
	<p style="text-align: center;"><b>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p style="text-align: right;">DATA: <b>APRILE 2024</b> Pag. 1 di 17</p>
---	---	---

## INDICE

1. Premessa .....	2
2. Prospezioni Sismiche Di Tipo Masw .....	3
2.1 Attrezzatura E Metodologia Utilizzata .....	3
2.2 Elaborazione Dati .....	5
2.3 Interpretazione Dati Masw-01 - Sse .....	6
3. Prove Penetrometriche Dinamiche Continue Dpsh .....	12
4. Rapporto Fotografico .....	14
4.1 Indagine Sismica Di Tipo Masw .....	14
4.2 Prove Penetrometriche Dinamiche Continue Dpsh .....	15

	<p><b>IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE</b></p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA: MAGGIO 2024 Pag. 2 di 17</b></p>
---	---	--

## **1. PREMESSA**


Nell'ambito del ***"IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO "GUARDIA-ANDRETTA" DELLA POTENZA DI 93,60 MW DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI ANDRETTA (AV), BISACCIA (AV), GUARDIA LOMBARDI (AV), ROCCA SAN FELICE (AV) E RELATIVE OPERE AD ESSO CONNESSE"***, in prossimità della Sottostazione Elettrica di raccolta e di controllo, sono state effettuate le seguenti indagini geognostiche:

- Esecuzione di n° 1 indagine sismica di tipo MASW;
- Esecuzione di n° 1 Prova Penetrometrica dinamica DPSH.

Tali indagini sono state eseguite in conformità a quanto disposto da D.M. 17/01/2018 *"Norme tecniche per le Costruzioni"*, oltre che secondo le modalità tecnologiche dell'ANISIG.

Si riportano in allegato alla presente:

1. Allegato n° 1 – Interpretazione delle prove Penetrometriche DPSH;
2. Allegato n° 2 - Carta ubicazione delle indagini.

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN “IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI MORRA DE SANCTIS (AV) E ANDRETTA (AV) DENOMINATO “MORRA-ANDRETTA” DI POTENZA NOMINALE PARI A 28.80 MW E RELATIVE OPERE CONNESSE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BISACCIA (AV)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p style="text-align: center;">DATA: <b>APRILE 2024</b> Pag. 3 di 17</p>
---	---	--

## **2. PROSPEZIONI SISMICHE DI TIPO MASW**

MASW è l'acronimo di Multi-Channel Analysis of Surface Waves (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie). Ciò indica che il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superficie.

La MASW classica/standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie (specificatamente delle onde di Rayleigh). Più in dettaglio, le onde di Rayleigh vengono generate da una sorgente ad impatto verticale (in genere mediante massa battente del peso di 10 Kg su piastra in alluminio) o da un cannoncino sismico e vengono poi registrate tramite geofoni a componente verticale a frequenza propria di 4.5 Hz.

Più specificatamente si analizza la dispersione delle onde di superficie sapendo che frequenze diverse - e quindi lunghezze d'onda diverse - viaggiano a velocità diversa. Il principio di base quindi è piuttosto semplice: le varie componenti (frequenze) del segnale (cioè della perturbazione sismica che si propaga) viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo.

In particolare, le lunghezze d'onda più ampie (cioè le frequenze più basse) sono influenzate dalla parte più profonda (in altre termini “sentono” gli strati più profondi), mentre le piccole lunghezze d'onda (le frequenze più alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale.

Poiché tipicamente la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, ciò si rifletterà nel fatto che le frequenze più basse (delle onde di superficie) viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto le frequenze più alte.

### **2.1 ATTREZZATURA E METODOLOGIA UTILIZZATA**

La strumentazione utilizzata è il sismografo W2Z a 24 canali Wireless della DOLANG GEOPHYSICAL dalle seguenti caratteristiche tecniche: gestione a microprocessore, Sampling Frequency 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz, 16000 Hz; Number of samples in trigger mode 256, 516, 1024, 4096, 8192, 16384; risoluzione a 24 bit; acquisizione dei dati e codifica dei file in formato Seg-2-Y E DAT.




I geofoni sono connessi al pc in modalità wireless con range massimo di 500 m in campo aperto con la possibilità di inserire in serie 256 geofoni con frequenza propria di 4,5 Hz, il sensore trigger è inserito all'interno della mazza battente di 10 kg.



Le indagini si sono svolte secondo la seguente geometria:

- Numero di geofoni:12
- Spaziatura tra i geofoni: 2 m
- Numero di offset: 2 rispettivamente a 4, 6; m dal primo geofono.

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *WinMasw Pro 4.4.2* della *Eliosoft*. I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (.sgy format file). Il software a questo punto permette di sommare due dataset acquisiti con offset diversi in modo da ottenere un unico dataset equivalente ad un'acquisizione effettuata con 24 canali e spaziatura tra i geofoni pari a B/2 rispetto a quella utilizzata in campagna.

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN “IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI MORRA DE SANCTIS (AV) E ANDRETTA (AV) DENOMINATO “MORRA-ANDRETTA” DI POTENZA NOMINALE PARI A 28.80 MW E RELATIVE OPERE CONNESSE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BISACCIA (AV)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p style="text-align: center;">DATA: <b>APRILE 2024</b> Pag. 5 di 17</p>
---	---	--



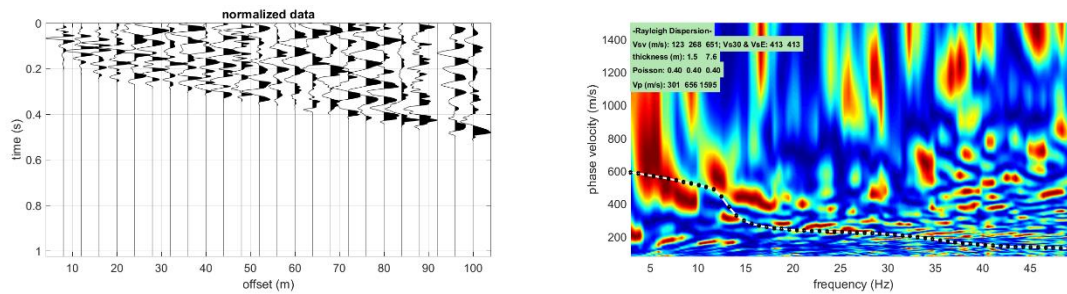
## 2.2 ELABORAZIONE DATI

L’analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale “phase velocity-frequency (c-f)” che analizza l’energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica. Dallo spettro bidimensionale ottenuto dalle registrazioni è possibile distinguere il “modo fondamentale” delle onde di superficie, in quanto le onde di Rayleigh presentano un carattere marcatamente dispersivo che le differenzia da altri tipi di onde (onde riflesse, onde rifratte, onde multiple). Sullo spettro di frequenza viene eseguito un “picking” attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze. Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l’analisi della curva di dispersione e l’ottimizzazione di un modello interpretativo. Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon “fitting” con i valori sperimentali.

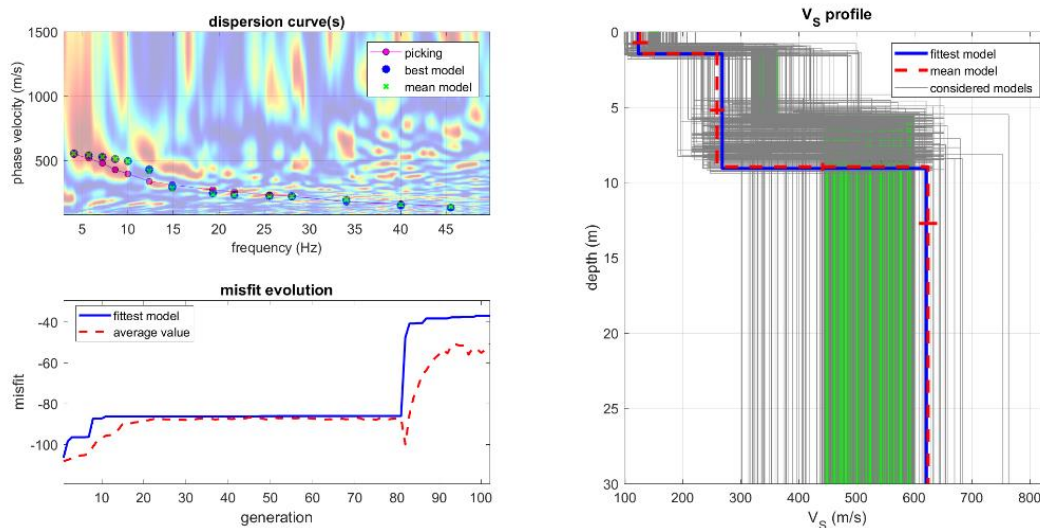
Di seguito i dati di campagna acquisiti e lo spettro di velocità calcolato per ogni indagine effettuata.


## 2.3 INTERPRETAZIONE DATI MASW-01 - SSE

### Masw- 01



Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell’inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall’inversione. Sulla destra il profilo verticale VS identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l’evolversi del modello al passare delle “generazioni” (l’algoritmo utilizzato per l’inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).



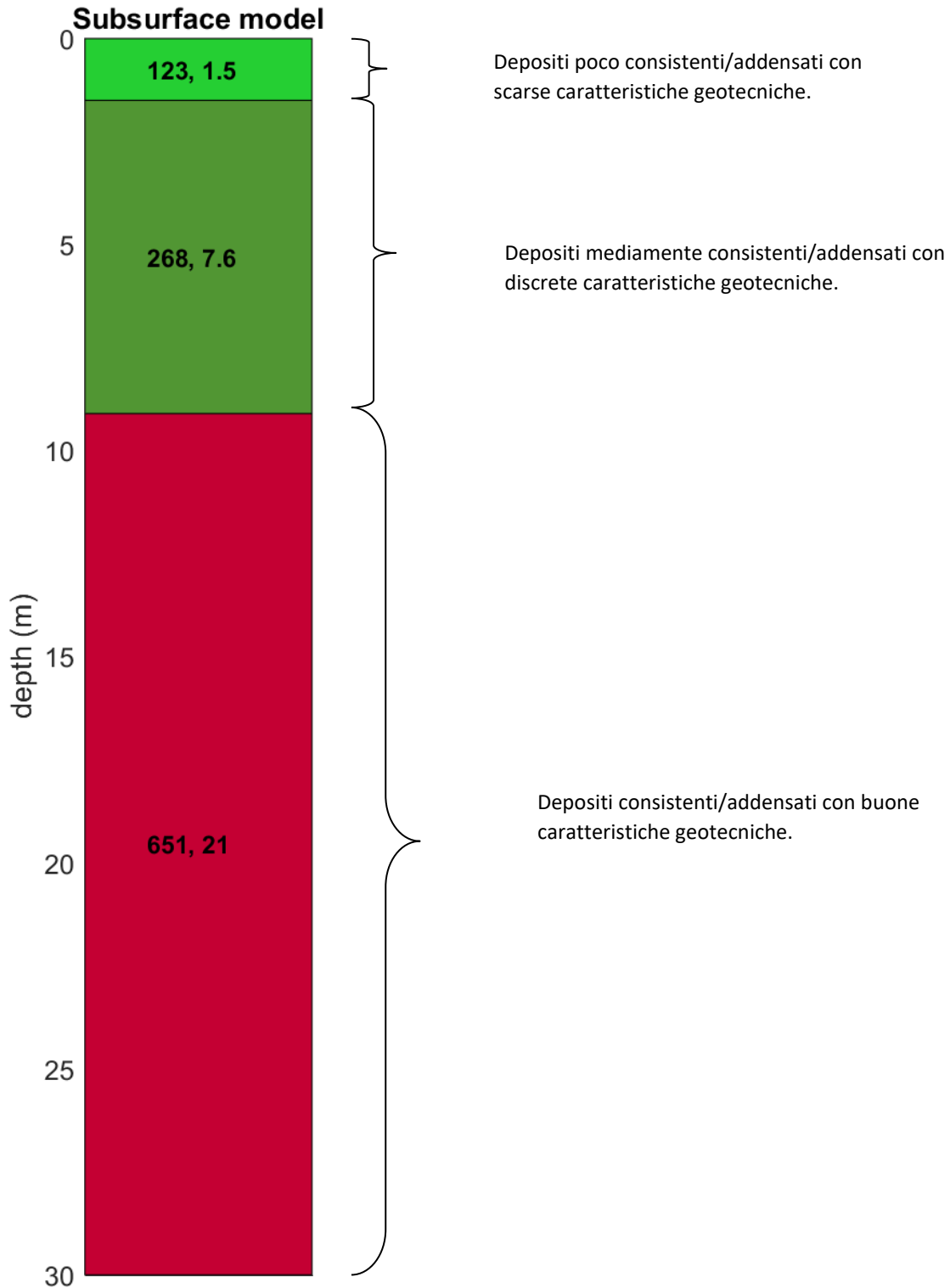
	<p style="text-align: center;"> <b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN “IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI MORRA DE SANCTIS (AV) E ANDRETTA (AV) DENOMINATO “MORRA-ANDRETTA” DI POTENZA NOMINALE PARI A 28.80 MW E RELATIVE OPERE CONNESSE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BISACCIA (AV)</b> </p> <p style="text-align: center;"> <b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b> </p>	<p style="text-align: center;"> <b>DATA:</b>  <b>APRILE 2024</b>  <b>Pag. 7 di 17</b> </p>
---	---	--


In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una  $V_{s30}$  di **412,9** m/s a partire dal p.c secondo la D.M. 17/01/2018 “*Norme tecniche per le Costruzioni*”.

Spessore (m)	$V_s$ (m/s) e deviazioni standard
1.5	123± 14
7.6	268± 12
21	651± 16

Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018), il sito in esame rientra quindi nella categoria **B** ovvero:

- **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa** molto addensati o terreni a grana fine 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



	<p style="text-align: center;"> <b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN “IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI MORRA DE SANCTIS (AV) E ANDRETTA (AV) DENOMINATO “MORRA-ANDRETTA” DI POTENZA NOMINALE PARI A 28.80 MW E RELATIVE OPERE CONNESSE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BISACCIA (AV)</b> </p> <p style="text-align: center;"> <b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b> </p>	<p style="text-align: center;"> <b>DATA:</b>  <b>APRILE 2024</b>  <b>Pag. 9 di 17</b> </p>
---	---	--

La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da tre sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 1.5 m, con velocità media delle onde di taglio di 123 m/s a depositi poco consistenti/addensati con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 7.6 m, con velocità media delle onde di taglio di 268 m/s e corrisponde a depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 8 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 25 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 651 m/s, e rappresenta depositi consistenti e addensati con buone caratteristiche geotecniche.

### Calcolo dei parametri elastici dinamici dei terreni

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche  $V_s$  (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume  $\gamma$  (Kg/m<sup>3</sup>) e del rapporto di Poisson rappresentativo dei litotipi presenti, è possibile inoltre stimare attraverso relazioni empiriche, la velocità delle onde di compressione  $V_P$  e i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

La velocità delle onde P è stata ricavata empiricamente attraverso la seguente relazione:

$$V_P^2 = V_s^2 * (2-2\lambda) / (1-2\lambda)$$

Sono stati definiti inoltre i seguenti moduli dinamici:


#### **- Modulo di taglio dinamico (G)**

È definito dalla seguente equazione:

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

Dove  $\gamma$  = densità

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua.

	<p style="text-align: center;"> <b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN "IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI MORRA DE SANCTIS (AV) E ANDRETTA (AV) DENOMINATO "MORRA-ANDRETTA" DI POTENZA NOMINALE PARI A 28.80 MW E RELATIVE OPERE CONNESSE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BISACCIA (AV)</b> </p> <p style="text-align: center;"> <b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b> </p>	<p style="text-align: center;"> <b>DATA:</b>  <b>APRILE 2024</b>  <b>Pag. 10 di 17</b> </p>
---	---	---

### - Modulo di Young (Ea)

È definito dalla seguente equazione:

$$E_a = [V_p^2 \cdot \gamma \cdot (1+\lambda) \cdot (1-2\lambda)] / (1-\lambda)$$

Con  $\lambda$  = coeff. di Poisson

### -Rigidità sismica

$$R_s = \gamma V_s$$

Tale modulo dipende dalla porosità e dalla pressione litostatica.

### -Modulo di incompressibilità dinamica

È definito dalla seguente equazione:

$$K = \gamma[V_p^2 - 4/3 \cdot V_s^2]$$

ed è detto *Bulk Modulus*.

### Calcolo dei parametri elastici statici dei terreni

I moduli elastici dinamici sono misurati per piccole deformazioni (<10<sup>-4</sup>) e si osserva che i loro valori decrescono con l'aumentare delle deformazioni. I moduli elastici statici misurati in laboratorio sono pertanto più piccoli di quelli misurati in sito e delle correlazioni empiriche permettono di ottenerli partendo da quelli elastici dinamici.

Nelle misure di laboratorio il rapporto Ed/Es (Ed modulo di Young o elastico dinamico -Es modulo di Young o elastico statico) è comunemente 2.0 ( Cheng and Johnston, 1981), ma per misure in sito questo rapporto varia fra 1.5 e 9.1 (Gudmundsson, 1990; Link, 1968).

Rzhevsky e Novik hanno proposto le seguenti relazioni:


$$E_{din} = 8.3 E_{stat} + 0.97 E_{stat} = (E_{din} - 0.97) / 8.3$$

Massarch (1984) ha proposto la seguente relazione per passare dal modulo di taglio dinamico a quello statico:

$$G_{stat} = R \cdot G$$

Dove R è un parametro che 0.18 per le ghiaie, 0.15 per le sabbie mediamente dense e 0.11 per



	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN "IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI MORRA DE SANCTIS (AV) E ANDRETTA (AV) DENOMINATO "MORRA-ANDRETTA" DI POTENZA NOMINALE PARI A 28.80 MW E RELATIVE OPERE CONNESSE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BISACCIA (AV)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p style="text-align: right;">DATA: <b>APRILE 2024</b> Pag. 11 di 17</p>
---	---	--


le argille, dai due parametri si ricavano gli altri parametri elastici.

Modulo di Poisson	$\nu = (E - 2G) / (2G)$
Modulo di compressibilità volumetrico	$K = G * E / [3(3G - E)]$
Modulo edometrico	$E_{ed} = G * (4G - E) / (3G - E)$
Modulo di carico su piastra	$M_e = 16G^2 / [\pi(4G - E)]$

PARAMETRI FISICI E DINAMICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 01									
STRATO	SPESSORE	Vp	Vs	$\gamma'$	$\lambda$	MODULO DI YOUNG	R	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	m/s	g/cm <sup>3</sup>	(-)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	1,5	301	123	1,76	0,4	746	0,216	266	1243
<b>2</b>	7,6	656	268	1,95	0,4	3922	0,523	1401	6536
<b>3</b>	21	1595	651	2,17	0,4	25750	1,413	9196	42917

PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 01									
STRATO	SPESSORE	Vp	$\gamma'$	$\lambda$	Modulo di carico su piastra	MODULO DI YOUNG	Modulo Edometrico	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	g/cm <sup>3</sup>	(-)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	1,5	301	1,76	0,4	125,48	89,76	120	34,58	185
<b>2</b>	7,6	656	1,95	0,4	659,98	472,41	631	182,13	1938
<b>3</b>	21	1595	2,17	0,4	3345,01	3102,29	4147	1195,48	8511

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN "IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI MORRA DE SANCTIS (AV) E ANDRETTA (AV) DENOMINATO "MORRA-ANDRETTA" DI POTENZA NOMINALE PARI A 28.80 MW E RELATIVE OPERE CONNESSE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BISACCIA (AV)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p style="text-align: center;">DATA: <b>APRILE 2024</b> Pag. 12 di 17</p>
---	---	---

### 3. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPSH

Le *Prove penetrometriche dinamiche Dpsh* sono prove geotecniche puntuali e consistono nell'infingere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio.

Tale asta è prolungabile tramite una batteria di aste di diametro di 34 mm le quali possono scorrere all'interno ed in modo alternato ad un rivestimento esterno, anch'esso in acciaio, avente un diametro di 48 mm.

L'energia di infissione è fornita da un maglio del peso di 73,0 kg che, battendo a caduta libera sulle aste, cade da un'altezza costante di 75,0 cm, per mezzo di un dispositivo di sganciamento automatico compiendo per ogni battuta un lavoro specifico pari a 234 kj/mq.

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 della massa battente  $M$
- altezza libera caduta  $H$
- punta conica: diametro base cono  $D$ , area base  $A$  (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$

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-

	<p style="text-align: center;"> <b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN “IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI MORRA DE SANCTIS (AV) E ANDRETTA (AV) DENOMINATO “MORRA-ANDRETTA” DI POTENZA NOMINALE PARI A 28.80 MW E RELATIVE OPERE CONNESSE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BISACCIA (AV)</b> </p> <p style="text-align: center;"> <b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b> </p>	<p style="text-align: center;"> <b>DATA:</b>  <b>APRILE 2024</b>  <b>Pag. 13 di 17</b> </p>
---	---	---

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 della resistenza alla punta.

Nell'area d'interesse è stata eseguita **n° 1** prova penetrometrica dinamica. Non è stata rilevata la presenza di una falda.

#### 4. RAPPORTO FOTOGRAFICO

##### 4.1 INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW




Postazione dell'indagine Masw01



#### 4.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPSH



*Postazione della prova Dpsh 01.*

 <p>EAF s.r.l.</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN "IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI MORRA DE SANCTIS (AV) E ANDRETTA (AV) DENOMINATO "MORRA-ANDRETTA" DI POTENZA NOMINALE PARI A 28.80 MW E RELATIVE OPERE CONNESSE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BISACCIA (AV)</b></p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 16 di 17</b></p>
---	---	---

*Allegato n° 1 Parametri delle Prove Penetrometriche dinamiche Dpsh*

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: WEB ITALIA ENERGIE  
RINNOVABILI S.r.l  
Descrizione: Indagini geognostiche  
Localita': Bisaccia (AV)

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

	Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente		63.5 Kg
Altezza di caduta libera		0.75 m
Peso sistema di battuta		8 Kg
Diametro punta conica		50.46 mm
Area di base punta		20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste		1 m
Peso aste a metro		6.3 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta		0.80 m
Avanzamento punta		0.20 m
Numero colpi per punta		N(20)
Coeff. Correlazione		1.504
Rivestimento/fanghi		No
Angolo di apertura punta		90 °



**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... sctpt ecc.)**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

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:

<b>Tipo</b>	<b>Sigla di riferimento</b>	<b>peso della massa M (kg)</b>	<b>prof. max indagine battente (m)</b>
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

### penetrometri in uso in Italia

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 $N_{spt}$

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  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

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

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{spt}$  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

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

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 $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$  è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
$C_s$	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
$C_d$	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
$C_r$	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 di Dynamic Probing, 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  $\sigma_{N_{spt}}$  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 m ed immorsamento  $d = 1$  m.

**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**

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

$N_{spt}$  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 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m 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 m. sopra falda e < 7 m 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  $< 38^\circ$  .
- 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  $< 38^\circ$  ).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da  $D_r$  %.
- 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  $> 8$  m sopra falda e  $> 15$  m 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.  $> 8$  m sopra falda e  $> 15$  m per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo  $< 5\%$  a profondità  $< 5$  m e con (%) di limo  $> 5\%$  a profondità  $< 3$  m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### **Densità relativa (%)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie  $D_r$  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  $D_r$  % 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  $D_r$  % 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**

- 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/s)**

- 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 ( $M_o$ )*

- 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 - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- 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.

**PROVA ... Dpsh 01**

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 12-03-2024

Profondita' prova 12.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	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> )
0.20	2	0.855	16.61	19.44	0.83	0.97
0.40	2	0.851	16.54	19.44	0.83	0.97
0.60	3	0.847	24.69	29.15	1.23	1.46
0.80	3	0.843	24.59	29.15	1.23	1.46
1.00	4	0.840	30.20	35.96	1.51	1.80
1.20	4	0.836	30.07	35.96	1.50	1.80
1.40	5	0.833	37.44	44.95	1.87	2.25
1.60	5	0.830	37.29	44.95	1.86	2.25
1.80	5	0.826	37.14	44.95	1.86	2.25
2.00	5	0.823	34.42	41.82	1.72	2.09
2.20	6	0.820	41.15	50.18	2.06	2.51
2.40	6	0.817	41.00	50.18	2.05	2.51
2.60	7	0.814	47.67	58.54	2.38	2.93
2.80	7	0.811	47.50	58.54	2.38	2.93
3.00	8	0.809	50.58	62.55	2.53	3.13
3.20	9	0.806	56.72	70.37	2.84	3.52
3.40	8	0.803	50.25	62.55	2.51	3.13
3.60	8	0.801	50.09	62.55	2.50	3.13
3.80	7	0.798	43.70	54.73	2.18	2.74
4.00	8	0.796	46.74	58.72	2.34	2.94
4.20	9	0.794	52.43	66.06	2.62	3.30
4.40	10	0.791	58.09	73.40	2.90	3.67
4.60	10	0.789	57.93	73.40	2.90	3.67
4.80	9	0.787	52.00	66.06	2.60	3.30
5.00	9	0.785	48.87	62.25	2.44	3.11
5.20	11	0.783	59.58	76.09	2.98	3.80
5.40	11	0.781	59.43	76.09	2.97	3.80
5.60	10	0.779	53.89	69.17	2.69	3.46
5.80	10	0.777	53.77	69.17	2.69	3.46
6.00	9	0.775	45.65	58.86	2.28	2.94

6.20	10	0.774	50.60	65.40	2.53	3.27
6.40	10	0.772	50.49	65.40	2.52	3.27
6.60	11	0.770	55.42	71.94	2.77	3.60
6.80	9	0.769	45.25	58.86	2.26	2.94
7.00	8	0.767	38.07	49.62	1.90	2.48
7.20	8	0.766	37.99	49.62	1.90	2.48
7.40	9	0.764	42.65	55.82	2.13	2.79
7.60	9	0.763	42.57	55.82	2.13	2.79
7.80	9	0.761	42.49	55.82	2.12	2.79
8.00	10	0.760	44.82	58.97	2.24	2.95
8.20	10	0.759	44.74	58.97	2.24	2.95
8.40	11	0.757	49.12	64.87	2.46	3.24
8.60	11	0.756	49.04	64.87	2.45	3.24
8.80	9	0.755	40.06	53.08	2.00	2.65
9.00	9	0.753	38.12	50.59	1.91	2.53
9.20	11	0.752	46.52	61.83	2.33	3.09
9.40	10	0.751	42.22	56.21	2.11	2.81
9.60	12	0.750	50.59	67.45	2.53	3.37
9.80	12	0.749	50.51	67.45	2.53	3.37
10.00	12	0.748	48.18	64.44	2.41	3.22
10.20	15	0.697	56.11	80.54	2.81	4.03
10.40	16	0.696	59.75	85.91	2.99	4.30
10.60	17	0.694	63.39	91.28	3.17	4.56
10.80	20	0.693	74.47	107.39	3.72	5.37
11.00	22	0.642	72.63	113.07	3.63	5.65
11.20	24	0.641	79.11	123.35	3.96	6.17
11.40	26	0.640	85.56	133.63	4.28	6.68
11.60	30	0.639	98.57	154.19	4.93	7.71
11.80	37	0.588	111.86	190.17	5.59	9.51
12.00	50	0.537	132.38	246.43	6.62	12.32

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	2	19.44	Incoerente - coesivo	0	1.64	1.86	0.03	1.5	3.01	Terreno vegetale
2	4.25	38.36	Incoerente - coesivo	0	1.83	1.89	0.21	1.5	6.39	Argille e argille marnose poco consistenti

10	9.3	61.91	Incoerente - coesivo	0	2.05	2.25	1.18	1.5	13.99	Argille e argille marnose moderatamente consistenti
11.8	23	119.95	Incoerente - coesivo	0	2.27	2.5	2.2	1.5	34.59	Argille e argille marnose molto consistenti

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Dpsh 01

## TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	Terzaghi-Peck	0.19
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	Terzaghi-Peck	0.40
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	Terzaghi-Peck	0.94
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	Terzaghi-Peck	2.34

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	Robertson (1983)	6.02
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	Robertson (1983)	12.78

Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	Robertson (1983)	27.98
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	Robertson (1983)	69.18

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	Stroud e Butler (1975)	13.81
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	Stroud e Butler (1975)	29.32
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	Stroud e Butler (1975)	64.19
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	Stroud e Butler (1975)	158.70

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	Apollonia	30.10
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	Apollonia	63.90
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	Apollonia	139.90
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	Apollonia	345.90

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	Meyerhof	1.64
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	Meyerhof	1.83
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	Meyerhof	2.05
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	Meyerhof	2.27

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	Meyerhof	1.86	



Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	Meyerhof	1.89	
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	Meyerhof	2.25	
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	Meyerhof	2.50	

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	60.68
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	97.67
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	152.59
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	200.25

## TERRENI INCOERENTI

## Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	Skempton 1986	15.33

Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	Skempton 1986	24.45
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	Skempton 1986	41.15
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	Skempton 1986	67.84

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	Meyerhof (1956)	20.86
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	Meyerhof (1956)	21.83
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	Meyerhof (1956)	24
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	Meyerhof (1956)	29.88

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	Terzaghi	---
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	Terzaghi	---

Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	Terzaghi	266.98
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	Terzaghi	419.80

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33.65
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	40.59
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	56.20
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	98.51

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
---	-------	-------------	-------	--------------------------	-----------

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	Terzaghi-Peck 1948	1.39
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	Terzaghi-Peck 1948	1.43
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	Terzaghi-Peck 1948	1.53
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	Terzaghi-Peck 1948	1.74

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	Terzaghi-Peck 1948	1.86
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	Terzaghi-Peck 1948	1.89
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	Terzaghi-Peck 1948	1.95
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	Terzaghi-Peck 1948	2.08

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	(A.G.I.)	0.33
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	(A.G.I.)	0.29

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	Ohsaki (Sabbie pulite)	183.13
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	Ohsaki (Sabbie pulite)	371.61
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	Ohsaki (Sabbie pulite)	776.21
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	Ohsaki (Sabbie pulite)	1817.72

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	Ohta & Goto (1978) Limi	60.68

Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	Ohta & Goto (1978) Limi	97.67
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	Ohta & Goto (1978) Limi	152.59
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	Ohta & Goto (1978) Limi	200.25

## Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	Navfac 1971-1982	0.52
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	Navfac 1971-1982	1.31
Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	Navfac 1971-1982	2.93
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	Navfac 1971-1982	6.22

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale	3.01	0.00-0.40	3.01	Robertson 1983	6.02
Strato (2) Argille e argille marnose poco consistenti	6.39	0.40-2.00	6.39	Robertson 1983	12.78

---

Strato (3) Argille e argille marnose moderatamente consistenti	13.99	2.00-10.00	13.99	Robertson 1983	27.98
Strato (4) Argille e argille marnose molto consistenti	34.59	10.00-11.80	34.59	Robertson 1983	69.18

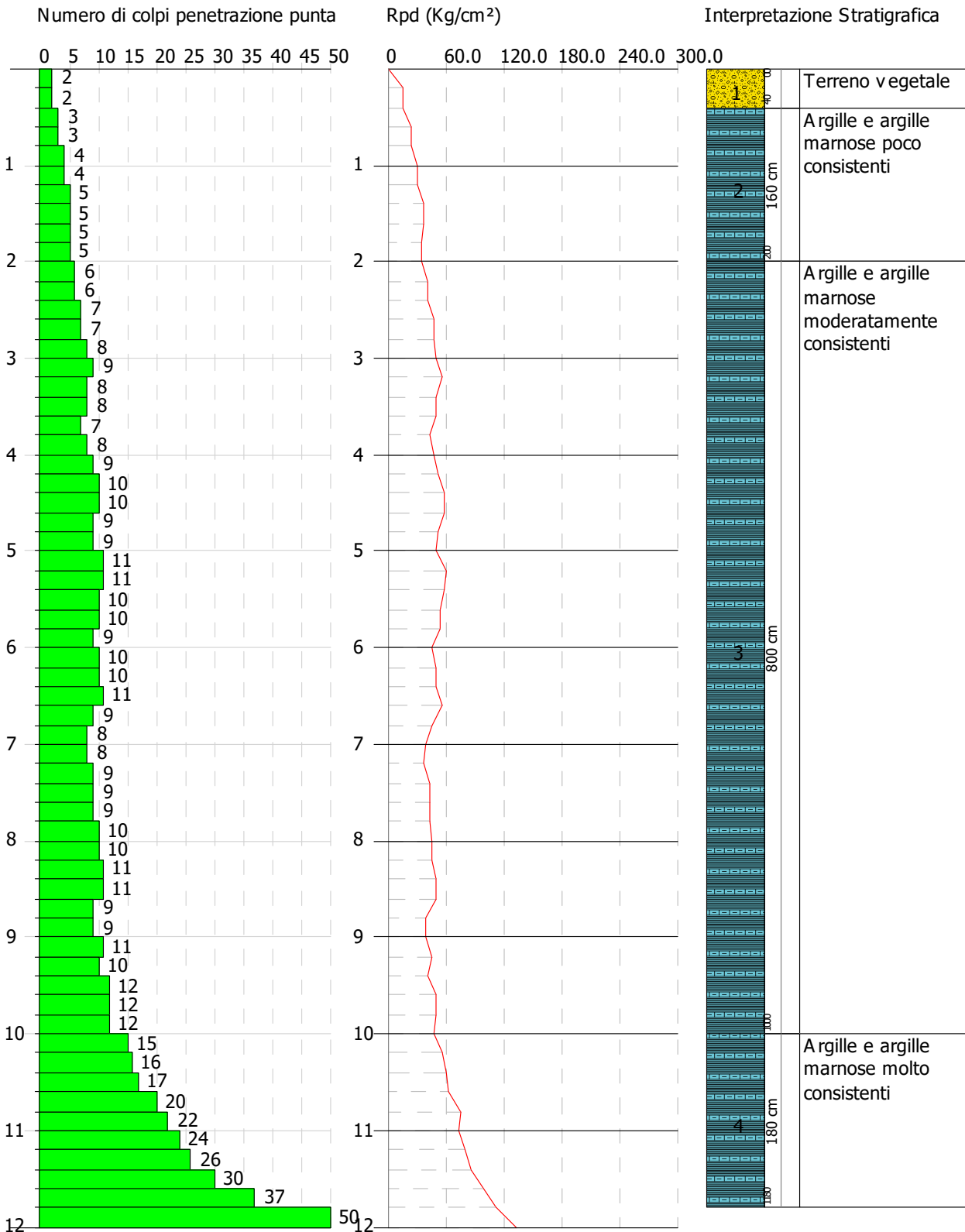


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh 01  
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy y)


Committente: WEB ITALIA ENERGIE RINNOVABILI S.r.l  
 Descrizione: Indagini geognostiche  
 Localita': Bisaccia (A V)

12-03-2024

Scala 1:60

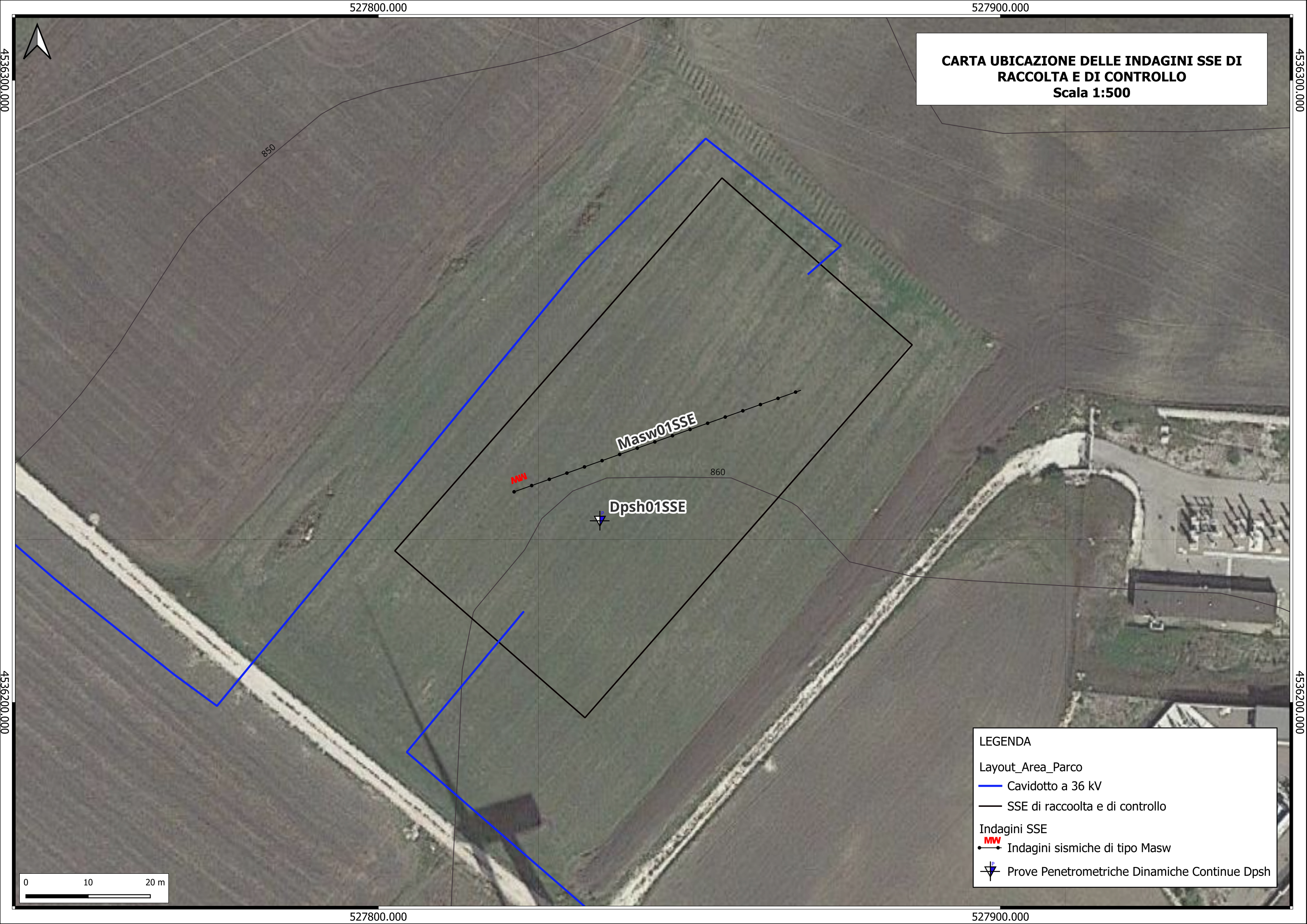




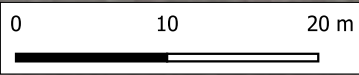
	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN “IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI MORRA DE SANCTIS (AV) E ANDRETTA (AV) DENOMINATO “MORRA-ANDRETTA” DI POTENZA NOMINALE PARI A 28.80 MW E RELATIVE OPERE CONNESSE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BISACCIA (AV)</b></p> <p><b>RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>APRILE 2024</b> <b>Pag. 17 di 17</b></p>
---	---	---

*Allegato n° 2 Carta ubicazione delle indagini*





**CARTA UBICAZIONE DELLE INDAGINI SSE DI RACCOLTA E DI CONTROLLO**  
**Scala 1:500**



**LEGENDA**

- Layout\_Area\_Parco
- Cavidotto a 36 kV
- SSE di raccolta e di controllo
- Indagini SSE
- Indagini sismiche di tipo Masw
- ▽— Prove Penetrometriche Dinamiche Continue Dpsh

850

Masw01SSE

Dpsh01SSE

860

527800.000

527900.000

4536300.000

4536300.000

4536200.000

4536200.000