

# REGIONE SICILIA

PROVINCIA DI PALERMO

COMUNI DI CASTELLANA SICULA - PETRALIA SOTTANA

PROVINCIA DI CALTANISSETTA

COMUNI DI RESUTTANO - SANTA CATERINA VILLARMOSSA - VILLALBA

Il Committente:



NP Sicilia 7 S.r.l.

Galleria Passarella, 2

20122 MILANO

P.IVA - C.F. 12931930965

Il Progettista:



Titolo del progetto:

**PARCO EOLICO "SAN NICOLA"**  
**POTENZA NOMINALE 39,6 MW**

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

NPS7\_RES\_D03\_REL

ID PROGETTO:

TIPOLOGIA:

FORMATO:

A4

TITOLO:

STUDIO GEOLOGICO PRELIMINARE

FOGLIO:

SCALA:

NA:

Rev:	Data	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0					
1	15/05/2024				

**STUDIO:** P.zza della Repubblica, 2 – San Cataldo ITALY – Tel/fax 0934-571188 cell 339-3653349 - e-mail [giuseppevolol@virgilio.it](mailto:giuseppevolol@virgilio.it)  
**LABORATORIO:** via Napoleone Colajanni, 115 – Caltanissetta - ITALY - tel. fax. 0934-22127

# COMUNE DI RESUTTANO

(PROVINCIA DI CALTANISSETTA)

**STUDIO GEOLOGICO E PIANO D'INDAGINE PER IL PROGETTO DEFINITIVO IN  
VARIANTE RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA NEL TERRITORIO COMUNALE DI RESUTTANO**

# RELAZIONE GEOLOGICA

**COMMITTENTE:**

NP SICILIA 7 S.r.l.

Galleria Passarella, 2  
20122 - Milano

**IL GEOLOGO**

dott. Giuseppe Massimo Volo

  
Dott. Geol.  
VOLO  
GIUSEPPE MASSIMO  
2011  
Sez. 3

REGIONE SICILIA  
ORDINE DEI GEOLOGI  
SICILIA

# SOMMARIO

<b>1.0</b>	- PREMESSA .....	PAG. 2
<b>2.0</b>	- INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	“ 4
<b>3.0</b>	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	“ 5
<b>4.0</b>	- LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI, IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI.....	“ 6
<b>5.0</b>	- LINEAMENTI GEOLITOLOGICI .....	“ 9
<b>6.0</b>	- INDAGINI SVOLTE IN SITU .....	“ 12
<b>6.1</b>	SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	“ 12
<b>6.2</b>	SONDAGGI PENETROMETRICI DINAMICI MEDI .....	“ 13
<b>7.0</b>	- CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	“ 15
<b>8.0</b>	- SISMICITA' DELL'AREA.....	“ 17
<b>9.0</b>	- CONCLUSIONI .....	“ 34

## **ALLEGATI:**

- STRALCIO TOPOGRAFICO CON UBICAZIONE DEL SITO IN SCALA 1: 25.000
- CARTA GEOLITOLOGICA IN SCALA 1: 25.000
- CARTA GEOMORFOLOGICA IN SCALA 1: 25.000
- COLONNE STRATIGRAFICHE IN SCALA 1:100
- SEZIONI GEOLOGICHE IN SCALA 1: 300
- STRALCIO CARTA P.A.I. FUORI SCALA
- CERTIFICATI PENETROMETRICI
- CERTIFICATI GEOTECNICI DI LABORATORIO

# COMUNE DI RESUTTANO

(PROVINCIA DI CALTANISSETTA)

**STUDIO GEOLOGICO E PIANO D'INDAGINE PER IL PROGETTO  
DEFINITIVO IN VARIANTE RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN  
PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA NEL  
TERRITORIO COMUNALE DI RESUTTANO**

## RELAZIONE GEOLOGICA IN VARIANTE

### 1.0 PREMESSA

Il presente elaborato geologico è stata integrata a seguito di alcuni interventi in variante al progetto del parco eolico di NP Sicilia7 s.r.l. denominato “SAN NICOLA” sito nei comuni di Resuttano (CL), Santa Caterina Villarmosa (CL), Villalba (CL), Castellana Sicula (PA) e Petralia Sottana (PA).

L'esigenza di redigere la presente relazione in variante, nasce dalla necessità di una revisione del precedente progetto consistente nella sostituzione delle torri precedentemente considerate, denominate WTG1 e WTG5 e WTG7 che sono state sostituite dai nuovi aereogeneratori denominati WTG8 e WTG9 nonché il ri-tracciamento del percorso del cavidotto interessante il comune di Castellana Sicula (PA), nello specifico il tratto interessante la S.S. n 121 “La Catanese” al fine di non interferire con la realizzazione/ammodernamento dell'asse ferroviario Palermo-Catania di cui al “Lotto 3 – Tratta Lercara Diramazione – Caltanissetta Xirbi” di Rete Ferroviaria Italiana (RFI) e approvato favorevolmente in via definitiva nella relativa Conferenza dei Servizi;

Complessivamente la porzione di territorio impegnato dal progetto, rimane quello investigato precedentemente ad eccezione delle aree impegnate dalle nuove torri WTG08 e WTG09. Per questo motivo, nel presente elaborato sono state condotte delle indagini geognostiche suppletive per investigare le nuove aree dal punto di vista stratigrafico e geotecnico eseguite per l'appunto nelle aree scelte per l'alloggio dei nuovi aereogeneratori WTG08 e WTG09.

Questo elaborato, si configura come caratterizzazione e modellazione geologica finalizzata all'acquisizione delle conoscenze geologiche, strutturali, stratigrafiche e idrogeologiche e identificare le eventuali situazioni locali che presentino livelli di pericolosità geologica tali da poter influenzare, in modo significativo, le scelte progettuali; indicare le eventuali prescrizioni e gli eventuali accorgimenti tecnici affinché le condizioni di pericolosità non si aggravino o si manifestino nella zona in progetto.

L'inquadramento geologico dell'area è il risultato del rilievo di superficie delle formazioni affioranti. L'assetto morfologico dei terreni e i dissesti presenti, è stato analizzato, oltre che dai sopralluoghi esperiti, anche attraverso la consultazione dei portali cartografici. Sono stati così utilizzati gli elementi direttamente osservabili in superficie e desunti dalla letteratura specializzata, oltre ai dati ottenuti dalle indagini geognostiche eseguite nell'area in cui verrà realizzata l'opera in progetto.

## 2.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in studio topograficamente ricade nel Foglio n°268 quadrante IV a cavallo tra le tavolette "Santa Caterina Villarmosa" orientamento N.O. e la tavoletta "Villarosa" orientamento N.E. Nella cartografia tecnica regionale edita dalla Regione Siciliana – Assessorato del Territorio e dell'Ambiente il campo eolico in progetto è cartografata nella sezione N°622130 denominata "Recattivo" e nella sezione N°622140 denominata "Ponte Cinque Archi".



Fig. 1 – Inquadramento geografico

\

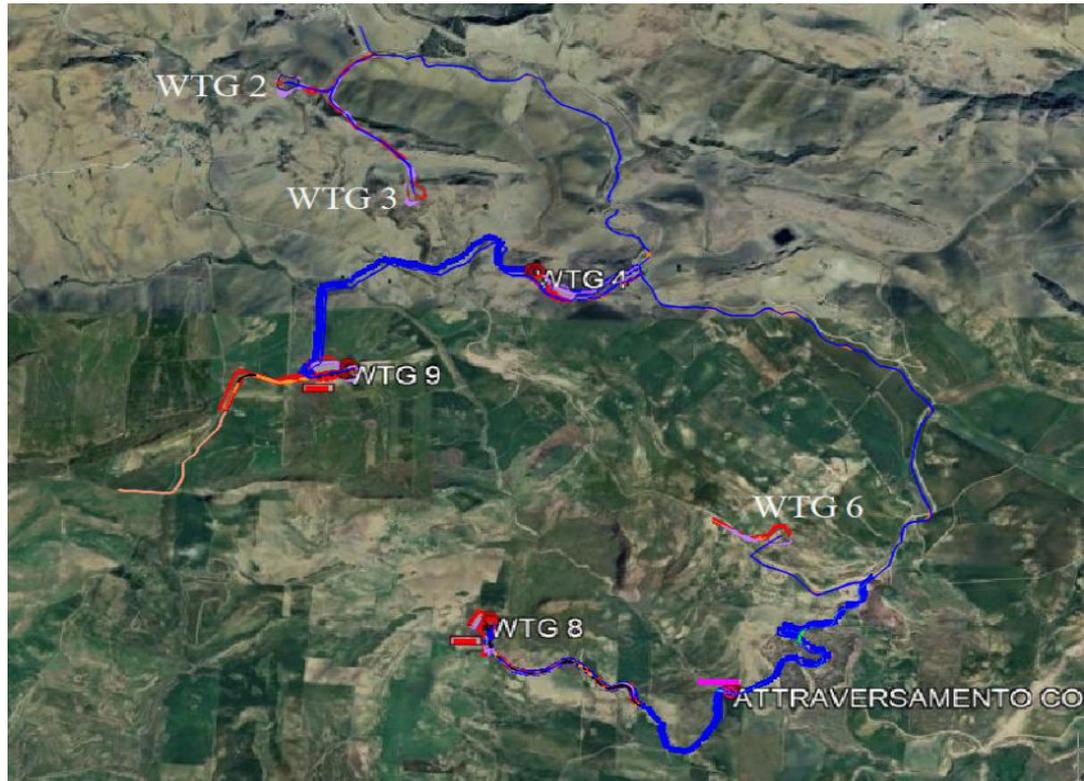


Fig. 2 – Ubicazione del parco eolico in esame

### 3.0 RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli studi geologici e la redazione della presente relazione sono stati eseguiti seguendo le prescrizioni delle norme, i cui riferimenti sono di seguito riportati:

- Deliberazione n. 81 del 24 febbraio 2022. “Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia
- D.A. n.117 del 07 Luglio 2021;
- D.D.G. n.102 del 23 Giugno 2021;
- L. R. 13 agosto 2020 n°19
- Il D.S.G. n.189/2020;
- Direttiva dell’Autorità di Bacino (AdB) del 11/10/2019 (Prot.6834);
- D.M. 17 Gennaio 2018 – Nuove Norme tecniche per le costruzioni;

- Circolare ARTA 3/DRA del 20/06/2014;
- D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni; Circolare 2 febbraio 2009, n° 617– istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003 - “Primi elementi in materia dicriteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche perle costruzioni in zona sismica.”; modificata dall’O.P.C.M. 3431 del 03/05/2005;
- Delibera della Giunta Regionale della Regione Siciliana n. 408 del 19/12/2003 - “Elenco deicomuni della Sicilia classificati sismici con i criteri della delibera di Giunta Regionale n.408 del19 Dicembre 2003” pubblicato sulla GURS n.7 del 13/02/2004”;
- Regio Decreto Legge 30 dicembre 1923, n.3267 - “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”.

#### 4.0 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI IDROGRAFICI ED IDROLOGICI

L’aspetto morfologico del sito ove si imposterà il parco eolico oggetto di studio, rispecchia le forme di deposito tra le più comuni della Sicilia centro-meridionale. La configurazione geomorfologica degli affioramenti argillosi è così caratterizzata da versanti a pendenza da debole a media, con frequenti ondulazioni localmente interrotte, per erosione selettiva, da creste e dorsali più o meno continue dovute all’affioramento delle formazioni gessose e delle quarzareniti. La notevole variabilità delle forme si manifesta in particolare nel settore con rilievi aspri in corrispondenza delle quote più elevate e forme dei versanti che progressivamente si addolciscono al diminuire dell’altitudine. Tale situazione, determina nella parte più settentrionale rispetto all’area in studio, ossia quella prossima al Monte Acquasanta e Cozzo Cianciallo, la presenza di

un alto strutturale rappresentato dalle litofacies gessose che risultano intercalate ai depositi caratterizzati dalle gesso-peliti, marne e argille. L'area occidentale rispetto al parco eolico in esame, si appoggia sulle argille grigio-verdastre con intercalazioni gessarenitiche del Messiniano sup. che si allocano lateralmente e in discontinuità stratigrafica con i depositi Flyshoidi che caratterizzano la contrada Ciolino.

. La diversa coerenza e l'assetto stratigrafico delle rocce summenzionate determinano una variabilità delle acclività dei versanti, infatti le pendenze dei sedimenti di natura argillosa e marnosa risultano variabili e con valori molto contenuti, in quanto tali litotipi oppongono una minore resistenza agli agenti esogeni mostrando un certo grado di erodibilità. Al contrario, le formazioni gessose e quarzarenitiche si mostrano più resistenti e di conseguenza conferiscono all'ambiente un aspetto rupestre segnato da caratteristiche scarpate talora sub-verticali. Nello specifico, la pendenza media dell'intera area in esame, si attesta intorno ai 10-11°, risultando mediamente acclive coerentemente alle formazioni geologiche che caratterizzano l'area in studio.

Il parco eolico in esame, ricade in un'area studiata dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), relativamente al bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale (072) area territoriale tra il F.Palma e il bacino idrografico del Fiume Imera meridionale (071). L'area è inquadrata nella Carta dei dissesti n. 22 e 23, nessuna pala eolica risulta coinvolta da aree in frana o scoscendimenti lenti.

Nello specifico, gli aereogeneratori risultano appartenere a diversi microbacini le cui incisioni fluviali si immettono tutte nel fiume Imera Meridionale posto sulla destra orografica rispetto al sito oggetto di studio.

Dal punto di vista idrografico, la circolazione dell'acqua è caratterizzata da un tipico regime torrentizio effimero. Questo settore risulta interessato da una serie di incisioni torrentizie, talora incassate, caratterizzate da deflussi superficiali occasionali con incisioni che mostrano un aspetto dendritico tipico delle formazioni argillose, con twalveg di 3° ordine.

Relativamente alle acque di dilavamento superficiale esse defluiscono lungo le superfici dei versanti seguendo le linee di massima pendenza. Questo deflusso tende a convogliare in canali naturali a sezione relativamente piccola rispetto alla superficie sovrastante facendo così acquistare una certa energia cinetica erosiva. Le acque di infiltrazione interessano le rocce permeabili affioranti (alternanza sabbioso-arenacea) muovendosi secondo linee di flusso parallele osservando così in parte le leggi del moto idraulico laminare. Nel versante in esame quindi la permeazione corre verso valle, in accordo con l'inclinazione morfologica del versante. Pertanto, le acque di precipitazione meteorica che interessano la parte apicale, si riversano nel fiume Imera Meridionale.

## 5.0 LINEAMENTI GEOLITOLOGICI

L'area in esame ricade in un'area della Sicilia centro meridionale, denominata "Fossa di Caltanissetta", facente parte di un esteso bacino che fu fortemente subsidente durante tutto il Neogene ed il Pleistocene e che in età mio-pliocenica è stata ricoperta da sedimenti evaporitico-detritici. La successione stratigrafica affiorante è costituita alla base dalle unità della Catena Appenninico-Maghrebide coinvolte in un sistema a falde di età miocenica medio-superiore su cui poggiano, in discordanza, depositi che vanno dal Tortoniano superiore (Formazione Terravecchia) al Pliocene inferiore-medio (Trubi, calcareniti e sabbie).

In particolare, l'area si inserisce nel settore centro occidentale del Bacino idrografico del Fiume Imera, dove si distinguono da nord a sud, la grande sinclinale costituita dal Flysch Numidico, quella costituita prevalentemente da argille e gessi ed una terza il cui nucleo è rappresentato dai depositi pliocenici. Queste sono divise da strutture anticlinali dove affiorano estesamente le argille variegata e più a sud anche i terreni tortoniani. All'interno delle strutture maggiori sono presenti pieghe e faglie di dimensioni minori. L'assetto strutturale è condizionato da sequenze di pieghe con assi orientati prevalentemente in direzione W/NW – E/SE, interrotte da sistemi di faglie distribuite in direzione W-E e N-S. In corrispondenza delle aree depresse si riscontrano gli accumuli di depositi quaternari ed olocenici che generano assetti prevalentemente sub-pianeggianti. I terreni sono stati coinvolti in differenti fasi tettoniche che hanno deformato i domini paleogeografici e modificato i rapporti originari tra le varie unità litologiche depositatisi in distinti ambienti sedimentari. Le fasi tettoniche principali, responsabili dell'attuale

assetto strutturale della zona, sono tre: la fase pre-orogena, la fase orogenetica e quella tettonica recente o neotettonica (post-orogena).

Dal punto di vista geologico dal basso verso l'alto si possono riconoscere i seguenti termini litologici:

- Formazione Terravecchia (Miocene sup.-Tortoniano inf.);
- Gessi (Messiniano);
- Calcari vacuolari (Messiniano inf.);
- Marne calcaree a globigerine - "Trubi" - (Pliocene inf);
- Calcareni e sabbie (Pliocene inf.-med.).

I terreni presenti nell'ambito dell'area in studio elencati dalla più antica alla più recente sono dati da:

**Formazione di Terravecchia** (Tortoniano sup.): si tratta di marne argillose grigio-azzurre e/o brune e sabbie quarzose di colore giallastro presenti sotto forma di sottili livelli o grosse lenti. Questa successione argilloso-sabbiosa del Tortoniano superiore si caratterizza per la notevole variabilità di facies e spessori: si individuano marne argillose di colore grigio azzurro o bruno; sabbie di colore giallastro scarsamente cementate, talora ben classate, quasi esclusivamente quarzose a granulometria grossolana; arenarie di colore giallastro in strati sottili intercalati da livelli marnoso-sabbiosi poco compatti. Nell'area in esame questi depositi giacciono in discordanza sul substrato numidico.

**Argille grigio-verdastre** (Messiniano sup.): con intercalazioni di gessareniti, calcisiltiti grigio-azzurrognole in strati di 0,5-1 m ed arenarie e micro conglomerati poligenici in banchi lenticolari, potenti fino a 2 m. Localmente alla base delle gessareniti si rinvengono alcuni metri di breccie con clasti centimetrici di calcare solfifero e cemento carbonatico.

**Calcari di base** (Messiniano inf.):

L'orizzonte calcareo conosciuto come "calcare di base" si interpone fra il Tripoli, al letto ed i gessi al tetto. In superficie la roccia è biancastra o grigio molto chiara, mentre in profondità la roccia viva tende al grigio con riflessi grigio-cenere ed anche grigio azzurrognoli. Il calcare solfifero è normalmente disposto in banchi dello spessore di 1-2 metri. Fra i diversi banchi sono intercalate normalmente marne grigie o variamente colorate ed anche tripolacee, oppure argille variamente tripolacee, straterellate e marroncine o bianche e pulverulente in superficie e grigio-chiare compatte in profondità.

L'aspetto è classico dei calcari dolomitici vacuolari a stratificazione massiva completamente fratturati. Esso ha aspetto talora vacuolare e alterato, talora compatto e durissimo con struttura millimetrica e con assenza di fossili. In alcuni casi nella roccia sono state rinvenute impronte di cristalli di sali, questo fa pensare che il calcare della serie Gessoso-Solfifera si sedimentava in acque salate.

Nell'area rilevata, il calcare di base si riscontra nelle caratteristiche creste rocciose ("puntari e serre") così come affiorano nell'area ove si troverà l'aerogeneratore WTG 8.

**Gessi e gessareniti** (Messiniano sup.):

Si tratta di un'alternanza di gessi selenitici in strati da centimetrici a decimetrici ed argille gessose, gessi in lamine millimetriche ritmiche (gesso balatino), gessi saccaroidi, gessareniti ed argille gessose. Spessori affioranti 10-15 m. Spesso in alternativa si trovano gessi a struttura laminata di colore variabile dal grigio al verde e al rosso e gessopeliti marne e argille (GPQa). In questi casi, risultano stratificati in banchi di spessore massimo di 2 metri. Le formazioni gessose ricoprono diffusamente il sito in progetto e risultano

ammantare i siti prescelti per gli aerogeneratori WTG 3, WTG 4, WTG 5, WTG 6, WTG 9 e gran parte del cavidotto.

## **6.0 INDAGINE SVOLTE IN SITU**

Per la ricostruzione del sottosuolo, al fine di determinare lo spessore e le caratteristiche litologiche e meccaniche dei terreni di fondazione degli aerogeneratori, sono state esperite un certo numero di indagini geognostiche scelte e dislocate congruentemente rispetto all'estensione areale del sito oggetto di studio. Le indagini espletate, hanno avuto il compito di procedere ad una caratterizzazione geotecnica complessiva dei terreni, per potere effettuare la progettazione definitiva delle opere. Per quanto concerne, la caratterizzazione puntuale di ogni singolo aerogeneratore, si rimanda allo studio esecutivo dove saranno previste ulteriori indagini sicuramente più esaustive per la scelta definitiva delle tipologie fondazionali da utilizzare. Le indagini sin qui eseguite, hanno previsto l'esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelievo di campioni, prove penetrometriche dinamiche medie, analisi di laboratorio geotecnico e prove sismiche di tipo Masw.

### **6.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI**

Per la ricostruzione del sottosuolo, anche in questo elaborato in variante ci si è serviti della precedente campagna di indagini geognostiche a carotaggio continuo eseguite nell'area dove erano previsti gli aerogeneratori WTG 4 e WTG 1 (soppressa). Durante l'esecuzione delle indagini sono stati prelevati, a diversa profondità e nelle diverse litologie presenti, alcuni campioni indisturbati di terreno, al fine di eseguire le analisi di laboratorio e le prove meccaniche per la caratterizzazione geotecnica di tutte le unità litologiche di diretto interesse per lo studio in progetto. A seguire vengono riportate

le tavole sinottiche che descrivono in maniera dettagliata la stratigrafia dei sondaggi eseguiti:

<b>SONDAGGIO S<sub>1</sub> (AEREOGENERATORE WTG 4)</b>		
<b>Da m</b>	<b>A m</b>	<b>Descrizione</b>
0.00	1.20	Terreno organico di colore bruno
1.20	5.00	Alternanza di argille marnose e livelletti di gesso cristallino. Le argille si presentano poco umide e plastiche. <b>PRELIEVO CAMPIONE INDISTURBATO S1C1 4,1-4,5 m</b>
5.00	10.80	Livello di gesso a consistenza litoide. Da metri 5 a metri 9 si è riscontrata una cavità carsica.
10.80	11.80	Livello di argille marnose. Si presentano poco umide e poco plastiche.
11.80	13.30	Livello gessoso a consistenza litoide.
13.30	16.30	Livello di argille marnose. Si presentano poco umide e poco plastiche.
16.30	18.20	Livello gessoso a consistenza litoide.
18.20	20.00	Livello di argille marnose. Si presentano poco umide e poco plastiche.

**Tabella 6.1** – Stratigrafia sondaggio geognostico S<sub>1</sub>

## 6.2 SONDAGGI PENETROMETRICI DINAMICI MEDI

Per quanto concerne le indagini eseguite mediante l'ausilio di penetrometro dinamico medio, anche in questa sede vengono considerati i dati geotecnici estrapolati dalle precedenti prove eseguite sui siti prescelti per gli areogeneratori denominati WTG 5 e WTG 7. Sono stati inoltre implementate altre due prove penetrometriche eseguite sulle aree individuate per l'allocazione degli areogeneratori WTG8 e WTG9. Sono stati così eseguiti ulteriori n°2 sondaggi penetrometrici dinamici, realizzati mediante l'utilizzo di un penetrometro dinamico medio classif. ISSMFE 1988 DM 30 della Deep Drill.

A seguire vengono riportate le tavole sinottiche che descrivono in maniera dettagliata le stratigrafie di tutti i sondaggi penetrometrici effettuati:

<b>DIN4 (AEREOGENERATORE WTG 9)</b>		
<b>Da m</b>	<b>A m</b>	<b>Descrizione</b>
0.00	1.00	Terreno organico superficiale
1.00	1.90	Impasto detritico di natura calcarea
1.90	2.10	Prova a rifiuto

Tabella 6.1 – Stratigrafia prova penetrometrica Din 4

<b>DIN5 (AEREOGENERATORE WTG 8)</b>		
<b>Da m</b>	<b>A m</b>	<b>Descrizione</b>
0.00	0.90	Terreno organico superficiale
0.90	2.30	Gessopeliti mediamente consistenti
2.30	2.40	Prova a rifiuto

Tabella 6.2 – Stratigrafia prova penetrometrica Din 5

Ci si è basati sulla relazione empirica esistente tra numero dei colpi di maglio e consistenza del terreno per quanto concerne le prove penetrometriche eseguite in situ.

I parametri geotecnici ottenuti nei vari strati sono i seguenti.

<b>PARAMETRI GEOTECNICI LITOTIPI INDIVIDUATI NELLE PROVE PENETROMETRICHE</b>	<b>DIN 4 IMPASTO DETRITICO CALCAREO</b>	<b>DIN 5 GESSOPELITI MEDIAMENTE CONSISTENTI</b>
Angolo di attrito efficace $\phi'$	<b>26,0°</b>	<b>25,2°</b>
Densità relativa <b>DR</b>	<b>31,7%</b>	<b>28,3%</b>
Peso di volume saturo $\gamma_{sat}$	<b>1,92 t/m<sup>3</sup></b>	<b>1,91 t/m<sup>3</sup></b>
Peso di volume secco $\gamma_a$	<b>1,48 t/m<sup>3</sup></b>	<b>1,46 t/m<sup>3</sup></b>
Modulo di deformazione drenato	<b>261 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>253 kg/cm<sup>2</sup></b>
Coesione non drenata $C_u$	<b>0,56 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>0,50 kg/cm<sup>2</sup></b>
Contenuto d'acqua <b>W</b>	<b>34 %</b>	<b>35 %</b>
Indice dei vuoti <b>e</b>	<b>0,918</b>	<b>0,945</b>

Tabella 6.7 - Parametri geotecnici estrapolati dalle prove penetrometriche eseguite

## 7.0 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Nelle diverse campagne geognostiche sin qui condotte, data la natura dei terreni attraversati, è stato possibile prelevare campioni indisturbati solo lungo la verticale attraversata nelle litologie argillose. Per tutte le altre postazioni ove sono stati intercettate litologie a consistenza litoide che non sono state caratterizzate in questa fase di studio, si rimanda al progetto esecutivo ove sarà prevista l'esecuzione una ulteriore campagna di indagini accompagnata da una puntuale caratterizzazione geotecnica di ogni sito che sarà sede degli aereogeneratori in progetto. Pertanto, in questa fase progettuale la caratterizzazione geotecnica di laboratorio, si riferisce alla stratigrafia dei terreni di substrato relativi all'installazione della pala denominata **WTG 4**:

SONDAGGIO	CAMPIONE	LITOLOGIA	PROFONDITA'
S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	Argilla marnosa di colore brunastro	4,10 m - 4,50 m

**Tabella 7.1** - Denominazione e profondità dei campioni sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE	S <sub>1</sub> C <sub>1</sub>
Contenuto naturale d'acqua $W_n$	24,5 %
Peso per unità di volume $\gamma_a$	1,932 g/cm <sup>3</sup>
Peso specifico dei grani $\gamma_s$	2,74 g/cm <sup>3</sup>
Peso di volume secco $\gamma_d$	1,55 g/cm <sup>3</sup>
Grado di saturazione $S_r$	87,05 %
Indice dei pori $e_o$	0,771
Porosità $n$	43,54 %
Modulo di deformazione drenato $E'$	183 Kg/cm <sup>2</sup>

**Tabella 7.2** - Caratteristiche fisico – volumetriche

PARAMETRI DELLA PROVA AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA E.L.L.	S <sub>1</sub> C <sub>1</sub>
Carico di rottura $\sigma_f$	1,589 Kg/cm <sup>2</sup>
Coesione non drenata C <sub>u</sub>	0,795 Kg/cm <sup>2</sup>
Deformazione D	9,140 %
Modulo di Young secante alla rottura E'	17,385 Kg/cm <sup>2</sup>

Tabella 7.3 - Parametri ricavati dalla prova ad espansione laterale libera

PARAMETRI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO	S <sub>1</sub> C <sub>1</sub>
Coesione drenata c'	0,219 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo d'attrito interno $\phi$	19,24°

Tabella 7.4 - Parametri ricavati dalla prova di taglio diretto.

## 8.0 SISMICITÀ DELL'AREA

Le “Nuove norme tecniche per le costruzioni”, introdotte con decreto ministeriale del 14 gennaio 2008 e aggiornate nel D.M. del 17 gennaio 2018, tracciano le linee guida per una moderna progettazione sismo-resistente delle opere d'ingegneria civile da realizzare o ristrutturare in Italia. È pertanto divenuto di fondamentale importanza determinare l'azione sismica sulle costruzioni, per valutare il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito da edificare.

A differenza delle precedenti normative, nelle nuove norme tecniche i criteri per l'individuazione delle zone sismiche sono identificate sito per sito e costruzione per costruzione. Pertanto, l'azione sismica di un sito e di una costruzione è valutata a partire da una “pericolosità sismica di base”, ottenuta considerando convenzionalmente un sito

di riferimento rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1) e in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Pertanto la pericolosità sismica in un generico sito si ottiene tramite i valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$ , forniti dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia (INGV), e dei parametri  $F_0$  e  $T_C^*$ , che permettono di definire gli spettri di risposta ( $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,  $T_C^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km), per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi (sono i nove periodi di ritorno considerati nel progetto S1 elaborato dall'INGV). Tutti questi dati sono ottenibili e tabellati per 10.751 nodi del reticolo di riferimento. L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla topografica della superficie. L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata con approccio semplificato e con buona approssimazione, riferendo i terreni in posto ad una delle cinque categorie di sottosuolo (A, B, C, D ed E). L'individuazione della categoria cui appartiene il terreno in studio si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s,eq}$  di propagazione delle onde di taglio (volume significativo). Questa è calcolata in modo perfettamente analogo alla  $V_{s,30}$ , stabilito dal decreto ministeriale del 14 gennaio 2008, ma invece di estendere la media pesata fino ai rigorosi 30 m di profondità, viene considerata una profondità  $H$  (che può

essere pari a 30 m, ma anche ad un valore minore). A decretare il valore di questa profondità H è il raggiungimento del “substrato”, caratterizzato da velocità superiori agli 800 m/s. Fatta dovuta premessa, sono state eseguite tre prove simiche di tipo Masw di seguito descritte:

### MASW 2 (AEREOGENERATORE WTG4)

La seconda prova sismica effettuata è individuata dalle seguenti coordinate geografiche:

Longitudine	14,077794°
Latitudine	37,632252°

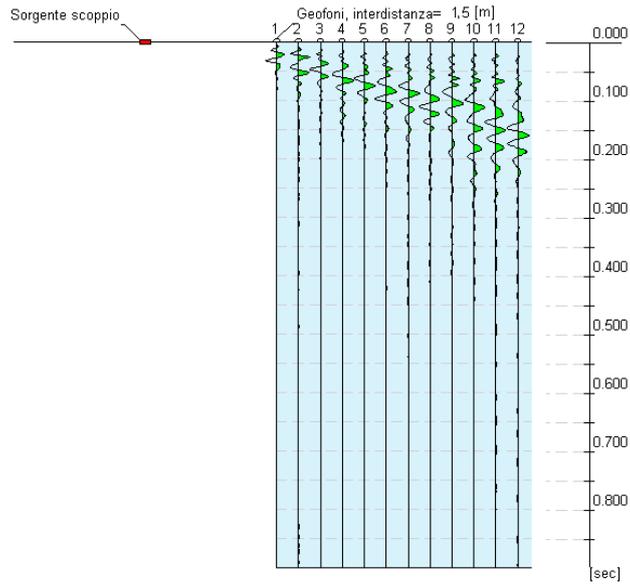
*Tabella 8.1* – Coordinate geografiche dell’area in studio.

#### DATI SPERIMENTALI ED UBICAZIONE DELLA PROVA

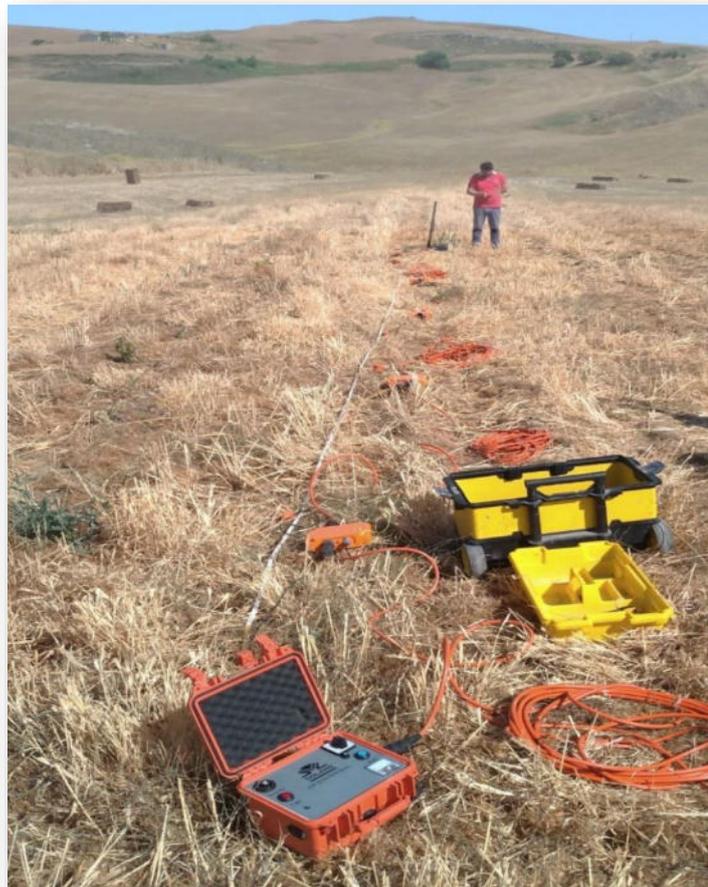
Numero di ricevitori.....	12
Numero di campioni temporali .....	2048
Passo temporale di acquisizione .....	1 ms
Interdistanza geofonica .....	1,5 m



*Fig.5* – Ubicazione del sito in cui è stato realizzato lo stendimento sismico.



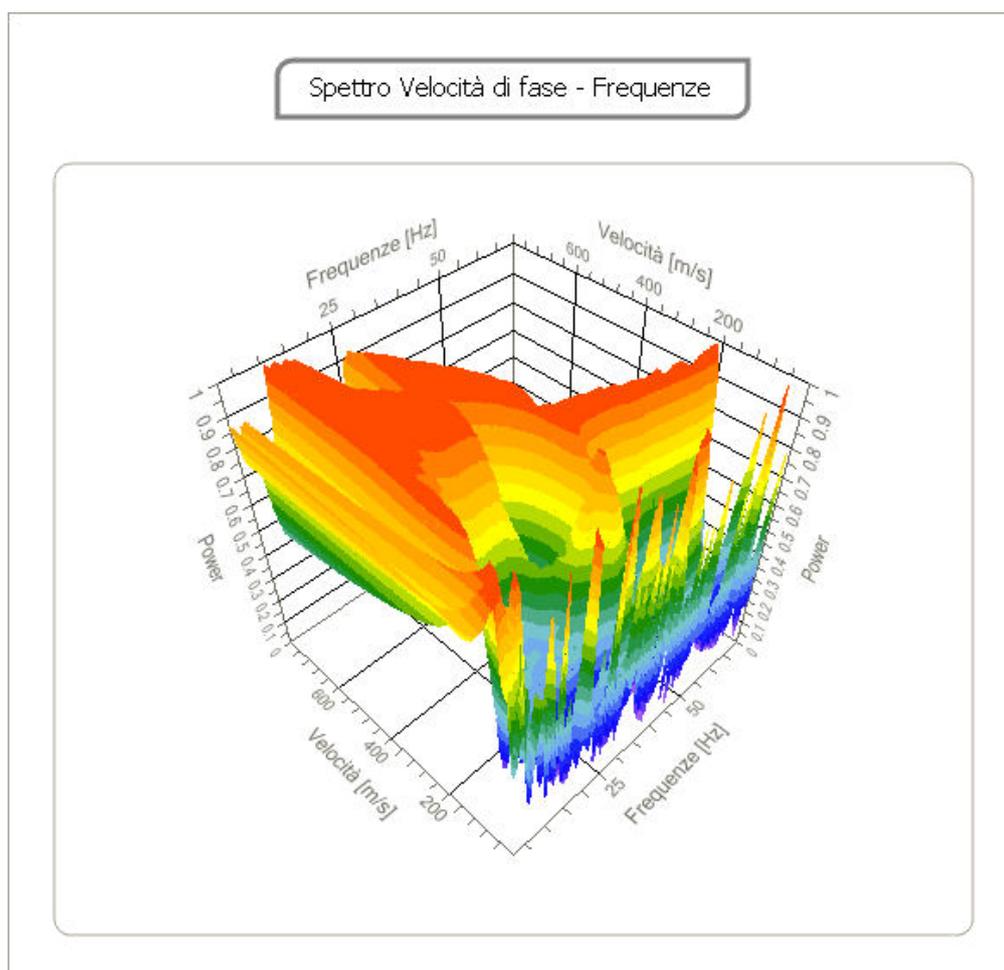
**Fig. 6** – Sismogramma ottenuto dai segnali sismici acquisiti lungo lo stendimento dai geofoni.



**Fig. 7** – Documentazione fotografica della prova effettuata.

ANALISI SPETTRALE

Frequenza minima di elaborazione .....	2 Hz
Frequenza massima di elaborazione .....	70 Hz
Velocità minima di elaborazione .....	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione .....	800 m/sec
Intervallo velocità .....	1 m/sec



**Fig. 8** – Spettro velocità di fase – frequenza (frequenza iniziale 2 Hz, frequenza finale 70 Hz).

## CURVA DI DISPERSIONE

N°	FREQUENZA [Hz]	VELOCITÀ [m/sec]	MODO
1	11.8	668.9	0
2	14.7	528.3	0
3	17.6	497.7	0
4	20.6	504.5	0
5	23.5	513.4	0
6	26.4	514.2	1
7	29.3	503.7	1
8	32.3	468.7	1
9	35.2	415.6	1
10	38.1	359.8	1
11	41.1	310.0	0
12	44.0	272.3	0
13	46.9	249.2	0
14	49.9	239.5	0
15	52.8	238.5	0
16	55.7	239.1	0
17	58.6	236.8	0
18	61.6	226.1	0
19	64.5	210.9	0
20	67.4	204.9	0

Tabella 8.2 – Valori numerici della curva di dispersione.

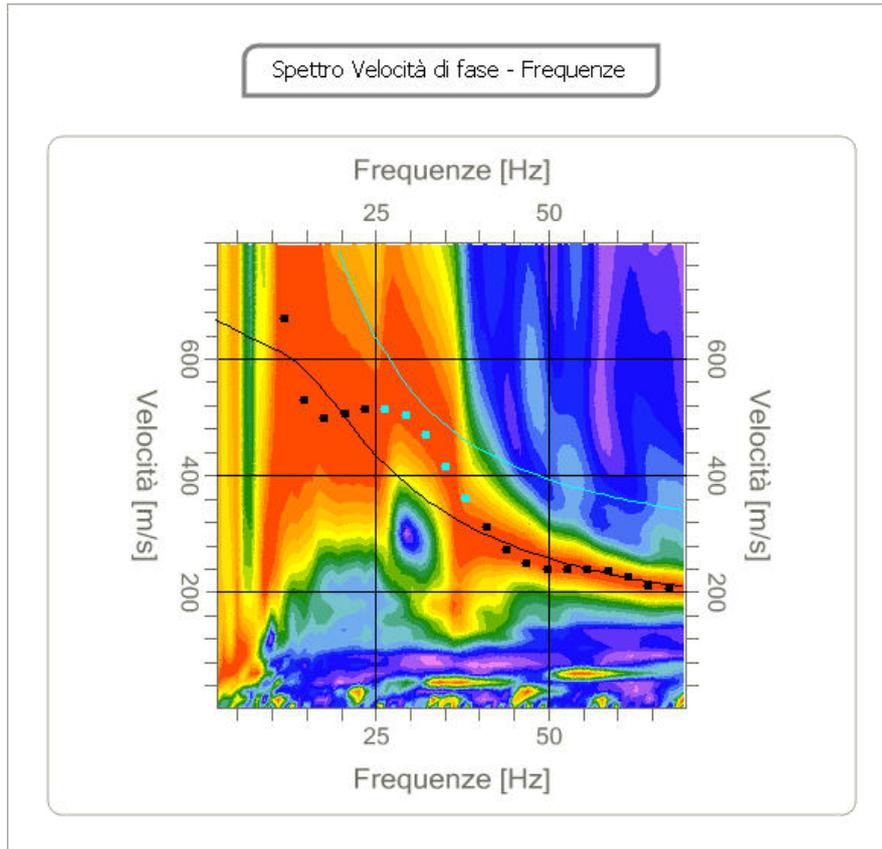


Fig. 9 – Curva di dispersione teorica calcolata attraverso il modello sintetico/picking.

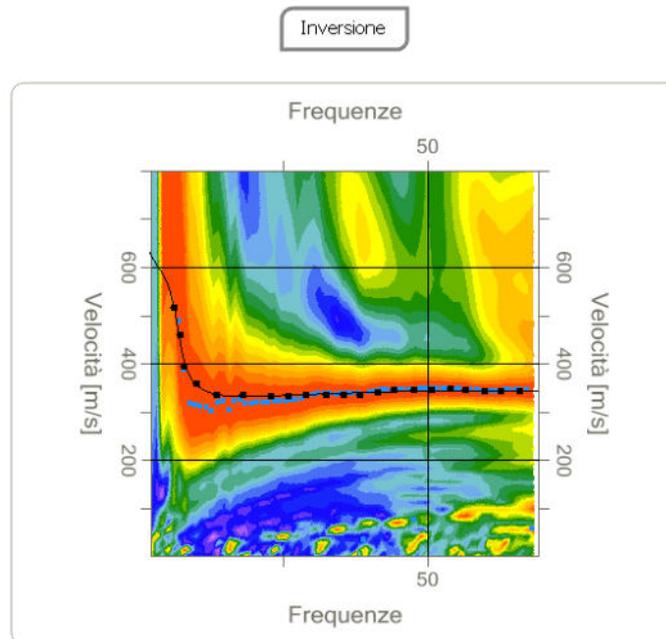


Fig. 10 – Velocità numeriche – punti sperimentali, modi di Rayleigh e curve numeriche.

## INVERSIONE

N°	PROFONDITÀ [m]	SPESSORE [m]	POISSON	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.44	1.44	0.3	375.9	200.9
2	4.26	2.82	0.3	584.5	312.4
3	12.23	7.98	0.3	1265.9	676.7
4	16.87	4.64	0.3	1266.5	677.0
5	22.40	5.53	0.3	1272.1	680.0
6	oo	oo	0.3	1808.0	0.3

Tabella 8.3 – Valori numerici del profilo in sito ottenuti dall'inversione.

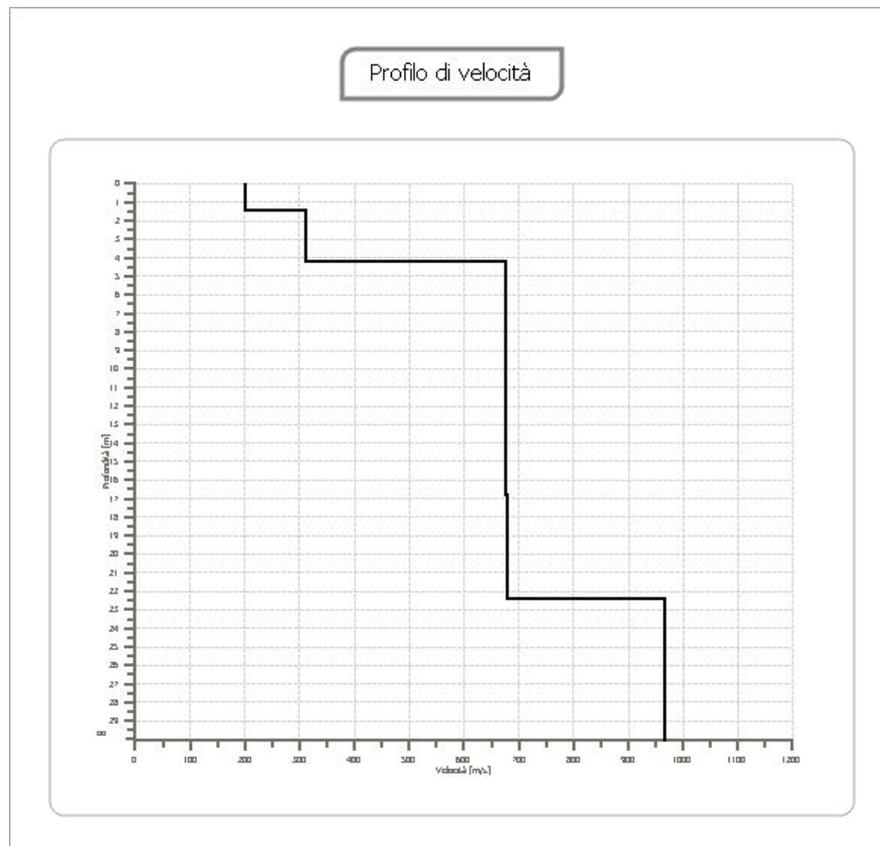


Fig. 11 – Profilo verticale 1D delle Vs ottenuto dall'inversione della curva di dispersione.



Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia)?  SI  NO  Non so  
 Il sito è suscettibile di liquefazione o è argilla sensitiva?  SI  NO  
 È presente uno strato limoso o argilloso di spessore superiore a 10m con elevato contenuto d'acqua?  SI  NO  
 L'indice di plasticità è superiore al 40%?  SI  NO

Tipo di suolo

Sito	Descrizione geotecnica	V <sub>s,eq</sub> [m/s]
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.	>800
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità. a profondità.	800-360
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.	360-180
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.	180-100
E	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.	

V<sub>s,eq</sub> [ 592 ] m/s      Tipo di suolo [ B ]

Fig. 13 – Schermata risultato prova sismica MASW.

## 9.0 CONCLUSIONI

La finalità del presente elaborato è stata quella di verificare la compatibilità geomorfologica e definire il modello geologico di massima dell'area individuata per l'implementazione di un parco eolico costituito complessivamente da 6 aereogeneratori. Per gli scopi sopraesposti è stata eseguita, in situ, una campagna di indagini geognostiche, sismiche e una caratterizzazione geotecnica in laboratorio certificato. Le indagini geognostiche, hanno permesso di determinare la ricostruzione dell'assetto stratigrafico e sismico del sottosuolo così come previsto dall'art. 6.12.1 delle N.T.C 2018. Nella progettazione esecutiva, risulterà necessaria una ulteriore campagna di indagini geognostiche, indirizzate ad ogni singola area di alloggiamento degli aereogeneratori.

Sulla base delle conoscenze sin qui acquisite si possono trarre le seguenti considerazioni:

- ✓ Dall'esecuzione delle indagini geognostiche eseguite nell'intera area individuata per il parco eolico in esame, si è evidenziata la presenza di uno strato superficiale di copertura di spessore medio di circa 1,00 m che ricopre un'alternanza di argille marnose

che sovrastano le formazioni gessoso selenitiche che rappresentano il substrato di base a consistenza litoide per l'alloggiamento di quasi tutto il parco eolico in esame. Questa alternanza di livelli argillo - marnosi e gessoso selenitici si conferma anche lungo la verticale investigata nel sondaggio S1 (*vedasi stratigrafia e sezione allegata in calce alla relazione*). La formazione litoide risulta così costituita: gessi a struttura laminata di colore variabile dal grigio al verde e al rosso e gesso-peliti intervallate dalle marne argillose. I gessi risultano stratificati in banchi di spessore che possono raggiungere uno spessore considerevole superando anche i 30 metri. Questi ricoprono come detto prima, diffusamente la zona orientale del parco eolico in progetto ed in particolare gli aerogeneratori WTG 3, WTG 04, WTG 06 e WTG 08, nonché gran parte del percorso attraversato dal cavidotto. Solo per quel che concerne l'area individuata dalla pala eolica WTG 09 è stata intercettata lungo la verticale dell'indagine effettuata la presenza delle formazioni calcaree che fungono da substrato e che risultano sovrastate dalle formazioni detritiche superficiali anch'esse di natura calcarea.

✓ Dal punto di vista morfologico, limitatamente all'area di interesse risulta caratterizzata da una dorsale collinare elongata in direzione NW-SE che si imposta prevalentemente nella classe altimetrica 600-700 m s.l.m. e che interessa l'intero parco eolico in progetto (aerogeneratori WTG 2, WTG 3, WTG 4, WTG 6, WTG 8 e WTG 9). La morfologia degrada verso il letto del Fiume Imera meridionale dove vengono raggiunte le quote minime (371 m s.l.m.) per poi proseguire sul versante opposto fino a raggiungere la quota di circa 530 m s.l.m. in corrispondenza del Comune di Villarosa (EN).

Il sito dove sorgerà il parco eolico in progetto, si sviluppa su un'area di circa 13 km<sup>2</sup>; esso presenta una morfologia collinare con pendii nel complesso piuttosto acclivi con pendenze che spesso ricadono nella classe 5-15° e raggiungono anche valori compresi tra 15°-20° (aerogeneratore WTG 03).

✓ La zona in progetto secondo il PAI (Piano stralcio per l'assetto idrogeologico) ricade relativamente al bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale (072) area territoriale tra il F.Palma e il bacino idrografico del Fiume Imera meridionale (071). L'area è inquadrata nella Carta dei dissesti n. 22 e 23. Dalla consultazione delle stesse carte, l'ubicazione degli aerogeneratori non ricade nelle zone classificate **"Pericolose"** pertanto nessuna pala eolica risulta coinvolta da aree in frana o scoscendimenti lenti.

Gli unici aspetti geomorfologici di rilievo, riguardano il tracciato del cavidotto, che in parte, lungo il suo percorso, incontrerà aree in dissesto per mancata manutenzione della sede stradale o per franamento della stessa che di fatto ha pregiudicato i presidi idraulici prima esistenti. Mentre, una parte del tracciato del cavidotto, risulta lambita da una zona definita dal PAI "zona di attenzione" correlata all'ex area mineraria denominata Corvillo, per potenziali problematiche dovute a rischio di sprofondamenti e/o sinkhole. In questo caso specifico, trattandosi di cavidotto e quindi di struttura di modesta entità, la presenza del sito di attenzione non impone misure cautelative particolari dovute alla possibile presenza di cavità sotterranee.

✓ Per quanto concerne la caratterizzazione sismica dell'area in studio, si è provveduto ad eseguire una prova sismica di tipo MASW, disposta geograficamente in modo tale caratterizzare sismicamente in linea di massima l'intera area in studio. Dalla elaborazione dei dati ottenuti in sito, si sono ricavati i valori delle velocità equivalenti dei

primi 30 m di suolo rispettivamente pari a  $V_{Seq} = 592 \text{ m/s}$  (CATEGORIA B) per quanto riguarda la prova eseguita nella postazione WTG 4.

Per quel che concerne la categoria topografica da considerare per i calcoli statici, dai rilievi si evince che la pendenza dei versanti non supera i  $15^\circ$  per quanto riguarda tutte le postazioni degli aereogeneratori considerate nel progetto in studio, pertanto la categoria topografica dell'intero sito in esame è di tipo **T1**. Solo per la posizione dell'aereogeneratore WTG 3 la categoria topografica del sito supera i  $15^\circ$  di pendenza e pertanto l'area viene classificata topograficamente come **T2**.

✓ Per quanto riguarda l'accesso alla torre WTG 8 essa comporta l'attraversamento di un corso d'acqua denominato "Torrente della Cava". Tale attraversamento, comporterà l'uso di tubazioni ARMCO di sezione e resistenza adeguata al passaggio dei mezzi portapala e di cantiere necessari ad approntare l'area di cantiere della suddetta torre. La posizione esatta dell'attraversamento alle coordinate UTM 33N risulta:

- 419483,17 m E;
- 4163207,76 m N

Nella posizione su indicata, non ci sono condizioni geomorfologiche ostative alla realizzazione dell'attraversamento stesso come confermato anche dalla carta PAI ove non risultano indicate aree geomorfologicamente in dissesto.

✓ Il progetto non prevede modificazioni morfologiche significative rispetto all'assetto attuale, anche l'apertura della viabilità di servizio non comporta modifiche profonde allo stato dei luoghi in quanto segue, ridefinendola e adattandola, la viabilità esistente. Pertanto l'installazione degli aereogeneratori previsti, risulta compatibile con l'assetto geomorfologico dei luoghi ove si intende realizzare il progetto.

- ✓ Nelle condizioni progettuali suddette e in considerazione della situazione geolitologica, geomorfologica e geomeccanica dell'area in studio, si può affermare che i carichi indotti dalle future opere previste in progetto non sono tali da alterare l'equilibrio geostatico delle aree limitrofe.

**Il Geologo**

dott. Giuseppe Massimo Volo

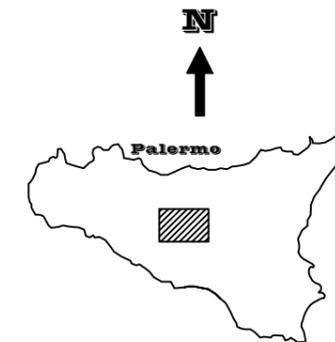
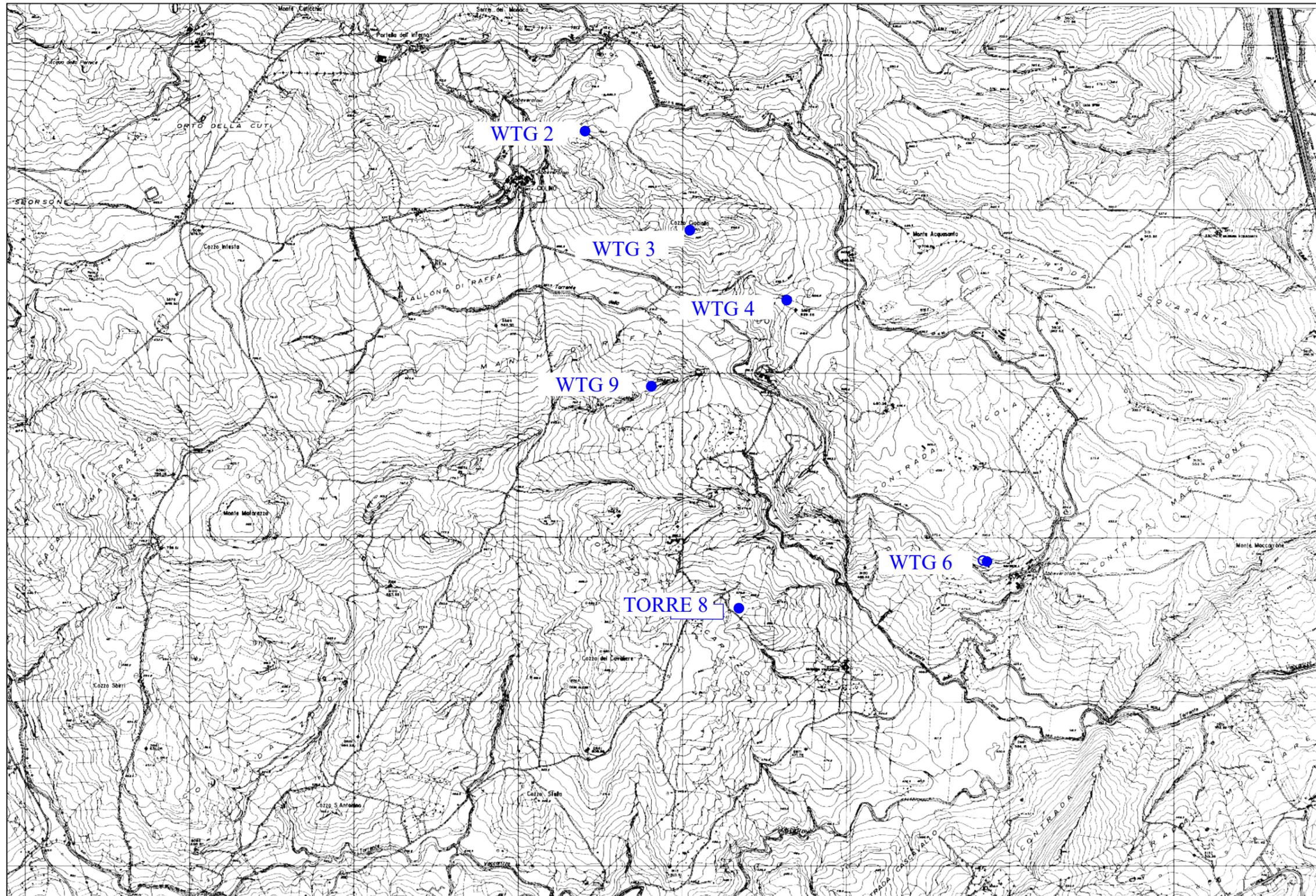
  
A circular blue stamp of the Ordine Regionale dei Geologi della Campania is overlaid on the signature. The stamp contains the text: 'ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA CAMPANIA', 'Dott. Geol. VOLO GIUSEPPE MASSIMO', and 'Sez. 11'.

# STRALCIO TOPOGRAFICO CON UBICAZIONE DEL SITO

Foglio 622 Sezione 130 "Recattivo"

Foglio 622 Sezione 140 "Ponte Cinque Archi"

Scala 1:25.000



Quadro d'unione dei fogli 1:50.000

620 Lercara F.	621 Alia	622 Ganci
629 Aragona	630 S.Cataldo	631 Caltanissetta
636 Agrigento	637 Canicatti	638 Riesi

Posizione della sezione nel foglio 1: 50.000

010	020	030	040
050	060	070	080
090	100	110	120
130	140	150	160

# CARTA GEOLITOLOGICA

scala 1:25.000

## LEGENDA

### Depositi fluviali terrazzati

Ghiaie eterometriche e poligeniche brune o giallastre a clasti prevalentemente arrotondati (Quaternario).



### Depositi alluvionali terrazzati

Accumuli gravitativi caotici di materiali eterogenei ed eterometrici, in matrice da argillosa a sabbiosa, localmente a grossi blocchi, a luoghi stabilizzati o senza indizi di evoluzione in atto. (Attuale).



### Marne calcaree "Trubi"

Marne e calcari marnosi di colore bianco crema. (Pliocene inferiore)



### Conglomerati

Conglomerati poligenici a supporto di matrice sabbiosa bruna o giallastra, a clasti quarzarenitici spigolosi e carbonatici mesozoici subferici. (Messiniano sup.)



### Gessi

Gessopeliti, marne e argille (a). Gessi a struttura laminata di colore variabile dal grigio al verde e al rosso. I gessi sono stratificati in banchi di spessore massimo di 2 metri. Alternanze di gessi selenitici in strati da centimetrici a decimetrici ed argille gessose, gessi in lamine millimetriche ritmiche (gesso balatino), gessi saccaroidi, gessareniti ed argille gessose. Spessori affioranti 10-15 m (b). (Messiniano sup.).



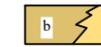
### Calcare di Base

Calcarei cristallini grigio-giallastri, calcari dolomitici e dolomie vacuolari o brecciate, stratificati in banchi fino a 2 m, separati da giunti pelitici medio-sottili con livelli sottili di calcilutiti grigie laminate (Messiniano).



### Formazione Terravecchia

Prevalenti conglomerati con intercalazioni di bancate di sabbie quarzose con livelli conglomeratici da rossastri a giallastri ad elementi arenacei e calcarei ed in subordine ignei alternanti ad arenarie e lenti pelitiche (a), prevalenti argille, argille sabbiose e marne grigie, grigio verdastre o azzurrognole (b) (Messiniano inf. - Tortoniano sup.)



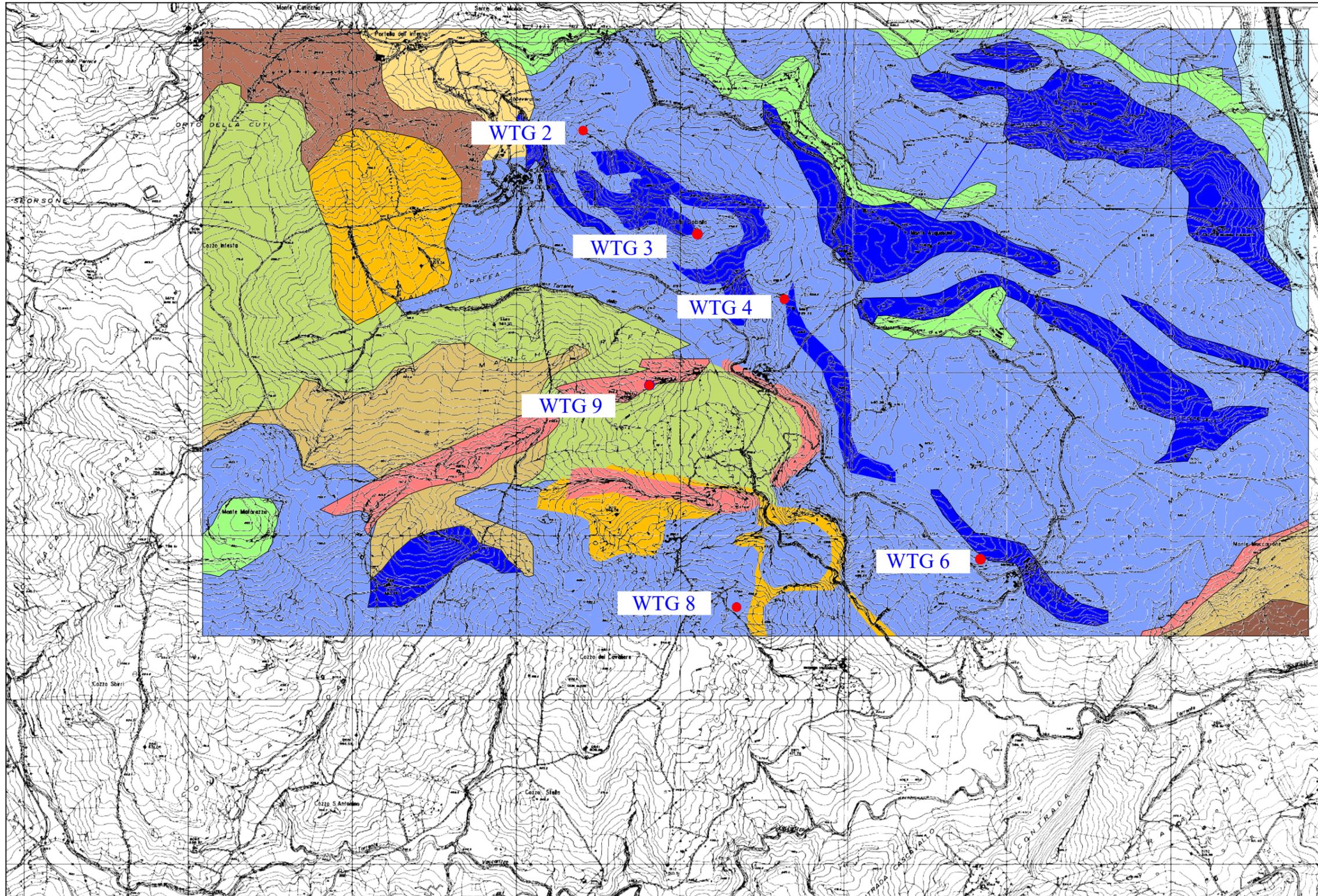
### Flysh Numidico

Alternanze di argilliti nerastre, argille brune e quarzareniti giallastre, con a luoghi addizionati livelli marno-calcarei di colore grigio-biancastro, passanti ad un'alternanza di quarzareniti in grossi banchi e sottili livelli di argille brune. (Oligocene sup.-Burdigaliano)



### Argille Varicolori

Alternanza caotica di argille fissili o scagliettate e marne varicolori, sottili livelli di calcilutiti, intercalazioni di arenarie quarzose, diaspri, lenti di calcareniti, brecciole a macroforaminiferi risedimentati. (Cretacico sup. -Oligocene inf.)



COMMITTENTE: NPD Italia II srl

SONDAGGIO 1

LOCALITÀ: c.da Manche di Raffa - Resuttano (CL)

DATA: 05/07/2023

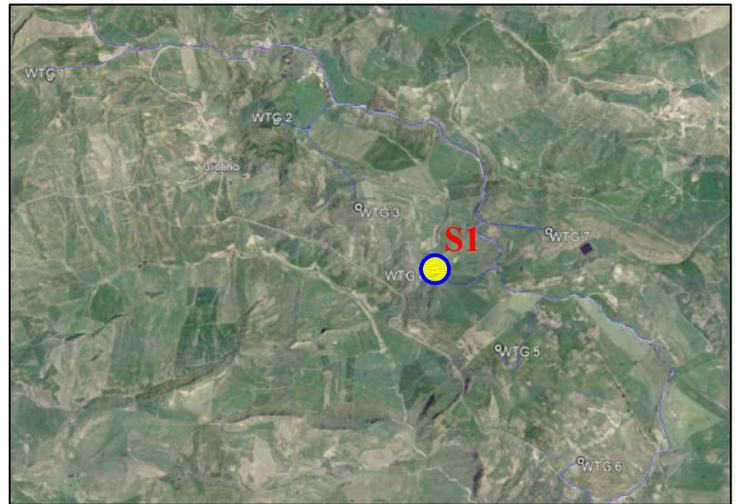
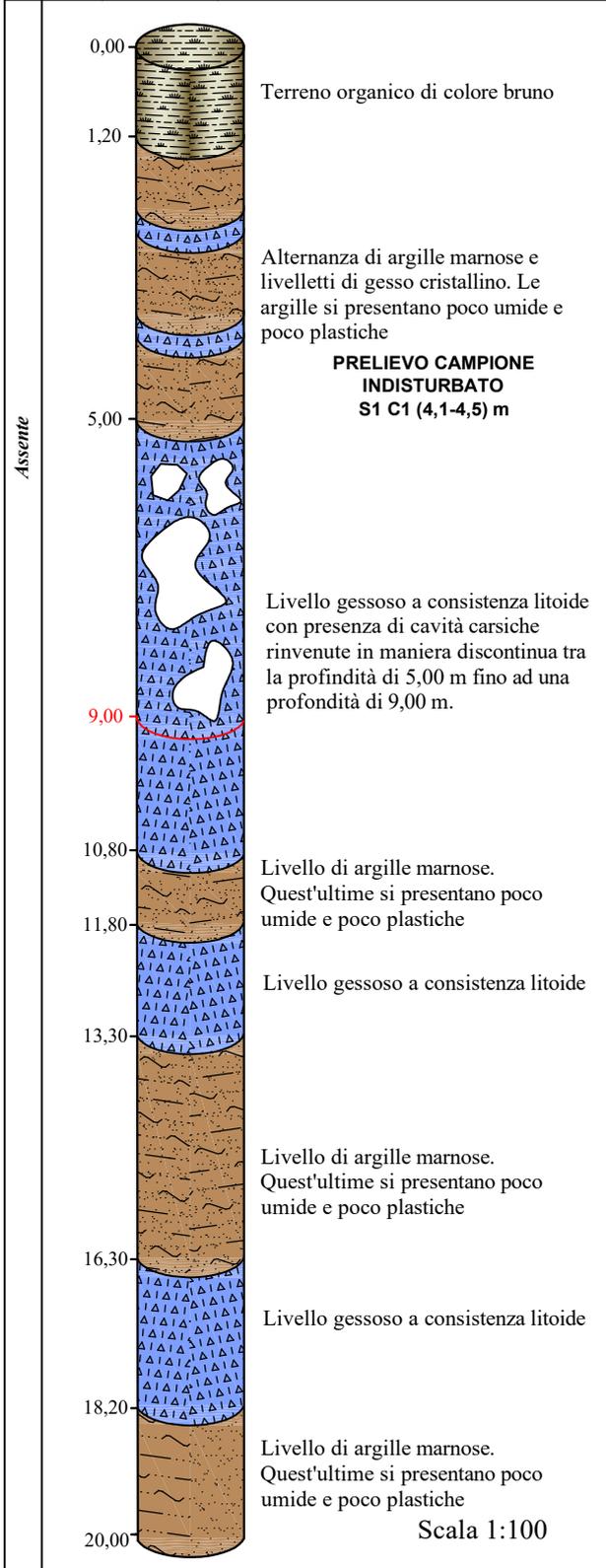
TIPO DI INDAGINE: sondaggi a carotaggio continuo

FINALITÀ DEL LAVORO: Progetto per la realizzazione di un impianto eolico - WTG4

**STRATIGRAFIA**

**UBICAZIONE INDAGINE PENETROMETRICA**

CIRCOLAZIONE IDRICA	PROFONDITÀ DALL P.C. [m]	COLONNA STRATIGR.	DESCRIZIONE
---------------------	--------------------------	-------------------	-------------



**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



COMMITTENTE: NPD Italia II srl

DIN 4

LOCALITÀ: c.da Acquasanta - Resuttano (CL)

DATA: 26/04/2024

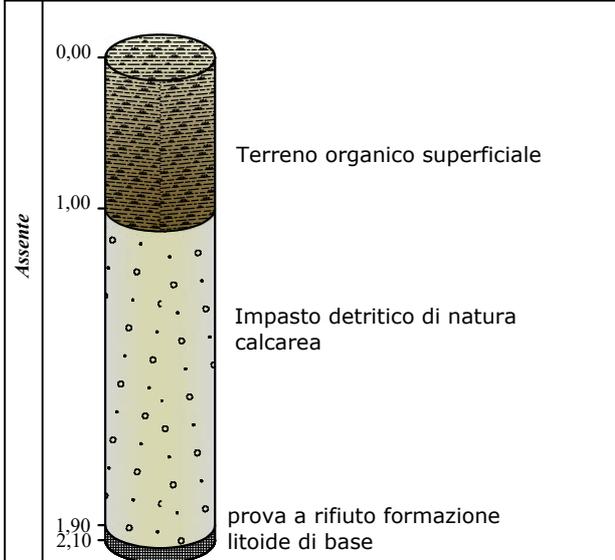
TIPO DI INDAGINE: Penetrometria dinamica media

FINALITÀ DEL LAVORO: Progetto per la realizzazione di un impianto eolico - WTG09

**STRATIGRAFIA**

**UBICAZIONE PROVA**

CIRCOLAZIONE IDRICA	PROFONDITÀ DAL P.C. [m]	COLONNA STRATIGR.	DESCRIZIONE
---------------------	-------------------------	-------------------	-------------



**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



Scala 1:50

COMMITTENTE: NPD Italia II srl

DIN 5

LOCALITÀ: c.da Acquasanta - Resuttano (CL)

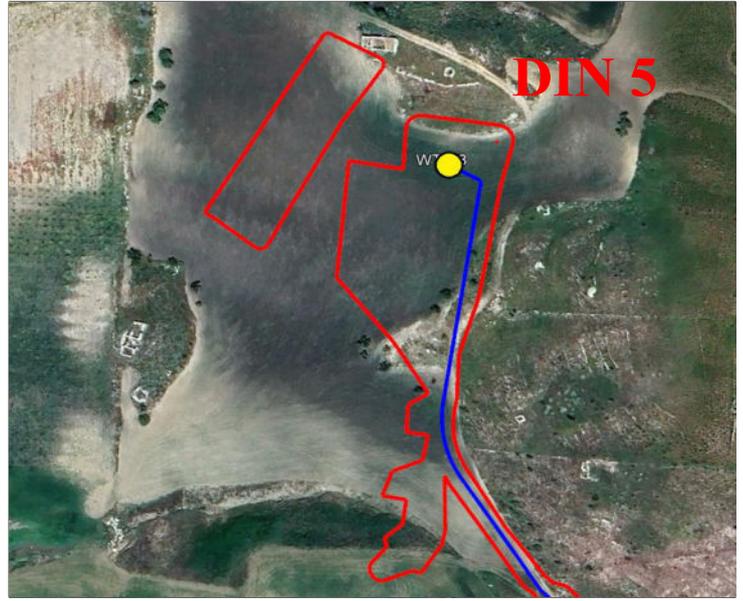
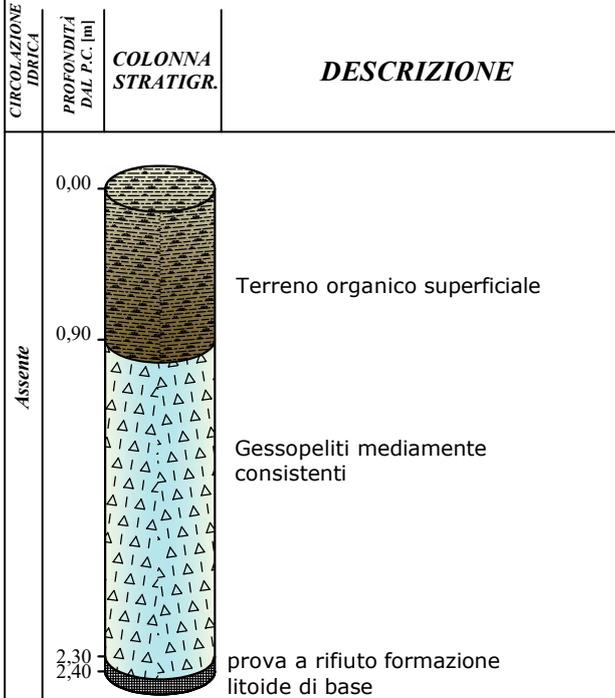
DATA: 26/04/2024

TIPO DI INDAGINE: Penetrometria dinamica media

FINALITÀ DEL LAVORO: Progetto per la realizzazione di un impianto eolico - WTG08

**STRATIGRAFIA**

**UBICAZIONE PROVA**



**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



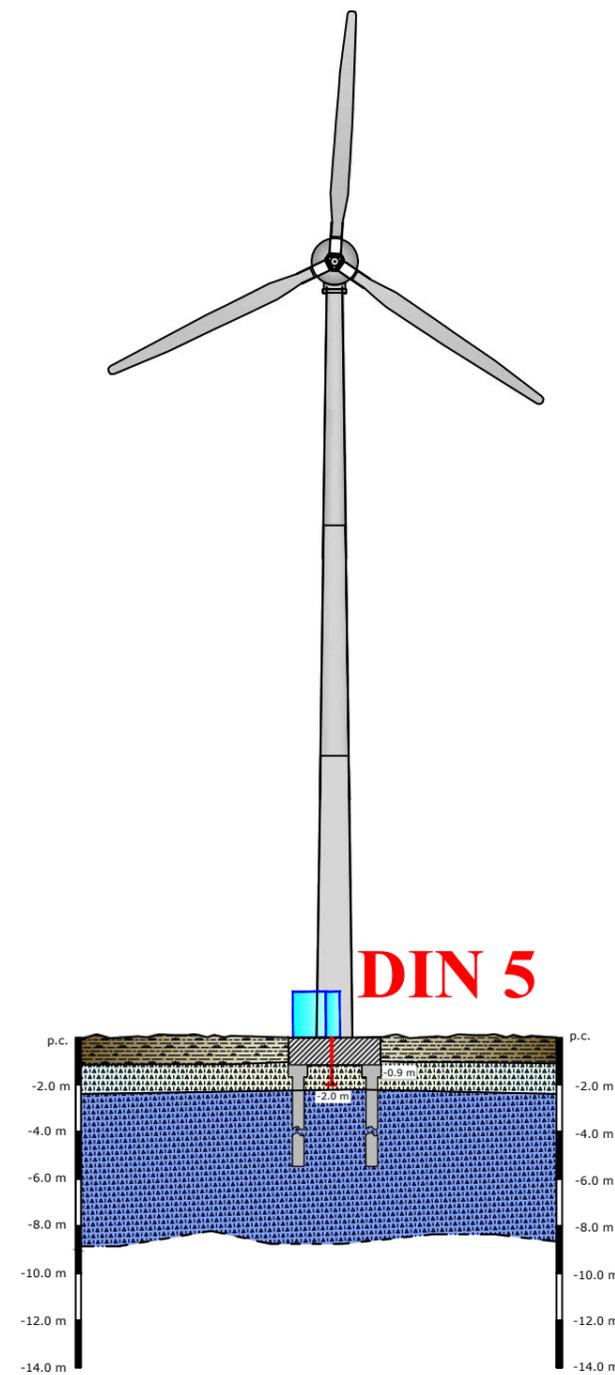
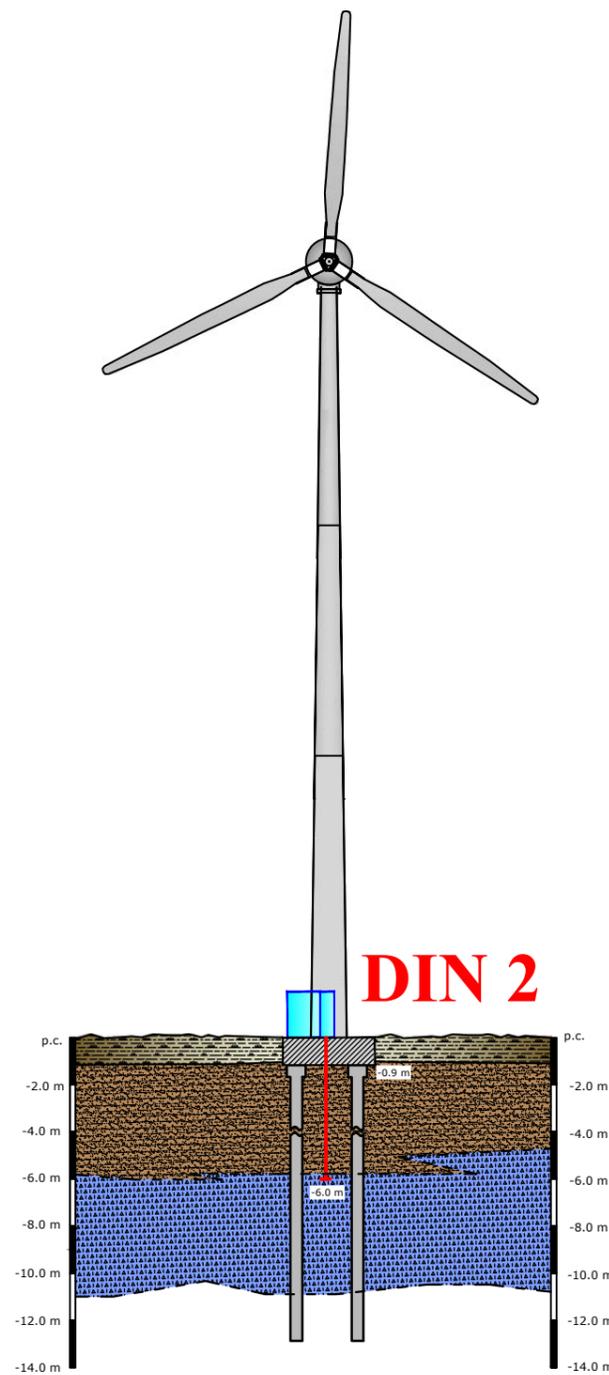
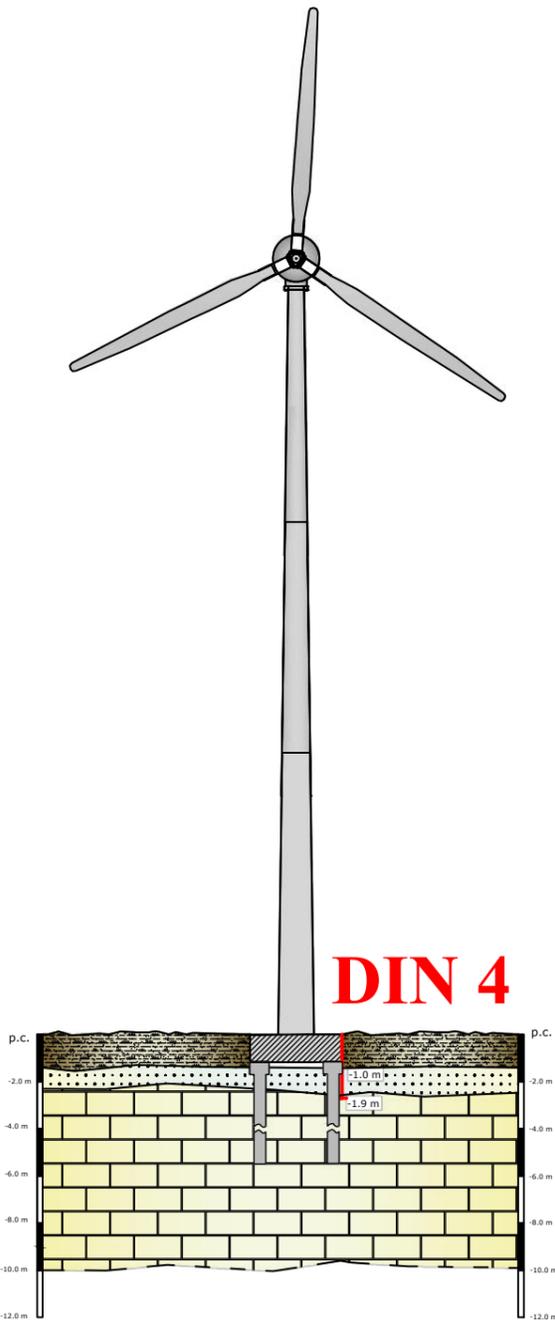
Scala 1:50

# SEZIONI GEOLOGICHE

SEZIONE GEOLOGICA TORRE WTG9

SEZIONE GEOLOGICA TORRE WTG5

SEZIONE GEOLOGICA TORRE WTG8



**LEGENDA**

-  Terreno organico superficiale
-  Argille marnose moderatamente consistenti
-  Gessopeliti a matrice argillosa
-  Gessi a consistenza litoide
-  Limite stratigrafico
-  Limite stratigrafico presunto

**LEGENDA**

-  Terreno organico di copertura
-  Impasto detritico di natura calcarea
-  Calcarea solififero vacuolare

SCALA 1:300

COMMITTENTE: NPD Italia II srl

DIN 5

LOCALITÀ: c.da Acquasanta - Resuttano (CL)

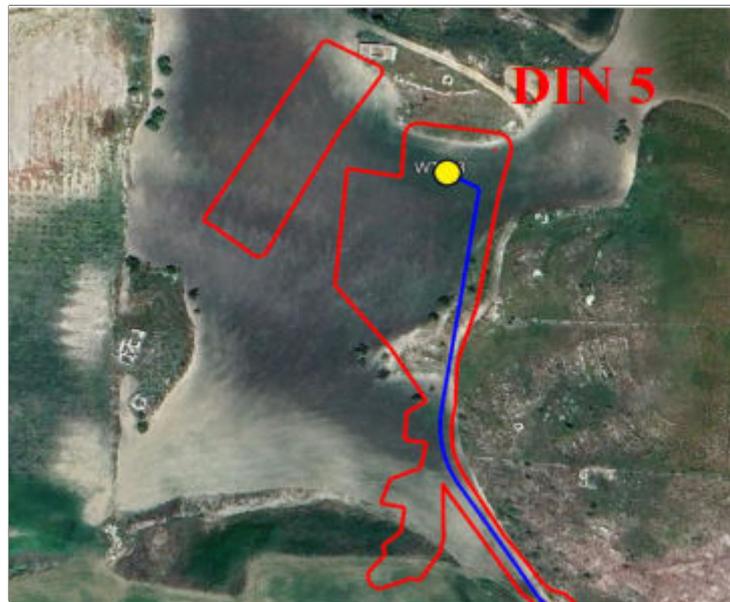
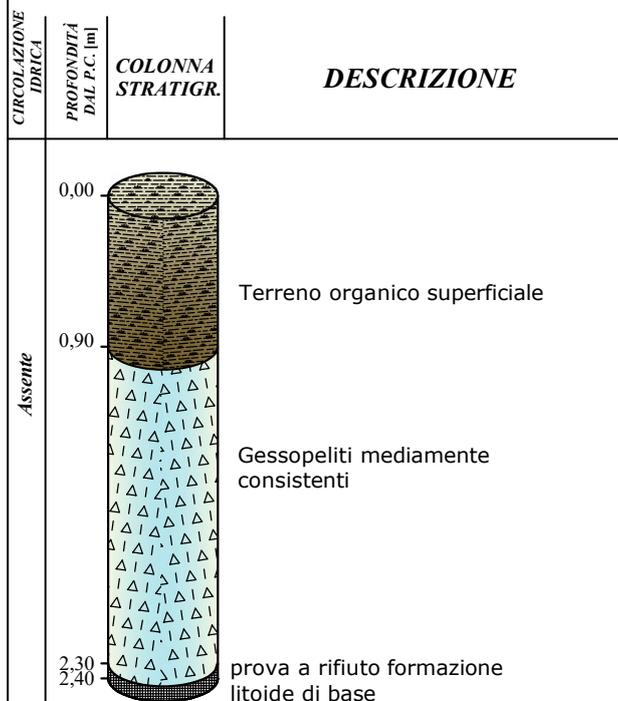
DATA: 26/04/2024

TIPO DI INDAGINE: Penetrometria dinamica media

FINALITÀ DEL LAVORO: Progetto per la realizzazione di un impianto eolico - WTG08

**STRATIGRAFIA**

**UBICAZIONE PROVA**



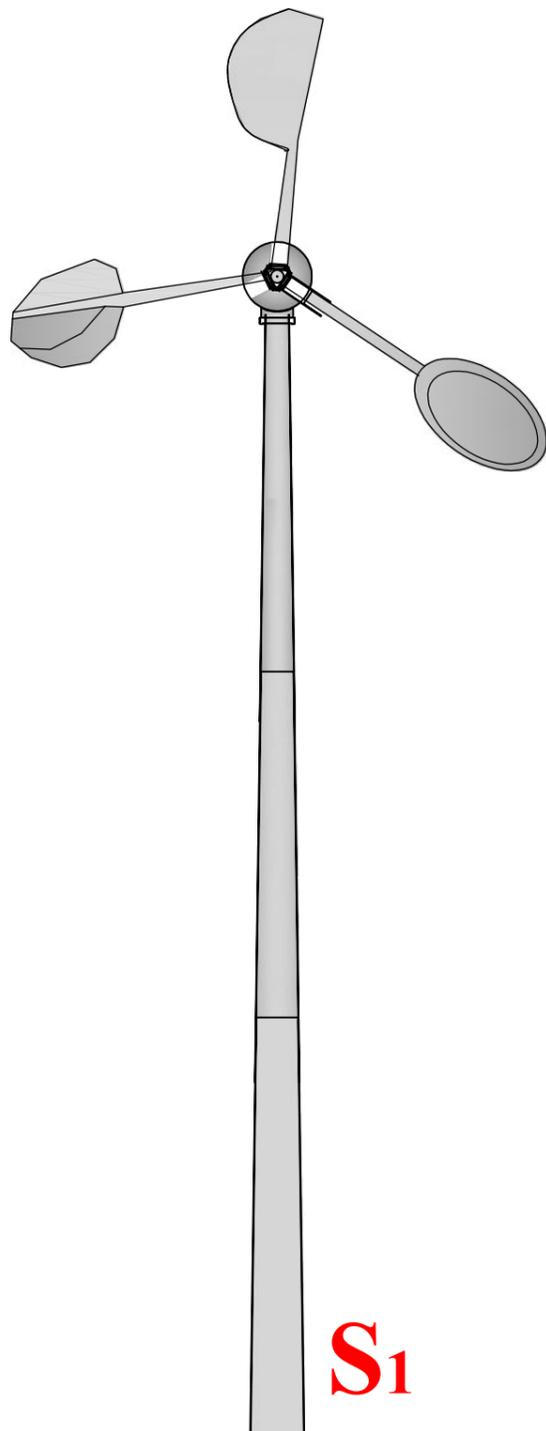
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



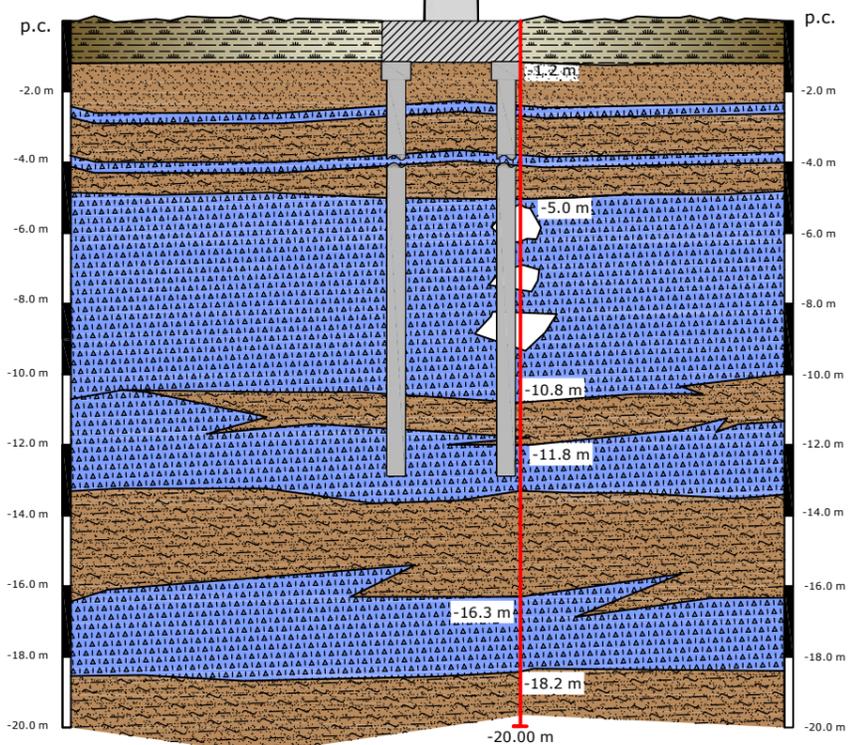
Scala 1:50

# SEZIONE GEOLOGICA PALA EOLICA WTG 4

SCALA 1:200



**S<sub>1</sub>**



## LEGENDA



Terreno organico di colore bruno



Argille marnose poco umide e plastiche



Gessi a consistenza litoide



Limite stratigrafico

# CARTA DEI DISSESTI

## n° 22 e n° 23

REPUBBLICA ITALIANA

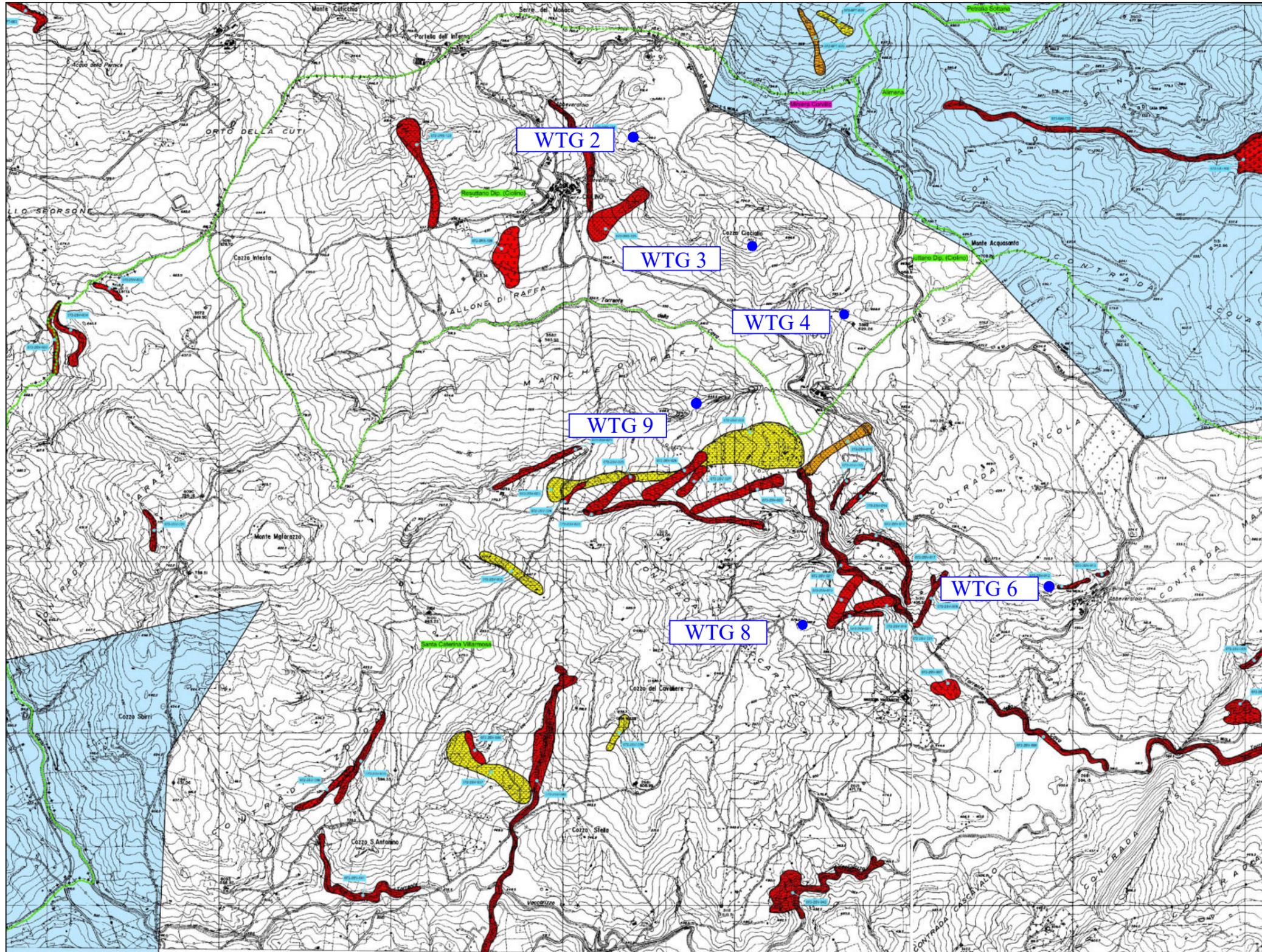


Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

### Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART. 1 D.L. 150/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 267/98 e ss. mm. ii.)

Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072)  
Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il  
Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071)



#### LEGENDA

##### FENOMENI FRANOSI

- Crollo e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti dovuti ad erosione accelerata
- Sito d'attenzione

##### STATO DI ATTIVITA'

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

- Limite bacino idrografico
- Limite dell'area intermedia
- Limite comunale

Scala 1:25.000

# CARTA DELLE PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

## n° 22 e n° 23

REPUBBLICA ITALIANA

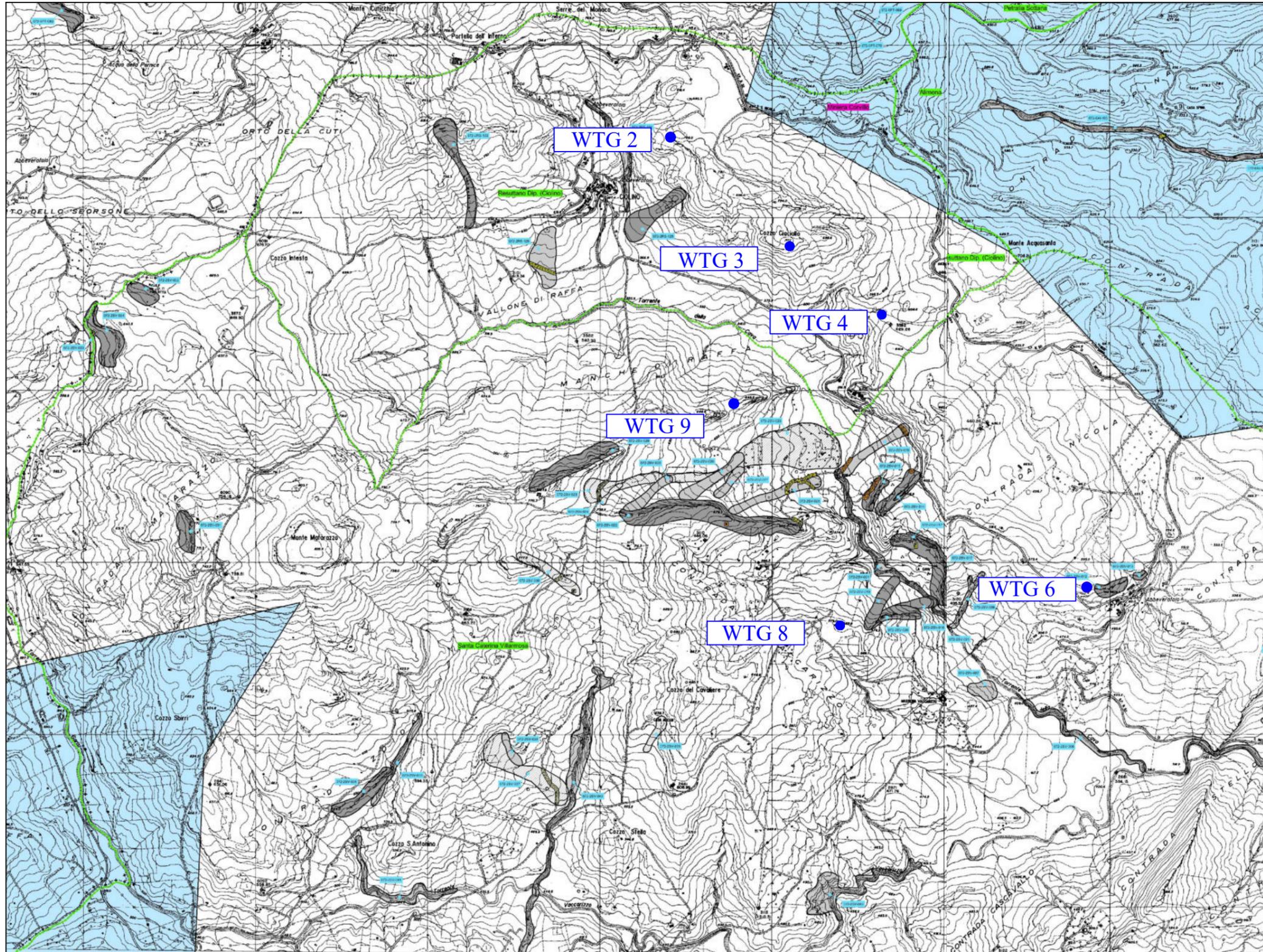


Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

### Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART. 1 D.L. 150/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 267/98 e ss. nn. 8.)

Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072)  
Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il  
Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071)



### LEGENDA

#### LIVELLI DI PERICOLOSITA'

- P0 basso
- P1 moderato
- P2 medio
- P3 elevato
- P4 molto elevato
- Sito d'attenzione

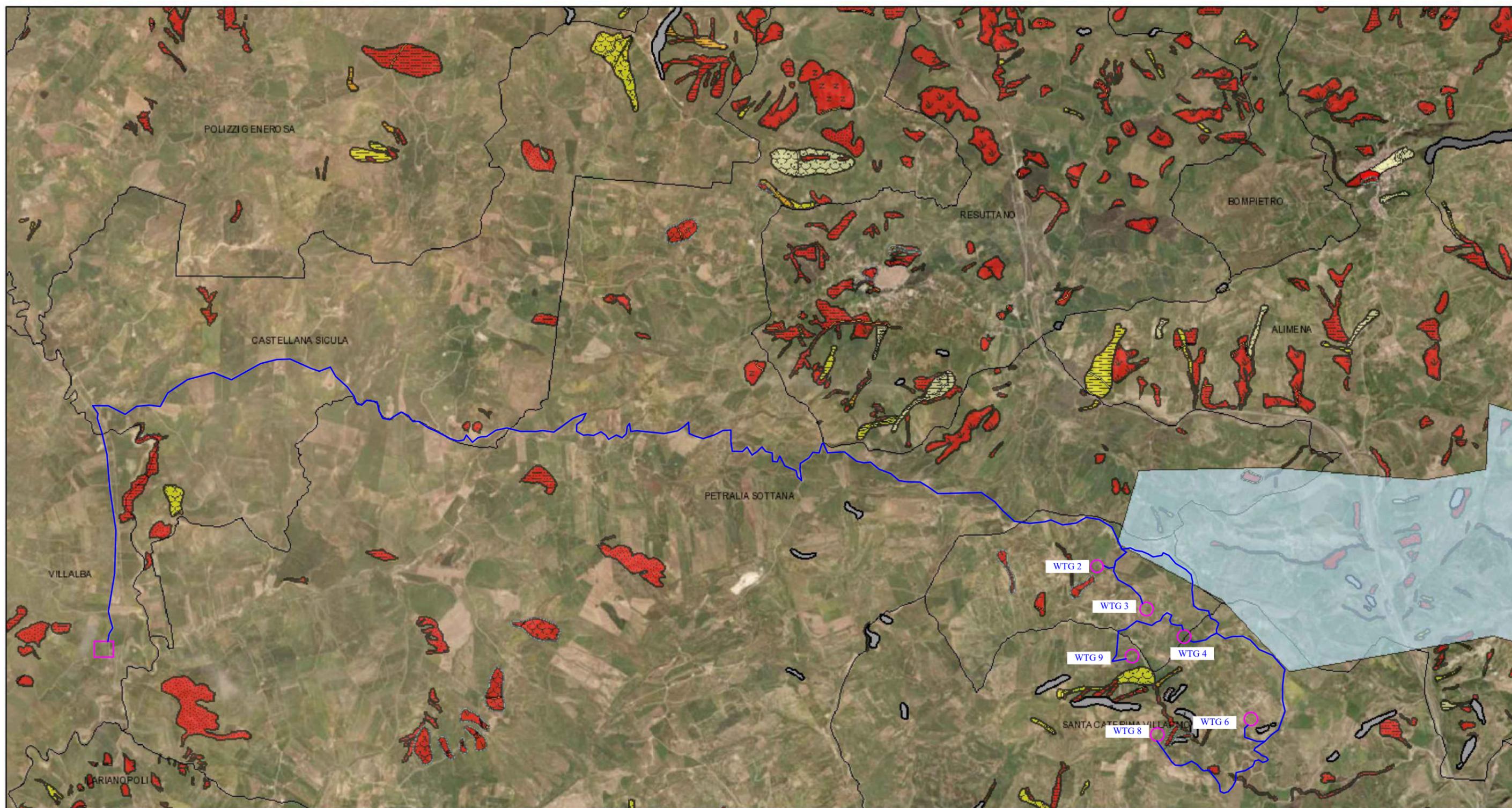
#### LIVELLI DI RISCHIO

- R1 moderato
- R2 medio
- R3 elevato
- R4 molto elevato

- Limite bacino idrografico
- Limite dell'area intermedia
- Limite comunale

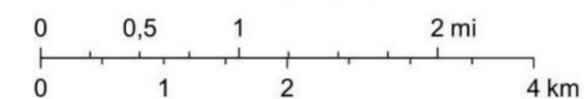
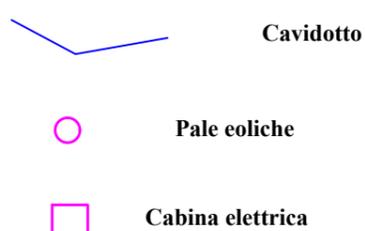
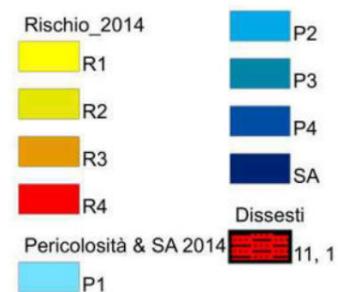
Scala 1:25.000

# Geoportale - Regione Siciliana - Sistema Informativo Forestale



3/8/2023, 10:32:40

1:72.224



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DL-30 (60°)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

## CARATTERISTICHE TECNICHE : DL-30 (60°)

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	M <sub>s</sub> = 18,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	L <sub>a</sub> = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	M <sub>a</sub> = 6,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P <sub>1</sub> = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 6,00 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Q <sub>spt</sub> = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ ( teoricamente : N <sub>spt</sub> = $\beta_t$ N )

Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub> [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

### UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  $\approx$  0,1 MPa  
1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 4

- committente : NPD Italia II s.r.l.  
- lavoro : Progetto di n campo eolico WTG 9  
- località : c.da Ciolino - Resuttano (CL)  
- note :

- data : 26/04/2024  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	4	13,3	1	1,10 - 1,20	10	30,0	2
0,10 - 0,20	3	10,0	1	1,20 - 1,30	12	36,0	2
0,20 - 0,30	3	10,0	1	1,30 - 1,40	13	39,0	2
0,30 - 0,40	2	6,7	1	1,40 - 1,50	12	36,0	2
0,40 - 0,50	3	10,0	1	1,50 - 1,60	12	36,0	2
0,50 - 0,60	2	6,7	1	1,60 - 1,70	10	30,0	2
0,60 - 0,70	3	10,0	1	1,70 - 1,80	11	33,0	2
0,70 - 0,80	4	13,3	1	1,80 - 1,90	15	40,9	3
0,80 - 0,90	5	15,0	2	1,90 - 2,00	18	49,1	3
0,90 - 1,00	10	30,0	2	2,00 - 2,10	35	95,5	3
1,00 - 1,10	12	36,0	2				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,00** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **35,70** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [  $\delta$  = 10 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 4

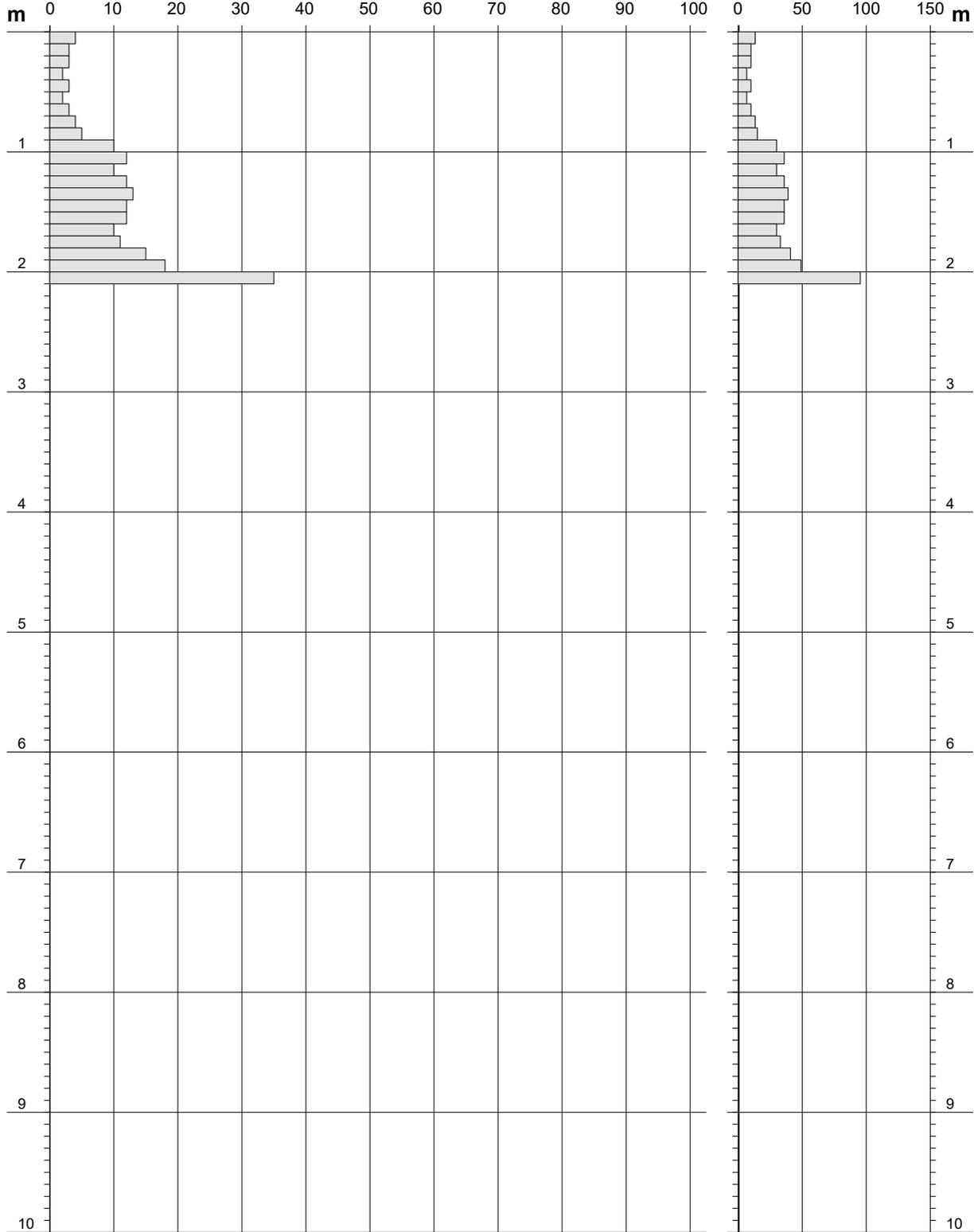
Scala 1: 50

- committente : NPD Italia II s.r.l.  
- lavoro : Progetto di n campo eolico WTG 9  
- località : c.da Ciolino - Resuttano (CL)  
- note :

- data : 26/04/2024  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 4

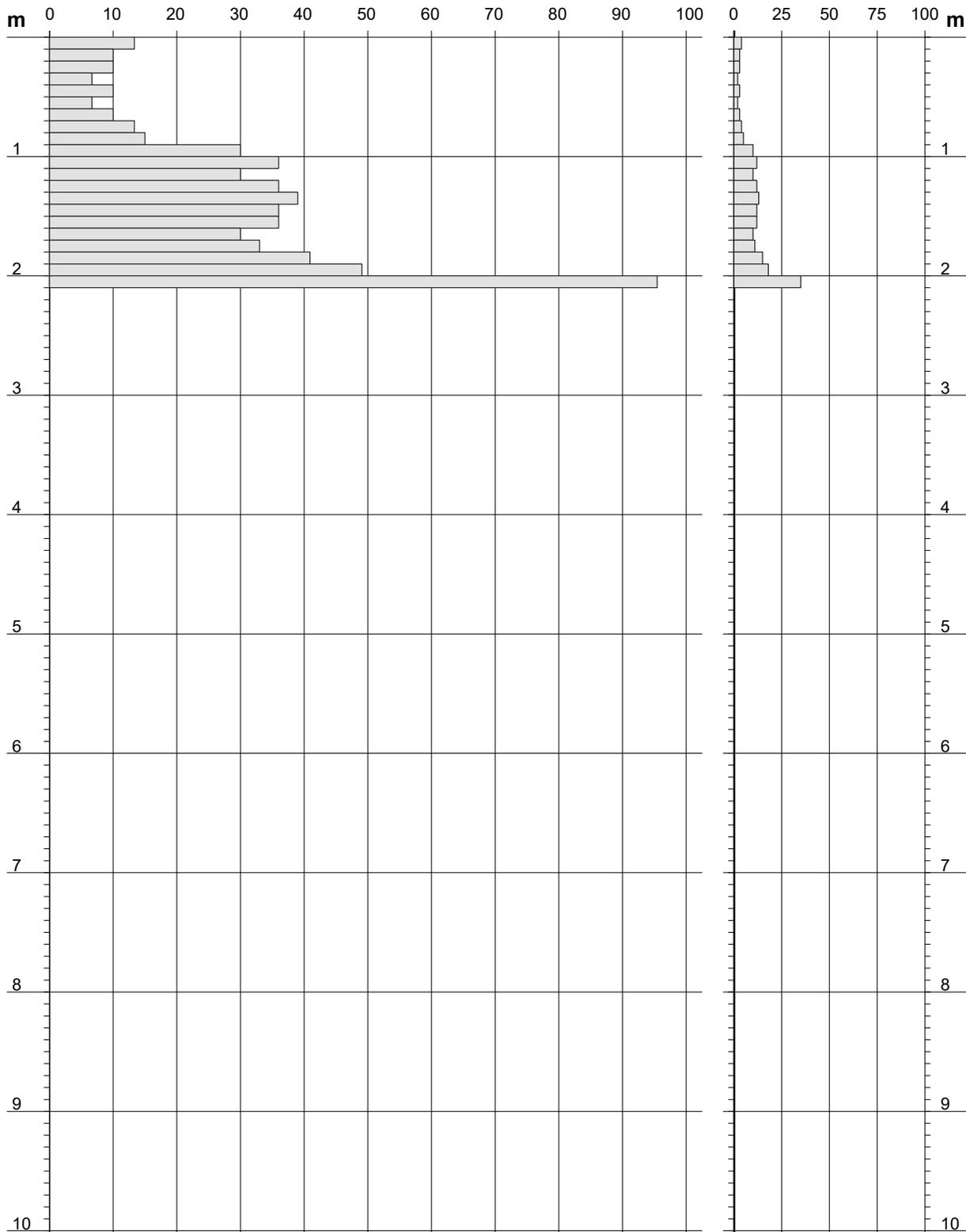
Scala 1: 50

- committente : NPD Italia II s.r.l.  
 - lavoro : Progetto di n campo eolico WTG 9  
 - località : c.da Ciolino - Resuttano (CL)

- data : 26/04/2024  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(10) n° colpi  $\delta = 10$**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 4

- committente : NPD Italia II s.r.l.  
 - lavoro : Progetto di n campo eolico WTG 9  
 - località : c.da Ciolino - Resuttano (CL)  
 - note :

- data : 26/04/2024  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,00	N	3,9	2	10	3,0	2,3	1,6	6,2	4	0,77	3
			Rpd	12,5	7	30	9,6	6,7	5,8	19,2	13		
2	1,00	1,90	N	11,9	10	15	10,9	1,5	10,4	13,4	12	0,77	9
			Rpd	35,2	30	41	32,6	3,7	31,5	38,9	36		
3	1,90	2,10	N	26,5	18	35	22,3	----	----	----	26	0,77	20
			Rpd	72,3	49	96	60,7	----	----	----	71		

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 4

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e	
1	0.00	1.00	terreno agrario superficiale imp detri di natura calcarea prova a rifiuto	3	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	1.00	1.90		9	31.7	26.0	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918	
3	1.90	2.10		20	----	----	----	----	----	----	----	----	----	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 5

- committente : NPD Italia II s.r.l.  
- lavoro : Progetto di n campo eolico WTG 8  
- località : c.da Ciolino - Resuttano (CL)  
- note :

- data : 26/04/2024  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	2	6,7	1	1,20 - 1,30	10	30,0	2
0,10 - 0,20	3	10,0	1	1,30 - 1,40	11	33,0	2
0,20 - 0,30	4	13,3	1	1,40 - 1,50	11	33,0	2
0,30 - 0,40	2	6,7	1	1,50 - 1,60	12	36,0	2
0,40 - 0,50	3	10,0	1	1,60 - 1,70	13	39,0	2
0,50 - 0,60	2	6,7	1	1,70 - 1,80	10	30,0	2
0,60 - 0,70	3	10,0	1	1,80 - 1,90	12	32,7	3
0,70 - 0,80	4	13,3	1	1,90 - 2,00	11	30,0	3
0,80 - 0,90	5	15,0	2	2,00 - 2,10	12	32,7	3
0,90 - 1,00	9	27,0	2	2,10 - 2,20	14	38,2	3
1,00 - 1,10	10	30,0	2	2,20 - 2,30	16	43,6	3
1,10 - 1,20	8	24,0	2	2,30 - 2,40	35	95,5	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,00** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **35,70** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [  $\delta$  = 10 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 5

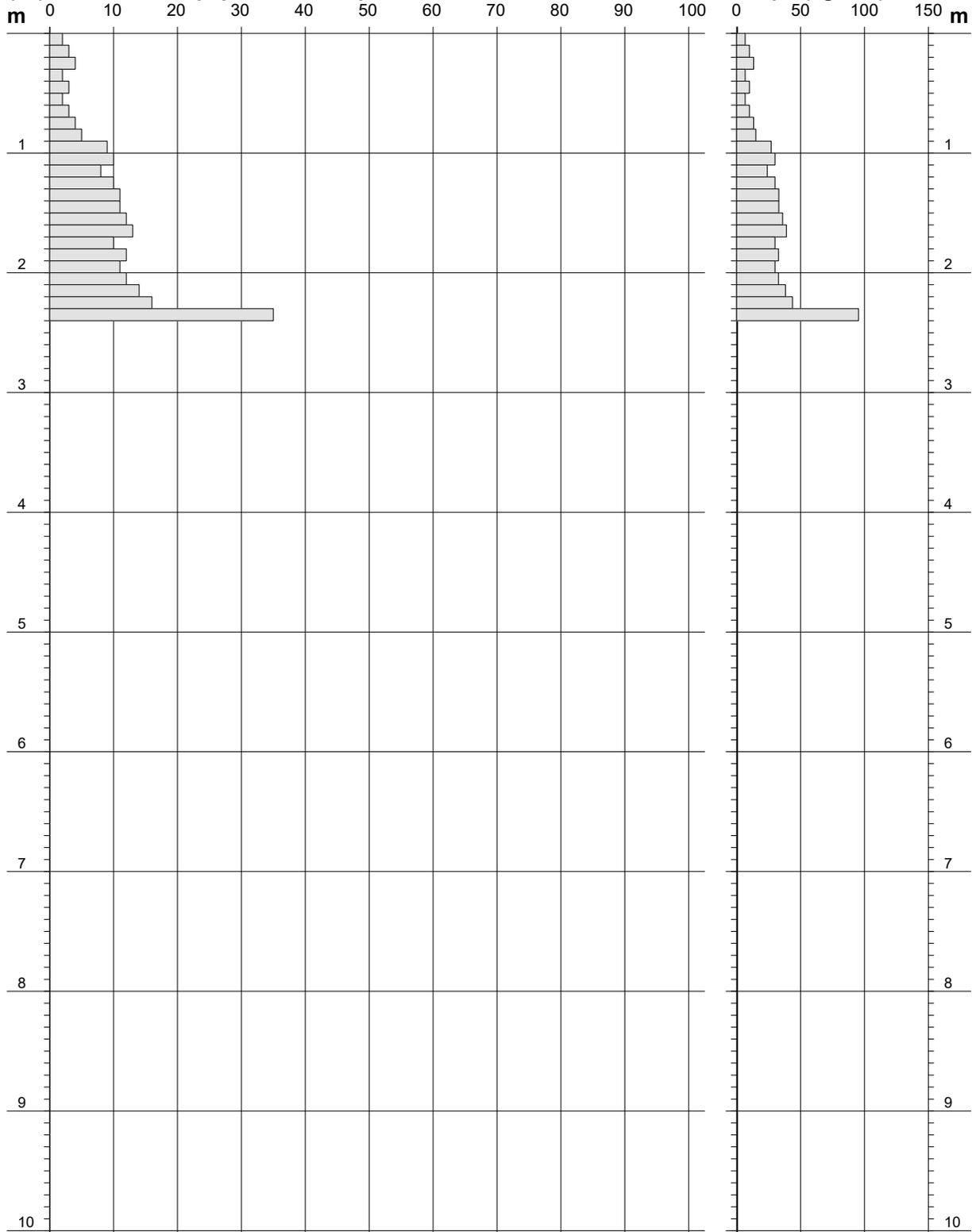
Scala 1: 50

- committente : NPD Italia II s.r.l.  
- lavoro : Progetto di n campo eolico WTG 8  
- località : c.da Ciolino - Resuttano (CL)  
- note :

- data : 26/04/2024  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

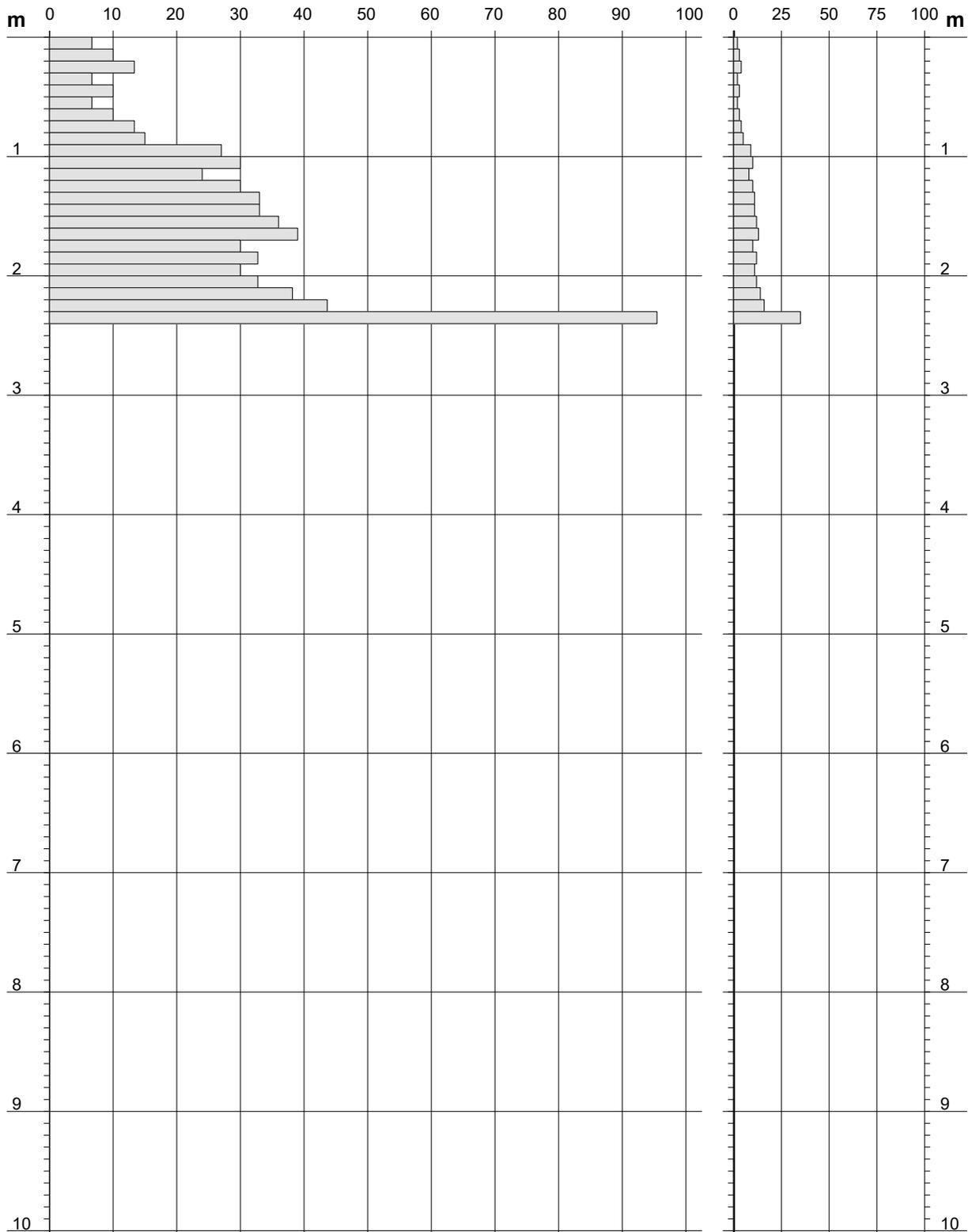
DIN 5  
Scala 1: 50

- committente : NPD Italia II s.r.l.  
- lavoro : Progetto di n campo eolico WTG 8  
- località : c.da Ciolino - Resuttano (CL)

- data : 26/04/2024  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(10) n° colpi  $\delta = 10$



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 5

- committente : NPD Italia II s.r.l.  
 - lavoro : Progetto di n campo eolico WTG 8  
 - località : c.da Ciolino - Resuttano (CL)  
 - note :

- data : 26/04/2024  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,90	N	3,1	2	5	2,6	1,1	2,1	4,2	3	0,77	2
			Rpd	10,2	7	15	8,4	3,2	7,0	13,4	10		
2	0,90	2,30	N	11,4	8	16	9,7	2,1	9,3	13,4	11	0,77	8
			Rpd	32,8	24	44	28,4	5,1	27,7	37,9	32		
3	2,30	2,40	N	35,0	35	35	35,0	----	----	----	35	0,77	27
			Rpd	95,5	96	96	95,5	----	----	----	96		

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 5

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e	
1	0.00	0.90	terreno agrario superficiale gessopeliti prova a rifiuto	2	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	0.90	2.30		8	28.3	25.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945	
3	2.30	2.40		27	----	----	----	----	----	----	----	----	----	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



**Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc**

Via Enna n° 9 /9A - 92024 Canicatti (Ag)

Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

**LABORATORIO DI ANALISI E PROVE GEOTECNICHE SU TERRE**

COMMITTENTE: *NPD ITALIA II SRL*

RICHIEDENTE: *DOTT. GEOL. GIUSEPPE MASSIMO VOLO*

PROGETTO/LAVORO: *PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO.*

LOCALITA': *RESUTTANO (CL) - CONTRADA S. NICOLA*

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 000362 DEL 11/07/2023

CERTIFICATI DAL N°: 009700 AL N°: 009705

DATA DI EMISSIONE: 17/07/2023

**B & B GEOLOGICAL CENTER**  
*di Bellia A. e Bella L. s.n.c.*  
Via Enna, 9  
92024 CANICATTI' (AG)  
P. IVA 02418860843



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Enna n° 9/9A - 92024 Canicatti (Ag)

Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

## APERTURA CAMPIONE ED ELENCO PROVE RICHIESTE

(Norma: Metodo di prova interno)

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009700 del 17/07/2023

COMMITTENTE: NPD Italia II Srl

PROGETTO/LAVORO: Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico.

LOCALITA' DI PRELIEVO: Resuttano (CL) - Contrada S. Nicola

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo (m): 4,10

Tipologia campione: Indisturbato Lunghezza utile del campione (cm) 33

<input checked="" type="checkbox"/>	Apertura campione indisturbato/rimaneggiato	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio diretto CD
	Descrizione ed identificazione visivo/manuale	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di compressione semplice ELL
<input checked="" type="checkbox"/>	Contenuto d'acqua naturale		Prova edometrica IL
<input checked="" type="checkbox"/>	Peso di volume con fustella tarata		Prova triassiale UU
	Peso di volume con pesata idrostatica		Prova triassiale CIU
<input checked="" type="checkbox"/>	Peso specifico dei grani		Prova triassiale CID
	Analisi granulometrica per setacciatura		Contenuto in carbonati
	Analisi granulometrica per sedimentazione		Contenuto in sostanza organica
	Limiti di Atterberg $W_L$ $W_P$ $W_R$		Prova di taglio determinazione valori residui
	Contenuto in sostanza organica		Prova permeabilità in cella edometrica

Descrizione campione	Argille di colore brunastro. Campione moderatamente consistente. Si segnala la presenza di rada ghiaia minuta.
----------------------	--

ALTO  BASSO

Pocket Penet. (Kg/cm<sup>2</sup>)

1,9      2,0      2,2

Torvane (Kg/cm<sup>2</sup>)

n.d.      n.d.      n.d.

Classe di qualità: Q1  Q2  Q3  Q4  Q5

Prove eseguite dal 11/07/2023 al 15/07/2023

NOTE:

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Enna n° 9 /9A - 92024 Canicatti (Ag)

Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

**MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA**  
**(Norma ASTM D 2216)**

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009701 del 17/07/2023

COMMITTENTE: NPD Italia II Srl

PROGETTO/LAVORO: Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico.

LOCALITA' DI PRELIEVO: Resuttano (CL) - Contrada S. Nicola

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo (m): 4,10

Tipologia campione: Indisturbato Descrizione campione: Argille

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa tara (g)	22,17	22,60	22,80
Massa tara + massa campione umido (g)	133,69	129,84	136,19
Massa tara + massa campione secco (g)	111,73	108,73	113,88
Contenuto d'acqua (%)	<b>24,5</b>	<b>24,5</b>	<b>24,5</b>

Contenuto medio d'acqua (%)	<b>24,5</b>
-----------------------------	-------------

Prova eseguita dal 11/07/2023 al 13/07/2023

NOTE:

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bella



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Enna n° 9 /9A - 92024 Canicatti (Ag)

Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

## MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

(Norma: Metodo di prova interno)

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009702 del 17/07/2023

COMMITTENTE: NPD Italia II Srl

PROGETTO/LAVORO: Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico.

LOCALITA' DI PRELIEVO: Resuttano (CL) - Contrada S. Nicola

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo (m): 4,10

Tipologia campione: Indisturbato Descrizione campione: Argille

### Caratteristiche geometriche del provino

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza media (cm)	2,00	2,00	2,00
Diametro/Lato medio (cm)	6,00	6,00	6,00

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa provino (g)	138,99	139,01	139,09
Volume provino (cm <sup>3</sup> )	72,00	72,00	72,00
Peso dell'unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	<b>18,93</b>	<b>18,93</b>	<b>18,94</b>

Peso medio dell'unità di volume (kN/m<sup>3</sup>) **18,94**

Prova eseguita dal 11/07/2023 al 12/07/2023

NOTE:

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Enna n° 9 /9A - 92024 Canicatti (Ag)

Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

## MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

(Norma: ASTM D 854)

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009703 del 17/07/2023

COMMITTENTE: NPD Italia II Srl

PROGETTO/LAVORO: Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico.

LOCALITA' DI PRELIEVO: Resuttano (CL) - Contrada S. Nicola

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo (m): 4,10

Tipologia campione: Indisturbato Descrizione campione: Argille

	Misura 1	Misura 2
Massa picnometro (g)	146,60	147,39
Massa picnometro + massa campione secco (g)	186,60	187,39
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua (g)	483,47	494,33
Massa picnometro + massa acqua (g)	458,08	468,94
Temperatura di prova (°C)	20	20
<b>Peso specifico dei grani</b>	<b>2,74</b>	<b>2,74</b>
<b>Peso specifico dei grani a t = 20°C (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>26,85</b>	<b>26,85</b>

<b>Peso specifico medio dei grani</b>	<b>2,74</b>
---------------------------------------	-------------

Prova eseguita dal 11/07/2023 al 14/07/2023

NOTE:

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Enna n° 9 /9A - 92024 Canicatti (Ag)

Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

## PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE "ELL"

(Norma ASTM D 2166)

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009704 del 17/07/2023

COMMITTENTE: NPD Italia II Srl

PROGETTO/LAVORO: Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico.

LOCALITA' DI PRELIEVO: Resuttano (CL) - Contrada S. Nicola

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo (m): 4,10

Tipologia campione: Indisturbato Descrizione campione: Argille

### Caratteristiche fisiche del provino

Contenuto d'acqua iniziale (%)	24,5
Peso dell'unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	18,93
Peso specifico dei grani*	2,74

\* Valore medio del campione

### Caratteristiche geometriche iniziali del provino

Altezza media (mm) 76,00 Diametro medio (mm) 38,00 Area (cm<sup>2</sup>) 11,34 Volume (cm<sup>3</sup>) 86,193

### Dati di prova

Velocità fase di compressione (mm/min) 0,7600

### Condizioni a rottura

Deformazione assiale (%) 9,14

Tensione di compressione (kPa) 155,8

Prova eseguita dal 11/07/2023 al 12/07/2023

NOTE:

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Enna n° 9 /9A - 92024 Canicatti (Ag)  
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009704 del 17/07/2023

**DATI DI PROVA**

Deform.	Forza	Deform. assiale	Area	Tensione	Deform.	Forza	Deform. assiale	Area	Tensione
(mm)	(N)	(%)	(cm <sup>2</sup> )	(kPa)	(mm)	(N)	(%)	(cm <sup>2</sup> )	(kPa)
0,00	0,0	0,00	11,341	0,0	8,09	195,1	10,64	12,692	153,7
0,19	8,1	0,24	11,369	7,1	8,27	194,8	10,88	12,726	153,1
0,38	15,9	0,49	11,398	14,0	8,46	194,3	11,13	12,761	152,3
0,56	23,6	0,74	11,426	20,7	8,67	193,5	11,40	12,801	151,2
0,75	29,6	0,99	11,455	25,8	8,85	192,6	11,64	12,836	150,1
0,96	39,4	1,26	11,486	34,3	9,05	191,5	11,90	12,873	148,8
1,16	50,8	1,52	11,517	44,1	9,22	190,2	12,14	12,908	147,4
1,34	62,2	1,76	11,544	53,9	9,43	188,6	12,40	12,947	145,7
1,53	73,1	2,02	11,575	63,2	9,62	186,5	12,66	12,986	143,6
1,73	82,5	2,27	11,605	71,1	9,79	184,8	12,88	13,017	142,0
1,92	92,8	2,53	11,635	79,8					
2,11	102,1	2,77	11,664	87,5					
2,29	110,0	3,01	11,693	94,1					
2,48	119,2	3,27	11,724	101,7					
2,67	127,5	3,52	11,754	108,5					
2,86	135,1	3,76	11,785	114,6					
3,05	141,9	4,01	11,815	120,1					
3,24	148,2	4,26	11,846	125,1					
3,45	153,7	4,54	11,880	129,4					
3,63	158,7	4,78	11,910	133,2					
3,81	163,1	5,02	11,940	136,6					
4,01	166,8	5,28	11,973	139,3					
4,21	169,8	5,54	12,006	141,4					
4,41	173,1	5,81	12,040	143,8					
4,62	176,0	6,08	12,075	145,8					
4,80	178,5	6,32	12,106	147,4					
4,99	180,8	6,57	12,139	148,9					
5,20	182,7	6,84	12,173	150,1					
5,38	185,1	7,08	12,205	151,7					
5,58	186,3	7,34	12,239	152,2					
5,77	188,3	7,59	12,273	153,4					
5,97	189,5	7,85	12,307	154,0					
6,17	190,8	8,11	12,343	154,6					
6,37	191,3	8,38	12,378	154,5					
6,55	192,5	8,62	12,411	155,1					
6,75	193,6	8,88	12,446	155,5					
6,95	194,5	9,14	12,483	155,8					
7,16	194,9	9,41	12,520	155,7					
7,33	195,1	9,64	12,551	155,4					
7,50	195,2	9,86	12,582	155,1					
7,69	195,3	10,11	12,617	154,8					
7,89	195,2	10,38	12,654	154,3					

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia



**Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc**

Via Enna n° 9/9A - 92024 Canicatti (Ag)

Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843

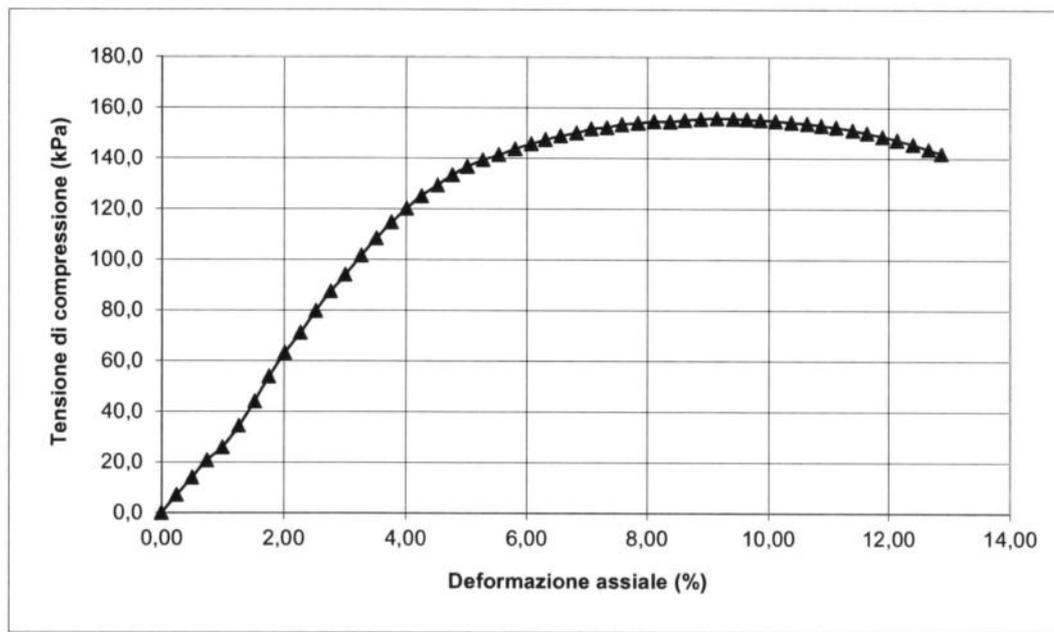


Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009704 del 17/07/2023

### DATI DI PROVA



**NOTE:** Rottura al taglio netto lungo una superficie con inclinazione di circa 40° rispetto alla verticale.

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Enna n° 9 /9A - 92024 Canicatti (Ag)

Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (Norma ASTM D 3080)

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009705 del 17/07/2023

COMMITTENTE: NPD Italia II Srl

PROGETTO/LAVORO: Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico.

LOCALITA' DI PRELIEVO: Resuttano (CL) - Contrada S. Nicola

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo (m): 4,10

Tipologia campione: Indisturbato Descrizione campione: Argille

Tipo macchina di taglio: Autoshear - Controls Tipo scatola: Quadrata

Caratteristiche fisiche dei provini		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Contenuto d'acqua iniziale (%)		24,5	24,5	24,5
Contenuto d'acqua finale (%)		25,6	25,4	25,1
Peso dell'unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )		18,93	18,93	18,94
Peso specifico dei grani*		2,74	2,74	2,74

\* Valore medio del campione

### Caratteristiche geometriche iniziali dei provini

Altezza media (mm) 20,00 Lato medio (mm) 60,00 Area (cm<sup>2</sup>) 36,00 Volume (cm<sup>3</sup>) 72,00

### Dati di prova

Velocità fase di taglio (mm/min) 0,0020

Provino n°	Pressione verticale (kPa)
<u>1</u>	<u>98,07</u>
<u>2</u>	<u>196,13</u>
<u>3</u>	<u>294,20</u>

Prova eseguita dal 11/07/2023 al 15/07/2023

NOTE:

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia





Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Enna n° 9 /9A - 92024 Canicatti (Ag)

Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



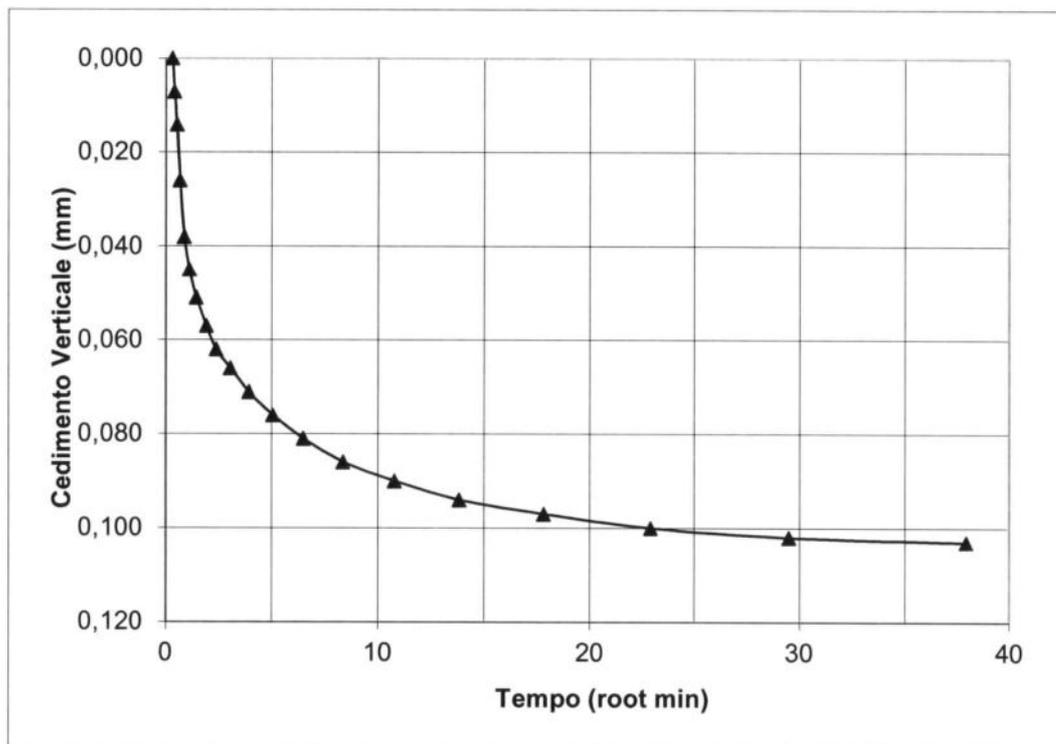
Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009705 del 17/07/2023

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

<b>PROVINO N° 1</b>	
Pressione verticale (kPa)	98,07



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Enna n° 9 /9A - 92024 Canicatti (Ag)  
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



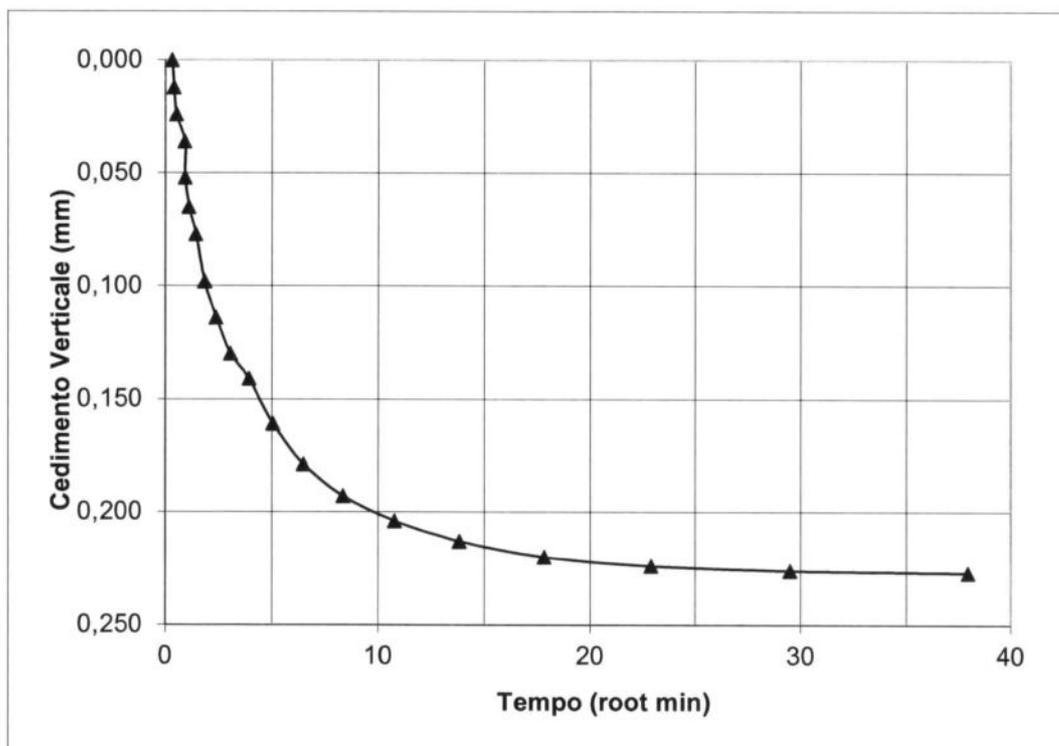
Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009705 del 17/07/2023

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

<b>PROVINO N° 2</b>	
<b>Pressione verticale (kPa)</b>	<b>196,13</b>



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Enna n° 9/9A - 92024 Canicatti (Ag)

Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



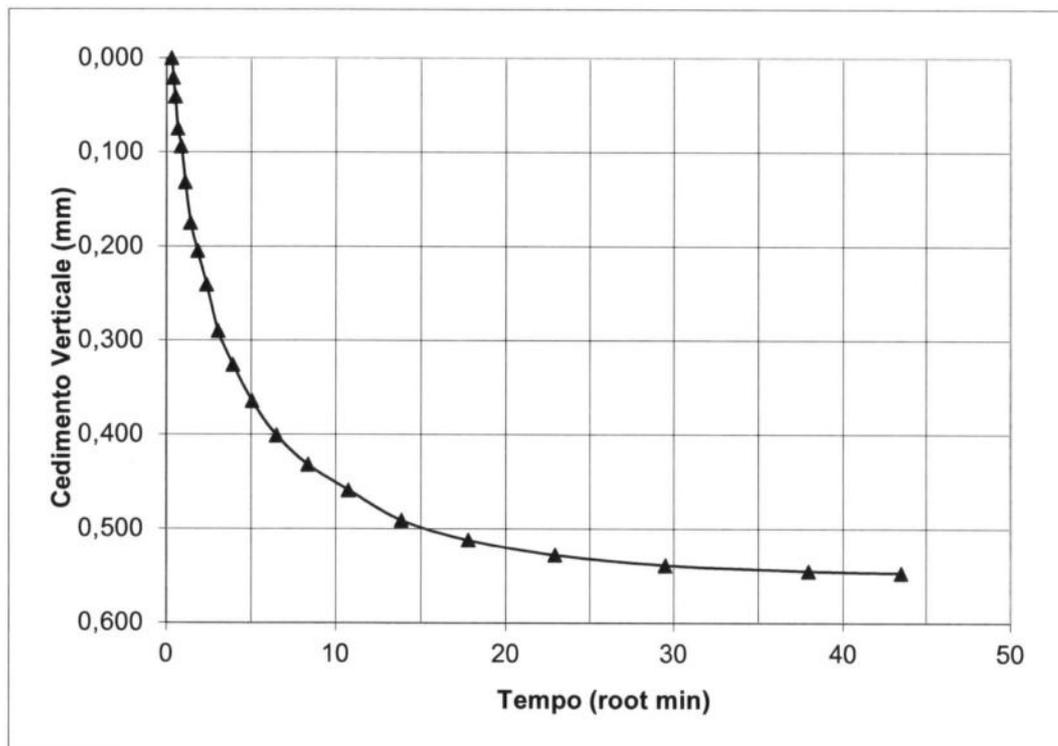
Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009705 del 17/07/2023

**DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

<b>PROVINO N° 3</b>	
<b>Pressione verticale (kPa)</b>	<b>294,20</b>



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia





Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Enna n° 9/9A - 92024 Canicatti (Ag)  
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843

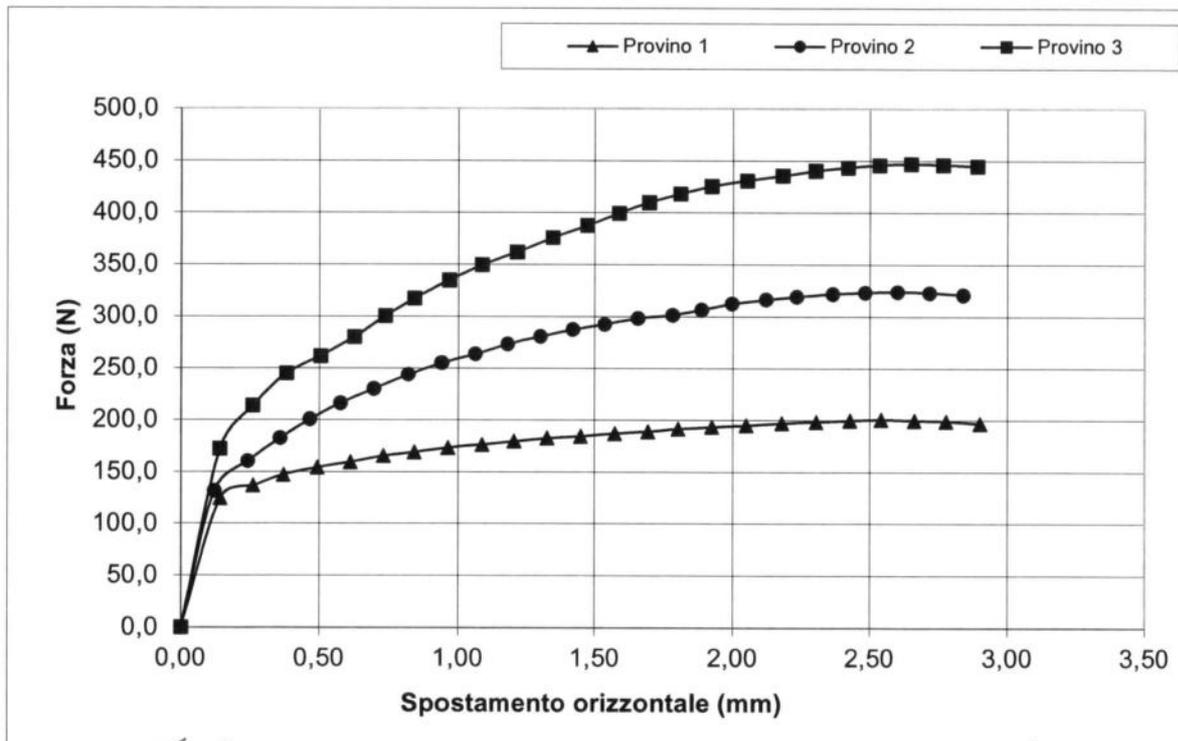
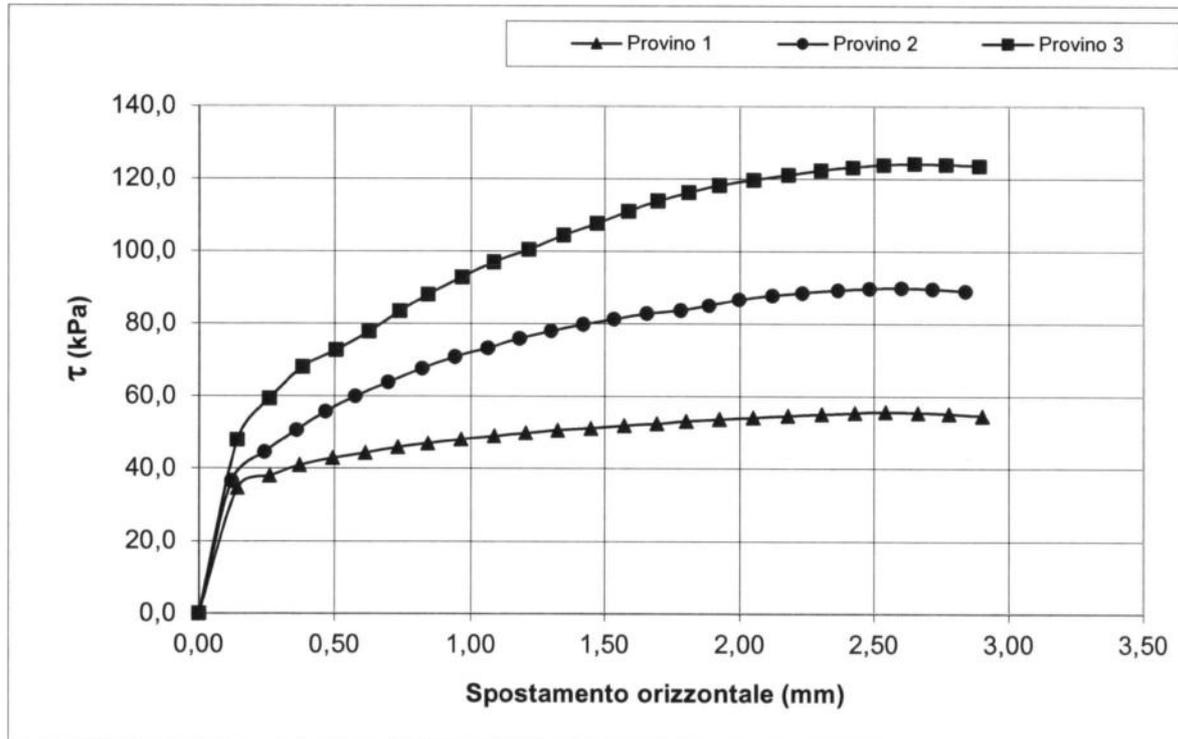


Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre  
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009705 del 17/07/2023

### DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

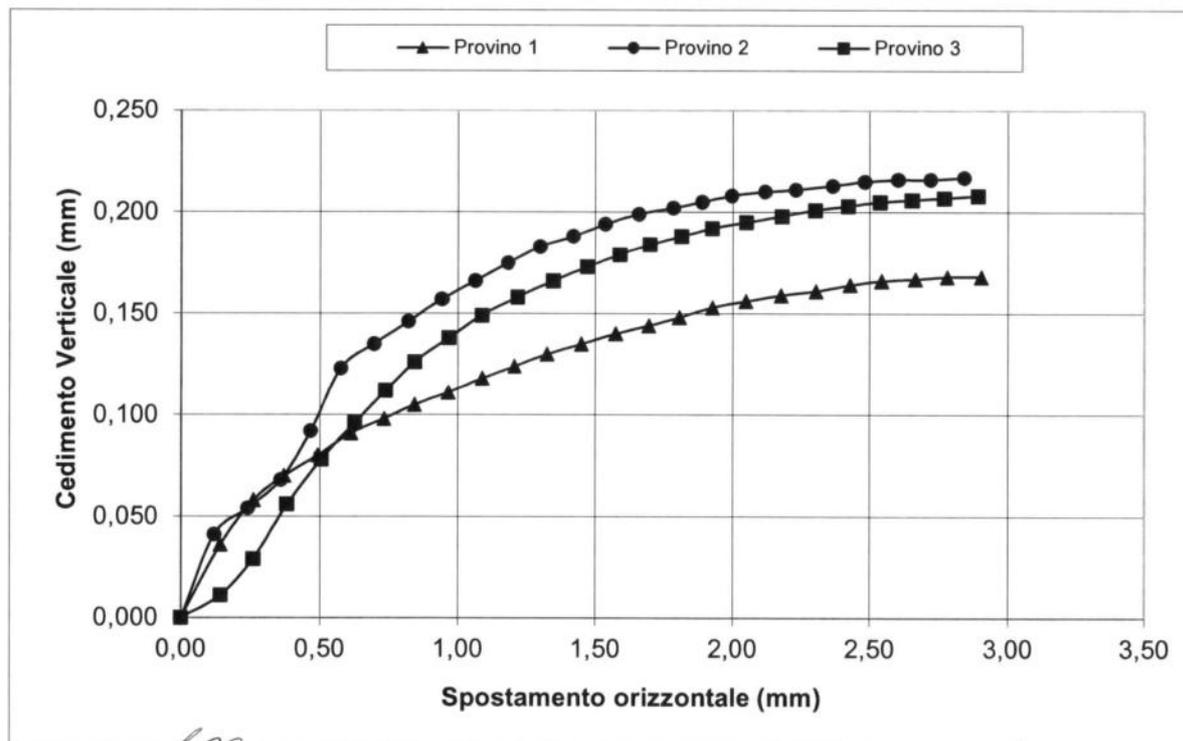
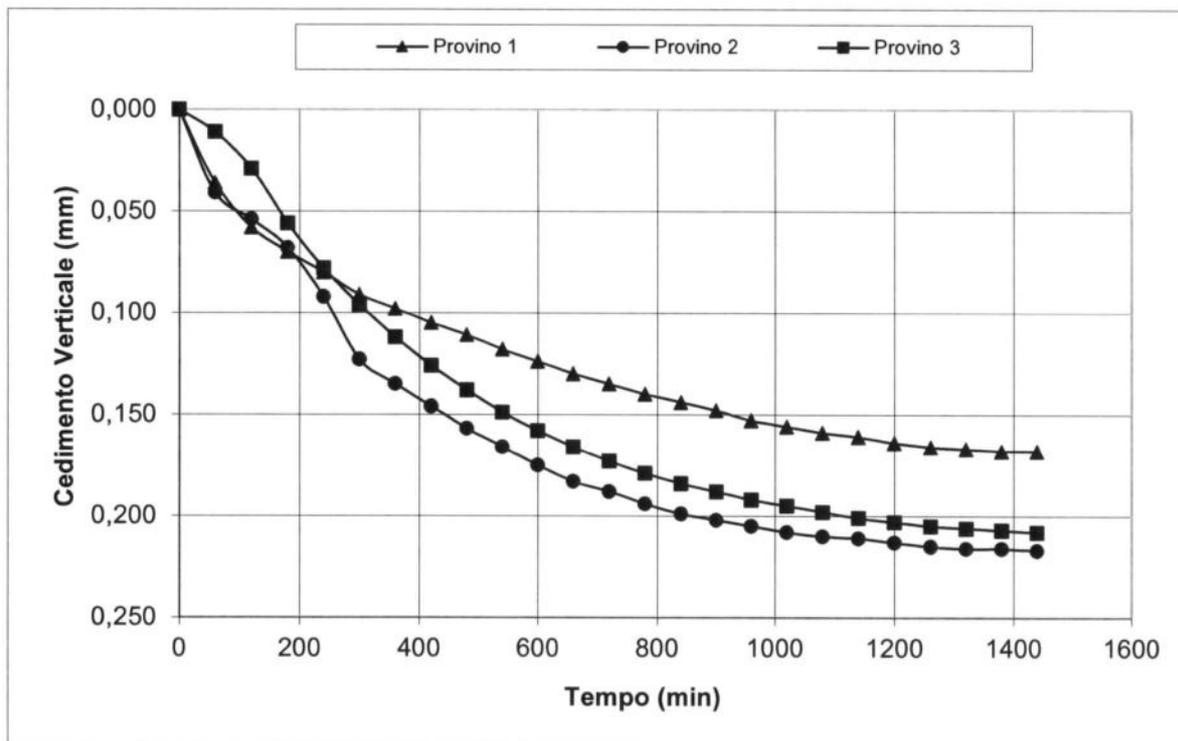
Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia



Verbale di accettazione n° 000362 del 11/07/2023

Certificato di prova n° 009705 del 17/07/2023

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio  
Dott. Geol. Angelo Bellia