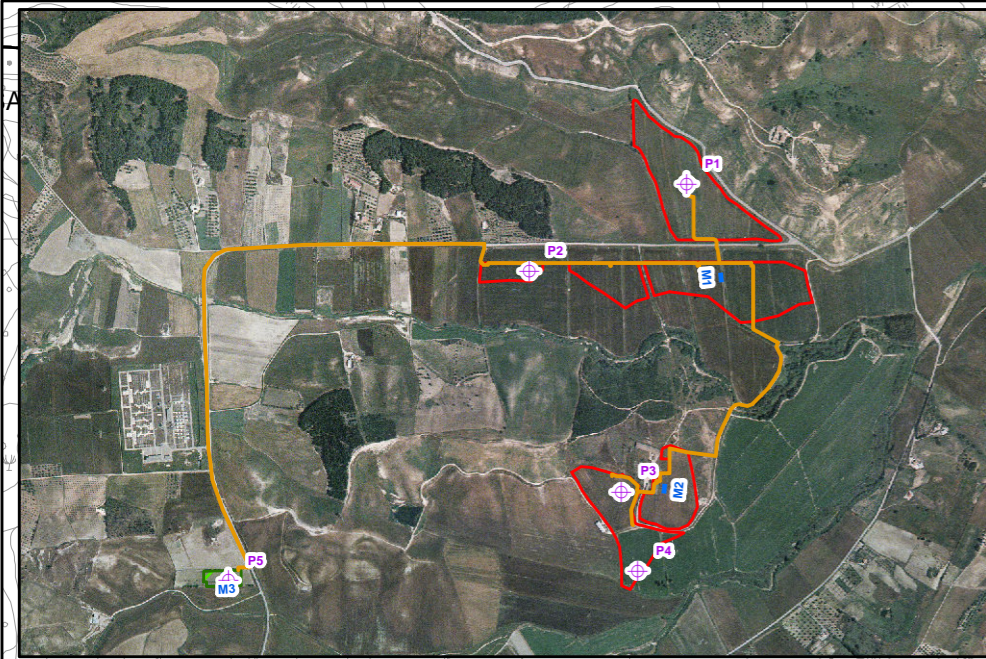
**Foto prova Masw\_2 (M2)**



**Foto prova Masw\_3 (M3)**

Montalto Uffugo (CS), Agosto 2021

**Il tecnico**  
*Antonio Nucera*



**CARTA UBICAZIONE INDAGINI**

Scala 1:6.000

0 45 90 180 270 360 Meters

- Prove penetrometriche (P1 / P5)
- Indagini sismiche di tipo MASW (M1 / M3)
- Cavidotto
- Delimitazione area impianto
- Sottostazione Elettrica
- Limite Comunale

