



## Comune di SAN DONACI (BR)

# PROGETTO DEFINITIVO Impianto agrovoltaico "San Donaci" della potenza di 30 MW in AC e 31,266 MW in DC

### COMMITTENTE:



**ELIOS SRL**  
Via Vincenzo Gioberti, 11  
76123 Andria (BT)  
P.I.: 08422270721  
e-mailpec: societaeliosrl@pec.it

### PROGETTAZIONE:



**TEKNE srl**  
Via Vincenzo Gioberti, 11 - 76123 ANDRIA  
Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915  
www.gruppotekne.it e-mail: contatti@gruppotekne.it



### PROGETTISTA:

Dott. Ing. Renato Pertuso  
(Direttore Tecnico)

### LEGALE RAPPRESENTANTE:

dott. Renato Mansi

### CONSULENTE:

GEOPROVE srl  
Dott. Geol. Marcello De Donatis



# PD

PROGETTO DEFINITIVO

## STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO- GEOMORFOLOGICO

Tavola: **RE02.2**

Filename:

TKA625-PD-RE02.2-Relazione geologica-R1.pdf

Data 1ª emissione:

Aprile 2022

Redatto:

M. DE DONATIS

Verificato:

G. PERTUSO

Approvato:

R. PERTUSO

Scala:

Protocollo Tekne:

TKA625\_2020

n° revisione	1			
	2			
	3			
	4			

## INDICE

PREMESSA.....	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
CARATTERI MORFOLOGICI E GEOLOGICI.....	4
CARATTERI IDROGEOLOGICI .....	9
INDAGINE GEOGNOSTICA .....	11
<i>Prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH) .....</i>	<i>11</i>
VERIFICA DEGLI STATI ULTIMI (SLU).....	20
CONCLUSIONI .....	26

## **PREMESSA**

La società Geoprove s.r.l. di Ruffano (Le) per conto della società di ELIOS SRL, ha eseguito uno studio geologico-tecnico di supporto ad un progetto di un impianto agrovoltaiico da realizzare nel territorio comunale di San Donaci, a nord della S.P. n. 75 .

Il presente studio ha mirato ad accertare la successione stratigrafica e le proprietà fisico-meccaniche dei terreni interessati secondo quanto prescritto dal D.M. 17.01.2018.

Dopo aver eseguito un rilievo geologico ed idrogeologico di superficie è stata eseguita la seguente campagna di indagini geognostiche:

- esecuzione di n. 6 prove penetrometriche dinamiche continue;
- 1 profilo masw

Al termine delle indagini è stata redatta la presente relazione geologica che, avvalendosi di tutti i risultati acquisiti, ha consentito di caratterizzare il terreno fondale.

## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area indagata è ubicata nei territori comunali di San Donaci, a nord della S.P. n. 75 in territorio di San Donaci.

La quota topografica si attesta intorno 40 m s.l.m.. La morfologia è in ogni caso pianeggiante.

L'area di indagine è individuata dalle seguenti coordinate geografiche:

– Latitudine : 40° 26' 21'' N    Longitudine : 17° 53' 45'' E



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*



## CARATTERI MORFOLOGICI E GEOLOGICI

L'area indagata ricade nel foglio 203 Tavoletta di Brindisi della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000.

La morfologia risulta pianeggiante ed è posizionata ad una quota intorno 40 m s.l.m. nell'area interessata dall'impianto.

La ricostruzione del quadro geologico e litologico dell'area è stata effettuata attraverso un rilievo geologico di dettaglio e lo studio delle foto aeree.

Il paesaggio fisico dell'area è costituito da una depressione alluvionale tabulare; tettonicamente è collocata all'interno di un esteso graben.

L'attuale configurazione geologica è frutto della tettonica distensiva che ha interessato il basamento calcareo durante il Terziario e che ha dato vita ad una serie di depressioni in cui si sono deposte in trasgressione le sequenze sedimentarie pleistoceniche.

Il rilievo geologico ha evidenziato la presenza delle seguenti formazioni dal basso verso l'alto:

- Calcari di Altamura (Cretaceo);
- Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf.);
- Sabbie (Pleistocene sup.).

### ***Calcari di Altamura (Cretaceo)***

I Calcari non sono affioranti nell'area indagata, ma costituiscono l'ossatura dell'intera penisola salentina. Presentano una stratificazione variabile, con strati di circa 20-30 cm di spessore che a luoghi possono raggiungere spessori fino ad oltre un metro.

variabile, con strati di circa 20-30 cm di spessore che a luoghi possono raggiungere spessori fino ad oltre un metro.

Tale formazione è interessata da una fratturazione sub-verticale, con diaclasi e leptoclasti che, avendo un andamento normale ai piani di strato talvolta rendono la roccia brecciata e scomponibile in solidi di forma geometrica che conferiscono alla formazione suddetta un generale permeabilità in grande.

Sono presenti inoltre, strutture fisico-meccaniche secondarie dovute all'azione del carsismo, con fratture e saccature riempite di materiale residuale (Terra Rossa).

Litologicamente si tratta di calcari e calcari dolomitici di colore avana, compatti e tenaci, in strati e banchi, talora riccamente fossiliferi, cui si alternano livelli dolomitici di colore grigio o nocciola.

L'origine è biochimica per i calcari e secondaria per le dolomie.

In base ai dati forniti dall'AGIP, in seguito alla perforazione petrolifera eseguita vicino Ugento, indicano uno spessore massimo di 640 metri. Alla base di tale formazione si rinvencono le "Dolomie di Galatina". Il passaggio fra le due formazioni avviene con molta gradualità, infatti con l'aumentare della profondità aumenta la percentuale di dolomia, fino a diventare prevalente nelle Dolomie di Galatina.

Per quanto riguarda il suo ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo e più esattamente di piattaforma continentale. Inoltre, data la presenza di spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato nel tempo per effetto di una costante subsidenza.

### ***Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf.)***

Questo litotipo si rinviene in profondità.

Questa formazione presenta caratteristiche litologiche, sedimentologiche e stratigrafiche simili alle Calcareniti di Gravina (Ba), alle quali è assimilabile e da cui prende il nome.

Litologicamente si tratta di una calcarenite più o meno compatta, grigio chiara, cui si associano sabbioni calcarei (bianchi e giallastri) talora parzialmente cementati.

Il contenuto di carbonato di calcio è in genere elevato ed oscilla tra il 97-98%.

Per quanto riguarda la stratificazione è spesso indistinta e quando essa appare si hanno strati poco potenti, da qualche centimetro ad oltre un metro.

Il passaggio di essa verso le formazioni sottostanti avviene per trasgressione, lo testimoniano le breccie e i conglomerati che troviamo alla base di essa.

### ***Sabbie (Pleistocene sup.)***

Nell'area in esame si rinvengono dei depositi sabbiosi di natura calcareo-micacea.

Il deposito sabbioso in questione, si correla abbastanza bene dal punto di vista stratigrafico e litologico con le formazioni sabbiose del Ciclo plio-pleistocenico su menzionato.

Così come le argille grigio-azzurre calabriane, anche tale deposito sabbioso risulta variamente costituito e potente da luogo a luogo delle zone di

affioramento, andando dall'area ofantina a quella premurgiana e a quella salentina.

Nell'area in oggetto, l'articolazione e frammentazione dei bacini di sedimentazione, ha prodotto la differente costituzione litologica, con riferimento alla presenza e alla frequenza di livelli arenacei, limosi e/o argillosi, calcarenitici, nell'ambito dei depositi sabbiosi.

Per quanto riguarda specificatamente l'area rilevata, tale deposito è costituito da sabbie intercalate a livelli ben cementati.

Laddove è prevista la realizzazione dell'impianto il terreno di sedime è caratterizzato da un banco arenaceo e ben cementato (livello  $Q_c^1$  nella formazione sabbioso-limosa pleistocenica).

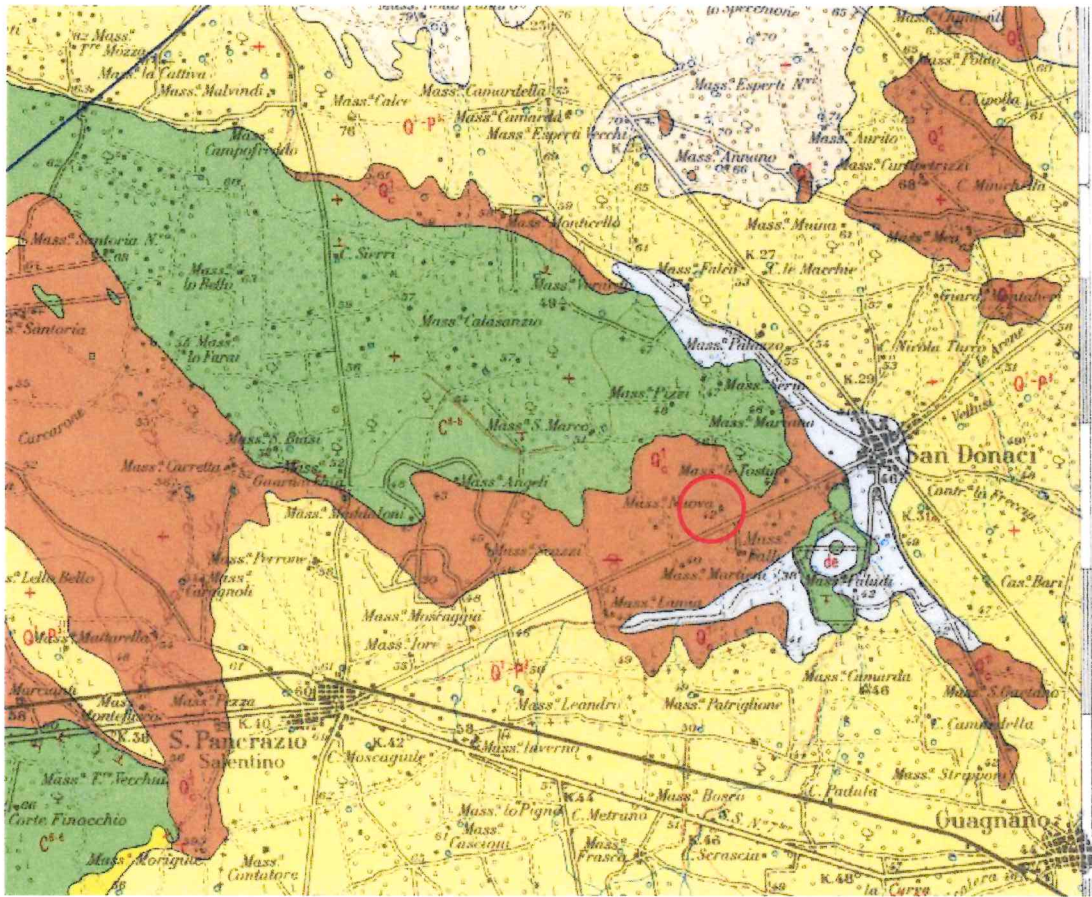
Il colore è giallo-paglierino, la grana prevalentemente fine ed uniforme.

Il letto della formazione sabbiosa, è costituito dalle Calcareniti di Gravina.

Dal punto di vista paleontologico, le sabbie sono caratterizzate dalla presenza di Pecten, Xenofora, Pcnodonte, tra i macrofossili, e da Hyalinaea Balthica, Globorotalia inflata, Rotalia beccari.

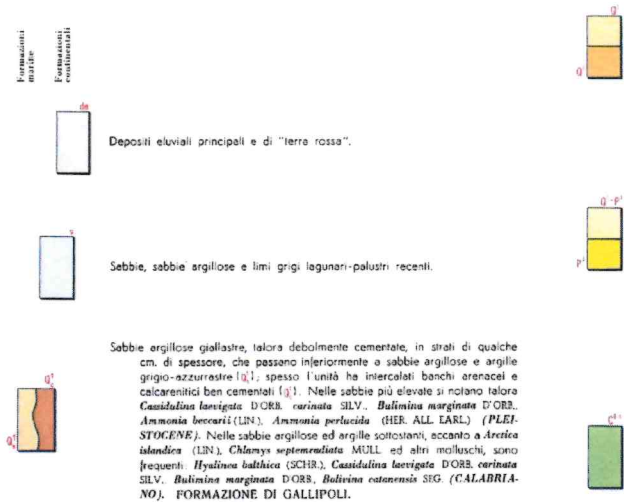
La fauna sfortunatamente non è molto indicativa cronologicamente, pertanto in base a considerazioni litostratigrafiche e ad analogie con le altre successioni plio-pleistoceniche, le sabbie vengono attribuite debitamente al Calabriano.





Stralcio della Carta Geologica - Fg. 203 "Brindisi" – scala 1: 100.000

Livelli appartenenti alle CALCARENITI DEL SALENTO, avanti le seguenti caratteristiche:



(q<sup>1</sup>) Calcareniti e calcari tipo panchina, con ricca fauna non indicativa a *Elphidium crispum* (LIN.), *Bulinina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. *var. carinata* SILV., *Uvigerina peregrina* CUSH., *Sphaeroidina bulloides* D'ORB., *Cibicides boeotus* (D'ORB.), *Cibicides floridanus* (CUSH.) In trasgressione su (q<sup>1</sup>), oppure sulle formazioni cretache. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

(q<sup>2</sup>) Calcari bioclastici ben cementati ricchi di fossili non indicativi. *Elphidium complanatum* (D'ORB.), *E. crispum* (LIN.), *Discorbis orbicularis* (TERQ.), *Ammonia beccarii* (LIN.), *Cibicides floridanus* (CUSH.). In trasgressione su (q<sup>1</sup>) oppure sul Cretaceo. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

(q<sup>3</sup>-p<sup>1</sup>) Sabbie calcaree poco cementate, con intercalati banchi di panchina, sabbie argillose grigio-azzurre. Verso l'alto associazione calabriana: *Hyalina balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. *var. carinata* SILV., *Bulinina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.) (CALABRIANO-PLIOCENE SUP.?) In trasgressione sulle formazioni più antiche.

(p<sup>1</sup>) Calcareniti calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre. Macrofauna a Corelli, Cirripedi, Molluschi, Echinidi, Crostacei. Tra cui *Cancer saxumandi* MEY. *var. antiatina* MAX. Microfauna ad Ostracodi e Foraminiferi: *Bulinina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. *var. carinata* SILV., *Discorbis orbicularis* (TERQ.), *Cibicides ungerianus* (D'ORB.), *C. labatulus* (WALK. e JAC.), *Globigerinoides ruber* (D'ORB.), *C. succellifer* (BRADY), *Orbulina universa* D'ORB., *Hastigerina angulata* (BRADY) (PLIOCENE SUP.-MEDIO?). In trasgressione sulle formazioni più antiche.

Calcari dolomitici e dolomie grigio-nocciolate, a frattura irregolare, calcari grigio-chiaro. Microfossili non molto frequenti: *Thaumapora* sp., *Præglottruncus stephani stephani* (GAND.), *P. stephani turbidatus* (REICH.), *Retalipera appenninica appenninica* (RENZ), *R. cf. reicheli* (MORN.), *Nummulobolina* sp. (CENOMANIANO SUP. e forse TURONIANO). DOLOMIE DI GALATIINA con passaggio graduale al CALCARE DI ALTAMURA verso Nord e verso Ovest.

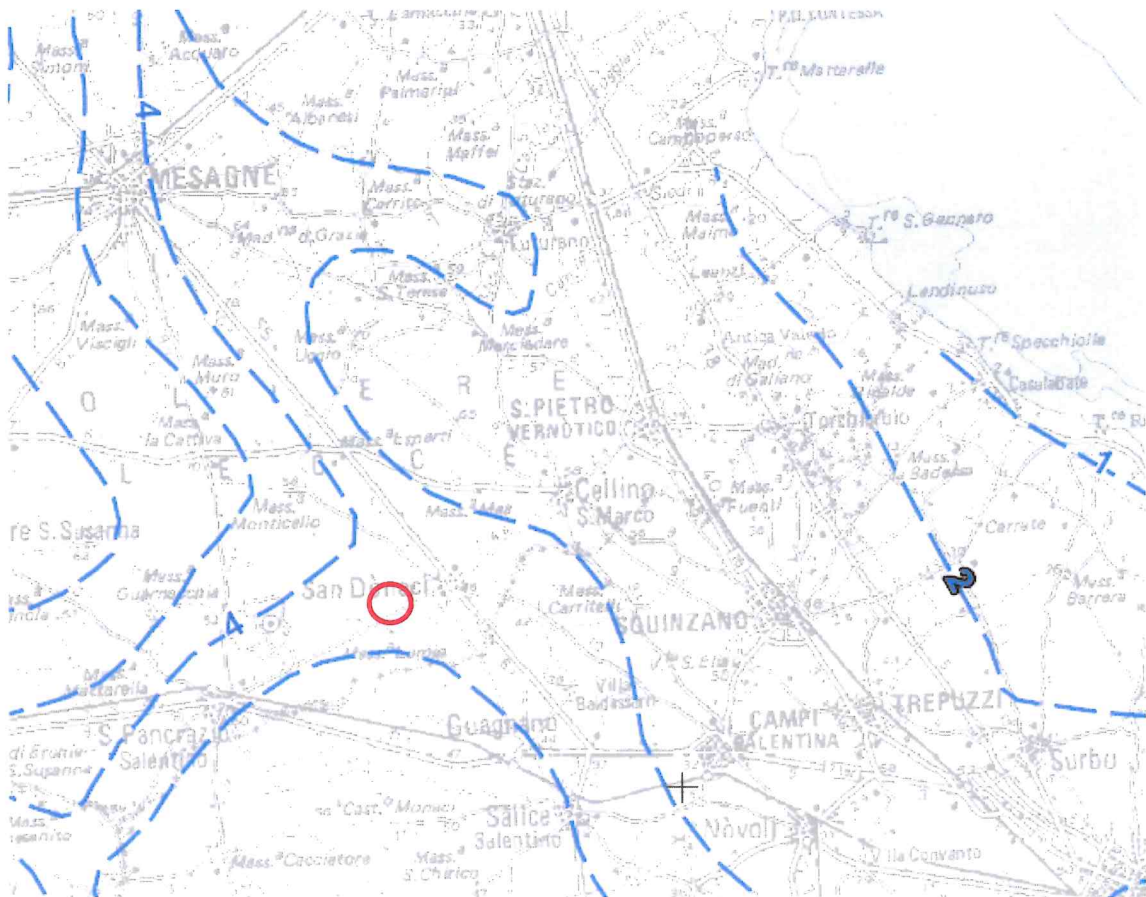
## CARATTERI IDROGEOLOGICI

In base ai caratteri litologici delle formazioni, alle loro caratteristiche giaciture e ai rapporti di posizione, la circolazione idrica si esplica attraverso due livelli, il più consistente dei quali è localizzato in corrispondenza dei calcarei cretacei ed è denominato “acquifero di base” in quanto la falda in esso contenuta è sostenuta dall’acqua marina di intrusione continentale. Lo studio di quest’ultima non è stato approfondito poiché è presente ad una profondità tale, da non interagisce con le opere fondali della struttura in esame.

A ovest del territorio di San Donaci dove è prevista la realizzazione dell’impianto non è stata rilevata alcuna falda superficiale, esistendo la sola falda profonda.

Il gradiente idraulico varia tra lo 0.4 e l’1.2 %. le portate sono basse (0.5 l/sec), mentre le portate specifiche oscillano tra 10 e 30 l/sec\*m. Il contenuto salino oscilla tra 0.3-0.5 gr/l.

## CARTA DELLE ISOPIEZE



Piano di tutela delle acque – Regione Puglia  
Tav.6.2 “Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento”

## INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine è stata effettuata in conformità al D.M. 17.01.2018 ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera in rapporto alle caratteristiche del terreno.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di:

- esecuzione di n. 6 prove penetrometriche dinamiche continue,

### ***Prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH)***

Nell'area in esame sono state eseguite n.8 prove penetrometriche dinamiche continue spinte fino ad una profondità compresa tra 2.60 e 7.0 mt.

La prova penetrometrica dinamica DPSH consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari.

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.

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)
- avanzamento (penetrazione) d

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più 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)

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

Nella presente indagine è stato utilizzato un penetrometro DPSH mod. TG 63-200 PAGANI

I dati penetrometrici sono stati successivamente elaborati secondo le più assodate metodologie in uso, arrivando ad associare a ciascuna prova una colonna geotecnica interpretativa (vedi grafico allegato).

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru software s.a.s.* 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.



Ubicazione prove penetrometriche





Esecuzione prova DPSH 1



Esecuzione prova DPSH 2





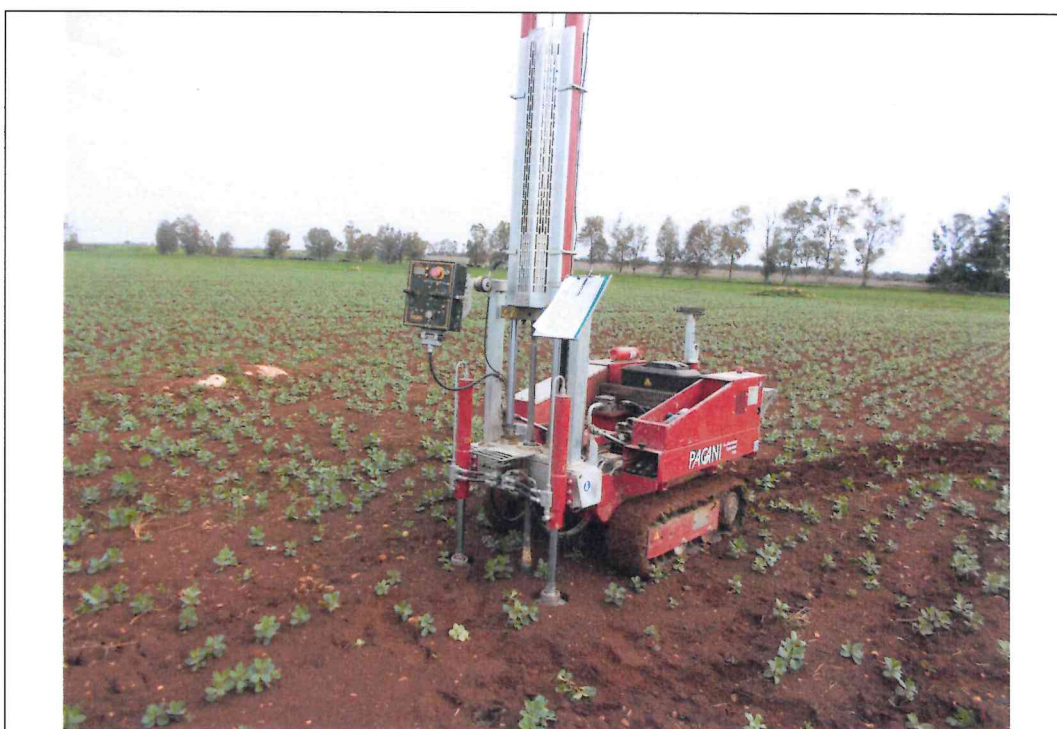
Esecuzione prova DPSH 3



Esecuzione prova DPSH 4



Esecuzione prova DPH 5



Esecuzione prova DPH 6

La successione litostratigrafica ricostruita con le prove è la seguente:

Prova penetrometrica n. 1:

- da 0.00 m a 0.60 m Terreno vegetale
- da 0.60 m a 6.00 m Calcareniti

Prova penetrometrica n. 2:

- da 0.00 m a 0.40 m Terreno vegetale
- da 0.40 m a 3.00 m Calcareniti

Prova penetrometrica n. 3:

- da 0.00 m a 0.80 m Terreno vegetale
- da 0.80 m a 3.00 m Calcareniti

Prova penetrometrica n. 4:

- da 0.00 m a 0.40 m Terreno vegetale
- da 0.40 m a 3.00 m Calcareniti

Prova penetrometrica n. 5:

- da 0.00 m a 0.40 m Terreno vegetale
- da 0.40 m a 2.60 m Calcarenite

Prova penetrometrica n. 6:

- da 0.00 m a 0.40 m Terreno vegetale
- da 0.40 m a 3.00 m Calcarenite

Seguono gli istogrammi penetrometrici elaborati; i tabulati con numero di colpi effettivi (N20) in funzione della profondità e l'elaborazione degli stessi mediante il programma di calcolo automatico Dynamic Probing della

*GeoStru software s.a.s.* e conseguenti parametri fisici e meccanici calcolati sono allegati in calce alla relazione.

E' possibile ricostruire una differente successione litostratigrafica dell'area oggetto di studio. Si ha:

- da 0.0 a 0.50 m                      terreno vegetale
- da 0.50 a 6.0 m                      calcareniti

Le elaborazioni effettuate hanno permesso di risalire ai seguenti parametri geomeccanici medi:

### ***Calcareniti***

Densità	(%)	100
Angolo di attrito	(°)	44.27
Modulo Edometrico	(kg/cmq)	151.61
Modulo di Young	(kg/cmq)	372.5
Classificazione AGI		molto addensato
Peso di volume	(gr/cmc)	2.31
Coesione	(kg/cmq)	0.00
Modulo di Poisson		0.23
Modulo di deform. al taglio	(kg/cmq)	3069.9
ko (modulo reazione)		9.79



## VERIFICA DEGLI STATI ULTIMI (SLU)

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismo di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alla condizione di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

### SLU di tipo geotecnico

- *collasso per carico limite*
- *collasso per scorrimento sul piano di posa*
- *stabilità globale*

### SLU di tipo strutturale

- *raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali*

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$R_d \geq E_d$$

Dove  $E_d$  = valore di progetto delle azioni o effetto dell'azione

$R_d$  = valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico  
(terreno)

La verifica di detta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti:

- per le azioni (A1 e A2)
- per i parametri geotecnici (M1 e M2)
- per le resistenze (R1, R2, R3)

### Azioni

Il valore di progetto ( $E_d$ ) delle azioni si calcola moltiplicando le azioni per i coefficienti della tabella 1

**Tabella 1: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

CARICHI	EFFETTO	COEFFICIENTE PARZIALE	EQU	(A1)	(A2)
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3

### Resistenze

La resistenza  $R_d$  del terreno si calcola utilizzando i valori caratteristici dei parametri geotecnici del terreno divisi per i coefficienti parziali  $\gamma_m$  della tabella 2:

**Tabella 2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo resistenza al taglio	$\tan \phi'k$	$\phi'k$	1.0	1.25
Coesione efficace	$c'k$	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$C_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma\gamma$	1.0	1.0

Per le rocce, al valore caratteristico della resistenza a compressione uniassiale ( $q_u$ ) deve essere applicato un coefficiente parziale di 1.6.

Il valore di progetto dei parametri di resistenza ( $c'$  e  $\phi'$ ) devono essere impiegati sia per la determinazione dei fattori di capacità portante,  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$ , sia per la determinazione dei coefficienti correttivi, ove tali coefficienti intervengono. I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono stati scelti nell'ambito di approcci progettuali distinti ed alternativi.

### **Approccio 1**

Si basa sul concetto dei coefficienti di sicurezza parziale e considera due famiglie di combinazioni (una combinazione di tipo strutturale STR "scenario A1+M1+R1" e una combinazione di tipo Geotecnico GEO, "scenario A2+M2+R2" generalmente con le seguenti modalità:

- **combinazione 1 (A1+M1+ R1) combinazione di tipo strutturale STR**
- **combinazione 2 (A2+M2+R2) combinazione di tipo geotecnico GEO**

dove

A = coefficiente di amplificazione dei carichi;

M = coefficiente di riduzione dei parametri geotecnici;

R = coefficiente di riduzione delle resistenze (portanza, scorrimento ecc..)

La prima combinazione è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opera a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.

### **Approccio 2**

In questo tipo di approccio è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali che nelle verifiche geotecniche:

#### **(A1 + M1 + R3) (STRU-GEO)**

In questo tipo di combinazione vengono incrementati le azioni permanenti e variabili (A1) con i coefficienti parziali sulle azioni, vengono lasciate inalterate le caratteristiche di resistenza del terreno (M1), mentre la resistenza (R3) assume valori ridotti o invariati in relazione al tipo di verifica (GEO-STR).

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale (STR), il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

In definitiva, la norma dà la facoltà di scegliere in alternativa l'Approccio 1 verificando entrambe le combinazioni, oppure l'approccio 2 – combinazione unica.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1: combinazione 2: (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabella 1 e nella 3 per le azioni e i parametri geotecnici e dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  delle resistenze (tab. 4).

Le rimanenti verifiche (rottura per carico limite e per scorrimento) devono essere effettuate tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 1, 2 e 3 seguendo almeno uno dei due approcci.

**Tabella 3: Coefficienti e al variare di  $\tan\theta$ , dove  $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{k_h}{1-k_v}\right)$**

$\tan\theta$	FATTORI DI CAPACITA' PORTANTE			COEFFICIENTI RIDUTTIVI		
	$N_{qE}$	$N_{\gamma E}$	$N_{cE}$	$e_q$	$e_\gamma$	$e_c$
0	16.51	23.76	26.86	1.00	1.00	1.00
0.807	12.86	15.34	20.55	0.78	0.65	0.77
0.176	9.84	9.45	15.31	0.60	0.40	0.57
0.268	7.30	5.36	10.90	0.44	0.23	0.41
0.364	5.12	2.61	7.14	0.31	0.11	0.27
0.466	3.21	0.88	3.83	0.19	0.04	0.14
0.577	1.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00

**Tabella 4: Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.8$	$\gamma_R = 2.3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.1$	$\gamma_R = 1.1$

**Tab. 5: I parametri caratteristici di progetto sono risultati i seguenti:**

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_m$ calcareniti	
	M1	M2
Tan $\phi'$	44.27	37.95
Cu	0.0	0.0
$\gamma$	2.31	2.31

Tan  $\phi'$  = tangente dell'angolo di resistenza al taglio (°);  
 $\gamma$  = peso dell'unità di volume (g/cmc); c' = coesione non drenata (kg/cmq).



## CONCLUSIONI

La società Geoprove s.r.l. di Ruffano (Le), ha eseguito uno studio geologico-tecnico di supporto ad un progetto di un impianto agrovoltaiico da realizzare nel territorio comunale di San Donaci, a nord della S.P. n. 75.

Dal rilievo di superficie è emerso che:

- l'area interessata dal progetto si presenta pianeggiante: la quota topografica si attesta intorno 40 m s.l.m. La categoria topografica è la T1.
- Nelle aree in esame affiorano le Sabbie Pleistoceniche. Tuttavia nell'area interessata dall'impianto le sabbie lasciano il posto al membro calcarenitico della formazione (livello Qc1).
- I rilievi di superficie eseguiti e le indagini penetrometriche hanno portato ad escludere la presenza di falde superficiali.

L'indagine geognostica è consistita nell'esecuzione di 2 profili sismici di tipo Masw e di 6 prove penetrometrica dinamiche continue spinte fino ad una profondità di 3.0-6.0 metri.

Le prime hanno permesso di calcolare il valore delle Vs, eq e di risalire quindi alla categoria sismica del suolo di fondazione, risultato nell'area interessata dall'impianto di Categoria B. Le prove penetrometriche hanno permesso di ricostruire la successione litostratigrafica dell'area e di caratterizzare i litotipi rilevati durante le indagini.

Nell'area interessata dall'installazione dell'impianto agro voltaico si ha la seguente successione litostratigrafica:

- da 0.0 a 0.50 m terreno vegetale
- da 0.50 a 6.0 m calcareniti

Le elaborazioni effettuate hanno permesso di risalire ai seguenti parametri geomeccanici medi:

***Calcareniti***

Densità	(%)	100
Angolo di attrito	(°)	44.27
Modulo Edometrico	(kg/cmq)	151.61
Modulo di Young	(kg/cmq)	372.5
Classificazione AGI		molto addensato
Peso di volume	(gr/cmc)	2.31
Coesione	(kg/cmq)	0.00
Modulo di Poisson		0.23
Modulo di deform. al taglio	(kg/cmq)	3069.9
ko (modulo reazione)		9.79

Le nuove norme tecniche ordinano che, nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, per tener conto di eventuali indeterminazione, si devono dividere i valori dei parametri geotecnici, per i coefficienti parziali, risultando i seguenti parametri caratteristici di progetto:

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_m$ <b>Calcareniti</b>	
	M1	M2
Tan $\phi'$	44.27	37.95
Cu	0.0	0.0
$\gamma$	2.31	2.31

Tan  $\phi'$  = tangente dell'angolo di resistenza al taglio (°);  
 $\gamma$  = peso dell'unità di volume (g/cm<sup>3</sup>);  $c'$  = coesione non drenata (kg/cm<sup>2</sup>).

Ruffano, aprile 2022

## IL GEOLOGO

dr. Marcello DE DONATIS



ALLEGATO:

ELABORAZIONE PROVE DPSH





## Comune di **SAN DONACI (BR)**

# PROGETTO DEFINITIVO

## Impianto agrovoltaico "San Donaci"

della potenza di 30 MW in AC e 31,266 MW in DC

### COMMITTENTE:



**ELIOS SRL**  
Via Vincenzo Gioberti, 11  
76123 Andria (BT)  
P.I.: 08422270721  
e-mailpec: societaeliossrl@pec.it

### PROGETTAZIONE:



**TEKNE srl**  
Via Vincenzo Gioberti, 11 - 76123 ANDRIA  
Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915  
www.gruppotekne.it e-mail: contatti@gruppotekne.it



### PROGETTISTA:

Dott. Ing. Renato Pertuso  
(Direttore Tecnico)

### LEGALE RAPPRESENTANTE:

dott. Renato Mansi

### CONSULENTE:

GEOPROVE srl  
Dott. Geol. Marcello De Donatis



**TEKNE srl**  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA  
IL PRESIDENTE  
Dott. RENATO MANSI

# PD

PROGETTO DEFINITIVO

## STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO- GEOMORFOLOGICO

Tavola: **RE02.2**

Filename:

TKA625-PD-RE02.2-Relazione geologica-R1.pdf

Data 1° emissione:  
**Aprile 2022**

Redatto:  
M. DE DONATIS

Verificato:  
G. PERTOSO

Approvato:  
R. PERTUSO

Scala:

Protocollo Tekne:

n° revisione	1			
	2			
	3			
	4			

TKA625\_2020



## Comune di SAN DONACI (BR)

# PROGETTO DEFINITIVO Impianto agrovoltaico "San Donaci" della potenza di 30 MW in AC e 31,266 MW in DC

COMMITTENTE:



**ELIOS SRL**  
Via Vincenzo Gioberti, 11  
76123 Andria (BT)  
P.I.: 08422270721  
e-mailpec: societaeliosrl@pec.it

PROGETTAZIONE:



**TEKNE srl**  
Via Vincenzo Gioberti, 11 - 76123 ANDRIA  
Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915  
www.gruppotekne.it e-mail: contatti@gruppotekne.it



PROGETTISTA:

Dott. Ing. Renato Pertuso  
(Direttore Tecnico)

LEGALE RAPPRESENTANTE:

dott. Renato Mansi

CONSULENTE:

GEOPROVE srl  
Dott. Geol. Marcello De Donatis



**TEKNE srl**  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA  
IL PRESIDENTE  
Dott. RENATO MANSI

# PD

PROGETTO DEFINITIVO

## INDAGINI SISMICHE STRUMENTALI

Tavola: **RE02.3**

Filename:

TKA625-PD-RE02.3-Relazione geologica sismica-R0.pdf

Data 1° emissione:  
**Aprile 2022**

Redatto:

M. DE DONATIS

Verificato:

G. PERTOSO

Approvato:

R. PERTOSO

Scala:

Protocollo Tekne:

TKA625\_2020

n° revisione

1  
2  
3  
4

---

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Descrizione: realizzazione di un impianto  Località: San Donaci (Br);	
---	--

### 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
Profondità 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 °

Signature 1

Signature 2



---

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

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

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

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

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

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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



---

## 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 immersione  $d = 1$  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° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38° ).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da  $D_r$  %.



- 
- 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)  $s > 15$  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<sub>o</sub>)***

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

### ***Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q<sub>c</sub>)***

- Robertson (1983) - Q<sub>c</sub>

## **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 ... Nr.1

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

Prova eseguita in data 14/02/2021

Profondità prova 6.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (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	3	0.851	24.80	29.15	1.24	1.46				
0.60	2	0.847	16.46	19.44	0.82	0.97				
0.80	45	0.643	281.33	437.30	14.07	21.87				
1.00	23	0.740	152.96	206.77	7.65	10.34				
1.20	33	0.686	203.59	296.67	10.18	14.83				
1.40	32	0.683	196.44	287.68	9.82	14.38				
1.60	33	0.680	201.60	296.67	10.08	14.83				
1.80	29	0.726	189.36	260.71	9.47	13.04				
2.00	36	0.673	202.68	301.08	10.13	15.05				
2.20	32	0.670	179.34	267.63	8.97	13.38				
2.40	33	0.667	184.13	275.99	9.21	13.80				
2.60	34	0.664	188.88	284.35	9.44	14.22				
2.80	29	0.711	172.55	242.54	8.63	12.13				
3.00	38	0.659	195.69	297.10	9.78	14.86				
3.20	33	0.656	169.25	258.01	8.46	12.90				
3.40	34	0.653	173.69	265.83	8.68	13.29				
3.60	36	0.651	183.20	281.47	9.16	14.07				
3.80	32	0.648	162.23	250.19	8.11	12.51				
4.00	33	0.646	156.49	242.23	7.82	12.11				
4.20	35	0.644	165.37	256.91	8.27	12.85				
4.40	34	0.641	160.08	249.57	8.00	12.48				
4.60	43	0.589	185.98	315.63	9.30	15.78				
4.80	44	0.587	189.62	322.97	9.48	16.15				
5.00	45	0.585	182.10	311.27	9.11	15.56				
5.20	39	0.583	157.28	269.77	7.86	13.49				
5.40	47	0.581	188.90	325.11	9.45	16.26				
5.60	32	0.629	139.26	221.35	6.96	11.07				
5.80	35	0.627	151.86	242.10	7.59	12.11				
6.00	48	0.575	180.66	313.93	9.03	15.70				
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	2.33	22.68		0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.5	Terreno vegetale
6	35.81	280.77	Incoerente	0	2.25	2.16	0.61	1.5	53.86	Calcarenite

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1****TERRENI INCOERENT I****Densità relativa**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	Meyerhof 1957	100

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	42.39

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	Bowles (1982) Sabbia Media	344.30

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	138.09

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	Meyerhof et al.	2.25

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16

**Modulo di Poisson**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	(A.G.I.)	0.25



Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	Ohsaki (Sabbie pulite)	2756.16

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	Ohta & Goto (1978) Limi	171.67

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	Navfac 1971-1982	8.76

$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.86	0.60-6.00	53.86	Robertson 1983	107.72

PROVA ... Nr.2

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

Prova eseguita in data

14/02/2021

Profondità prova

3.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (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	3	0.851	24.80	29.15	1.24	1.46
0.60	45	0.647	282.94	437.30	14.15	21.87
0.80	32	0.693	215.61	310.97	10.78	15.55
1.00	33	0.690	204.63	296.67	10.23	14.83
1.20	34	0.686	209.76	305.66	10.49	15.28
1.40	29	0.733	191.06	260.71	9.55	13.04
1.60	46	0.630	260.34	413.53	13.02	20.68
1.80	45	0.626	253.38	404.54	12.67	20.23
2.00	54	0.623	281.44	451.62	14.07	22.58
2.20	55	0.620	285.25	459.98	14.26	23.00
2.40	45	0.617	232.26	376.35	11.61	18.82
2.60	48	0.614	246.58	401.44	12.33	20.07
2.80	51	0.611	260.79	426.53	13.04	21.33
3.00	46	0.609	218.91	359.65	10.95	17.98

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	2.5	24.29		0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.76	Terreno vegetale
3	43.31	377.3	Incoerente	0	2.34	2.18	0.3	1.5	65.14	Calcarenite

---

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

### TERRENI INCOERENTI I

#### Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Calcarenite	65.14	0.40-3.00	65.14	Meyerhof 1957	100

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	65.14	0.40-3.00	65.14	Peck-Hanson- Thornburn-Me- yerhof 1956	45.61

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	65.14	0.40-3.00	65.14	Bowles (1982) Sabbia Media	400.70

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	65.14	0.40-3.00	65.14	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	161.26

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazion e AGI
Strato (2) Calcarenite	65.14	0.40-3.00	65.14	Classificazion e A.G.I	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	65.14	0.40-3.00	65.14	Meyerhof et al.	2.34

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	65.14	0.40-3.00	65.14	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.18

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	65.14	0.40-3.00	65.14	(A.G.I.)	0.22

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	65.14	0.40-3.00	65.14	Ohsaki (Sabbie pulite)	3295.57

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	65.14	0.40-3.00	65.14	Ohta & Goto (1978) Lini	156.1

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (2) Calcarenite	65.14	0.40-3.00	65.14	Navfac 1971-1982	11.20

Prova n° 3

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

Prova eseguita in data

14/02/2021

Profondità prova

3.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (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	3	0.851	24.80	29.15	1.24	1.46
0.60	2	0.847	16.46	19.44	0.82	0.97
0.80	2	0.843	16.39	19.44	0.82	0.97
1.00	45	0.640	258.81	404.54	12.94	20.23
1.20	65	0.636	371.80	584.34	18.59	29.22
1.40	55	0.633	312.92	494.44	15.65	24.72
1.60	49	0.630	277.32	440.50	13.87	22.03
1.80	45	0.626	253.38	404.54	12.67	20.23
2.00	39	0.623	203.26	326.17	10.16	16.31
2.20	56	0.620	290.43	468.35	14.52	23.42
2.40	65	0.617	335.49	543.62	16.77	27.18
2.60	45	0.614	231.17	376.35	11.56	18.82
2.80	55	0.611	281.24	459.98	14.06	23.00
3.00	56	0.609	266.50	437.83	13.32	21.89

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	2.25	21.87		0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.38	Terreno vegetale
3	52.27	449.15	Incoerente	0	2.5	2.21	0.28	1.5	78.61	Calcarene

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

#### TERRENI INCOERENT I

##### Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	Meyerhof 1957	100

##### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	Peck-Hanson- Thornburn-Me- yerhof 1956	49.46

##### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	Bowles (1982) Sabbia Media	468.05

##### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	188.93

##### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione e AGI
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	Classificazion e A.G.I	MOLTO ADDENSATO

##### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	Meyerhof et al.	2.50



Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.21

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	(A.G.I.)	0.19

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	Ohsaki (Sabbie pulite)	3932.44

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	Ohta & Goto (1978) Limi	164.75

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	Navfac 1971-1982	11.93

$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	78.61	0.80-3.00	78.61	Robertson 1983	157.22

PROVA ... Nr.4

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

Prova eseguita in data

14/02/2021

Profondità prova

3.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (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	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	2	0.851	16.54	19.44	0.83	0.97
0.60	38	0.697	257.39	369.28	12.87	18.46
0.80	26	0.743	187.81	252.66	9.39	12.63
1.00	32	0.690	198.43	287.68	9.92	14.38
1.20	35	0.686	215.93	314.65	10.80	15.73
1.40	39	0.633	221.89	350.60	11.09	17.53
1.60	41	0.630	232.04	368.58	11.60	18.43
1.80	27	0.726	176.30	242.73	8.81	12.14
2.00	29	0.723	175.40	242.54	8.77	12.13
2.20	43	0.620	223.01	359.62	11.15	17.98
2.40	44	0.617	227.10	367.99	11.36	18.40
2.60	29	0.714	173.23	242.54	8.66	12.13
2.80	45	0.611	230.11	376.35	11.51	18.82
3.00	37	0.659	190.54	289.28	9.53	14.46

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	1.5	14.58		0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.26	Terreno vegetale
3	35.77	312.65	Incoerente	0	2.25	2.16	0.29	1.5	53.8	Calcarene

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

### TERRENI INCOERENTI I

#### Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	Meyerhof 1957	100

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	Peck-Hanson- Thornburn-Me- yerhof 1956	42.37

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	Bowles (1982) Sabbia Media	344.00

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	137.97

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione e AGI
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	Classificazione e A.G.I	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	Meyerhof et al	2.25

Peso unità di volume saturo					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16

Modulo di Poisson					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	(A.G.I.)	0.25

Modulo di deformazione a taglio dinamico					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	Ohsaki (Sabbie pulite)	2753.27

Velocità onde di taglio					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	Ohta & Goto (1978) Limi	151.02

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{vh} / P_0$					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	Navfac 1971-1982	8.75

$Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	53.8	0.40-3.00	53.8	Robertson 1983	107.60

PROVA ... Nr.5

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

Prova eseguita in data

14/02/2021

Profondità prova

2.60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coefficiente riduzione sovraccarichi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile 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	3	0.851	24.80	29.15	1.24	1.46
0.60	34	0.697	230.29	330.41	11.51	16.52
0.80	43	0.643	268.83	417.87	13.44	20.89
1.00	45	0.640	258.81	404.54	12.94	20.23
1.20	29	0.736	191.95	260.71	9.60	13.04
1.40	36	0.683	221.00	323.63	11.05	16.18
1.60	43	0.630	243.36	386.56	12.17	19.33
1.80	33	0.676	200.64	296.67	10.03	14.83
2.00	29	0.723	175.40	242.54	8.77	12.13
2.20	35	0.670	196.16	292.72	9.81	14.64
2.40	43	0.617	221.94	359.62	11.10	17.98
2.60	31	0.664	172.21	259.26	8.61	12.96

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	2.5	24.29		0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.76	Terreno vegetale
2.6	36.45	324.96	Incoerente	0	2.26	2.16	0.25	1.5	54.82	Calcarenite

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5**

**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Calcarenite	54.82	0.40-2.60	54.82	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	54.82	0.40-2.60	54.82	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	42.66

Modulo di Young					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	54.82	0.40-2.60	54.82	Bowles (1982) Sabbia Media	349.10

Modulo Edometrico					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	54.82	0.40-2.60	54.82	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	140.07

Classificazione AGI					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Calcarenite	54.82	0.40-2.60	54.82	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	54.82	0.40-2.60	54.82	Meyerhof et al.	2.26

Peso unità di volume saturo					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	54.82	0.40-2.60	54.82	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16

Modulo di Poisson					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	54.82	0.40-2.60	54.82	(A.G.I.)	0.24

Modulo di deformazione a taglio dinamico					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	54.82	0.40-2.60	54.82	Ohsaki (Sabbie pulite)	2802.31

Velocità onde di taglio					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	54.82	0.40-2.60	54.82	Ohta & Goto (1978) Limi	147.89

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (2) Calcarenite	54.82	0.40-2.60	54.82	Navfac 1971-1982	8.92



PROVA ... Nr.6

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

Prova eseguita in data

14/02/2021

Profondità prova

3.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (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	3	0.851	24.80	29.15	1.24	1.46
0.60	45	0.647	282.94	437.30	14.15	21.87
0.80	43	0.643	268.83	417.87	13.44	20.89
1.00	46	0.640	264.56	413.53	13.23	20.68
1.20	29	0.736	191.95	260.71	9.60	13.04
1.40	35	0.683	214.86	314.65	10.74	15.73
1.60	32	0.680	195.49	287.68	9.77	14.38
1.80	45	0.626	253.38	404.54	12.67	20.23
2.00	38	0.673	213.94	317.81	10.70	15.89
2.20	39	0.620	202.27	326.17	10.11	16.31
2.40	41	0.617	211.62	342.90	10.58	17.14
2.60	28	0.714	167.26	234.17	8.36	11.71
2.80	35	0.661	193.61	292.72	9.68	14.64
3.00	32	0.659	164.79	250.19	8.24	12.51

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	2.5	24.29		0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.76	Terreno vegetale
3	37.54	330.79	Incoerente	0	2.27	2.16	0.3	1.5	56.46	Calcarene

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6****TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	Meyerhof 1957	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	Peck-Hanson- Thornburn-Me- yerhof 1956	43.13

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	Bowles (1982) Sabbia Media	357.30

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	143.44

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione e AGI
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	Classificazion e A.G.I	MOLTO ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	Meyerhof et al.	2.27

Peso unità di volume saturo					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16

Modulo di Poisson					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	(A.G.I.)	0.24

Modulo di deformazione a taglio dinamico					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	Ohsaki (Sabbie pulite)	2881.04

Velocità onde di taglio					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	Ohta & Goto (1978) Limi	152.28

Coefficiente spinta a Riposo K <sub>0</sub> =SigmaH/P <sub>0</sub>					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K <sub>0</sub>
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	Navfac 1971-1982	9.21

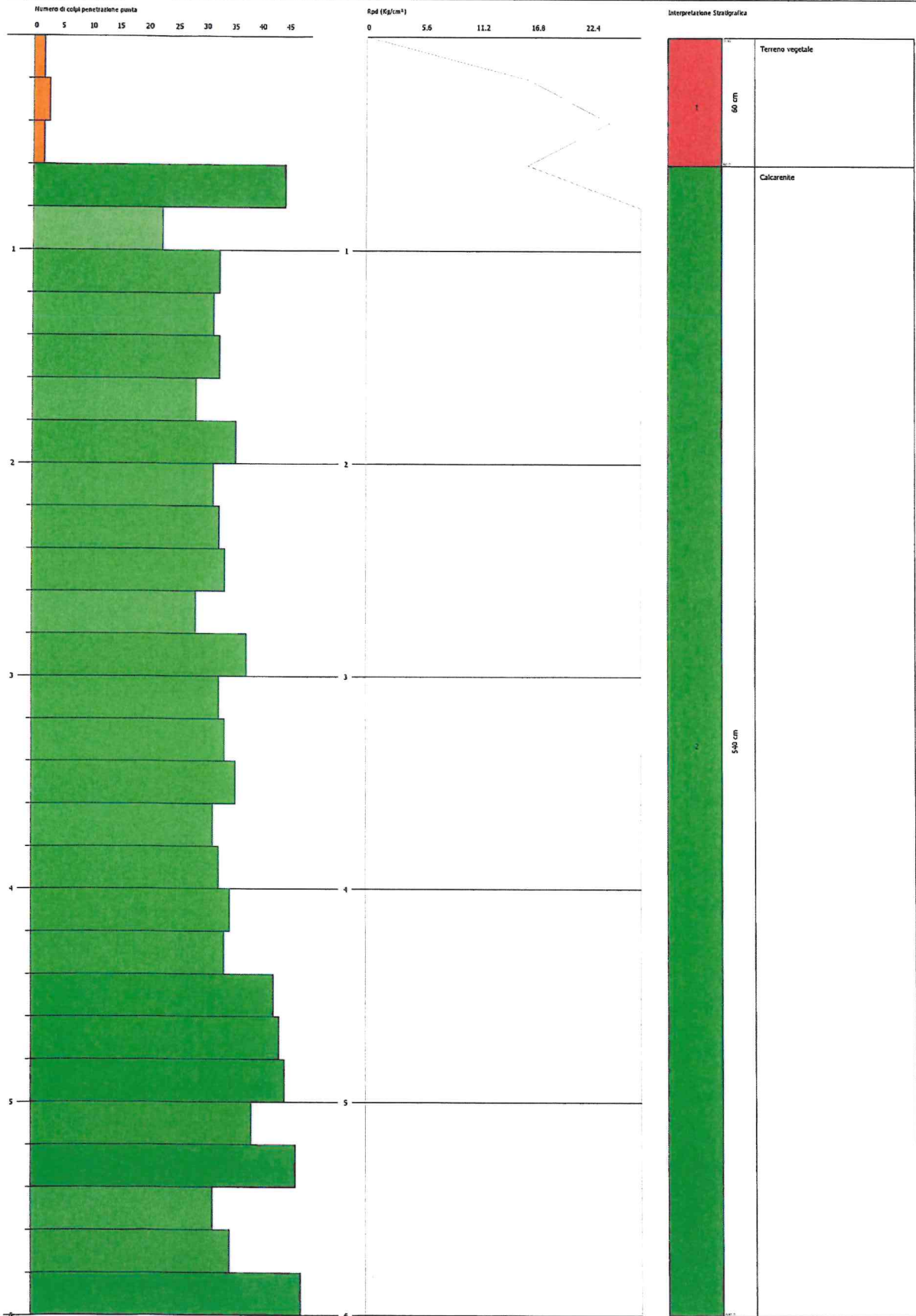
Q <sub>c</sub> ( Resistenza punta Penetrometro Statico)					
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Calcarenite	56.46	0.40-3.00	56.46	Robertson 1983	112.92

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 1  
 Strumento utilizzato... DPH (Dynamic Probing Super Heavy)

Comitente:  
 Descrizione: realizzazione di un impianto  
 Località: San Donaci (Br)

Data: 14/02/2011

Scala 1:20

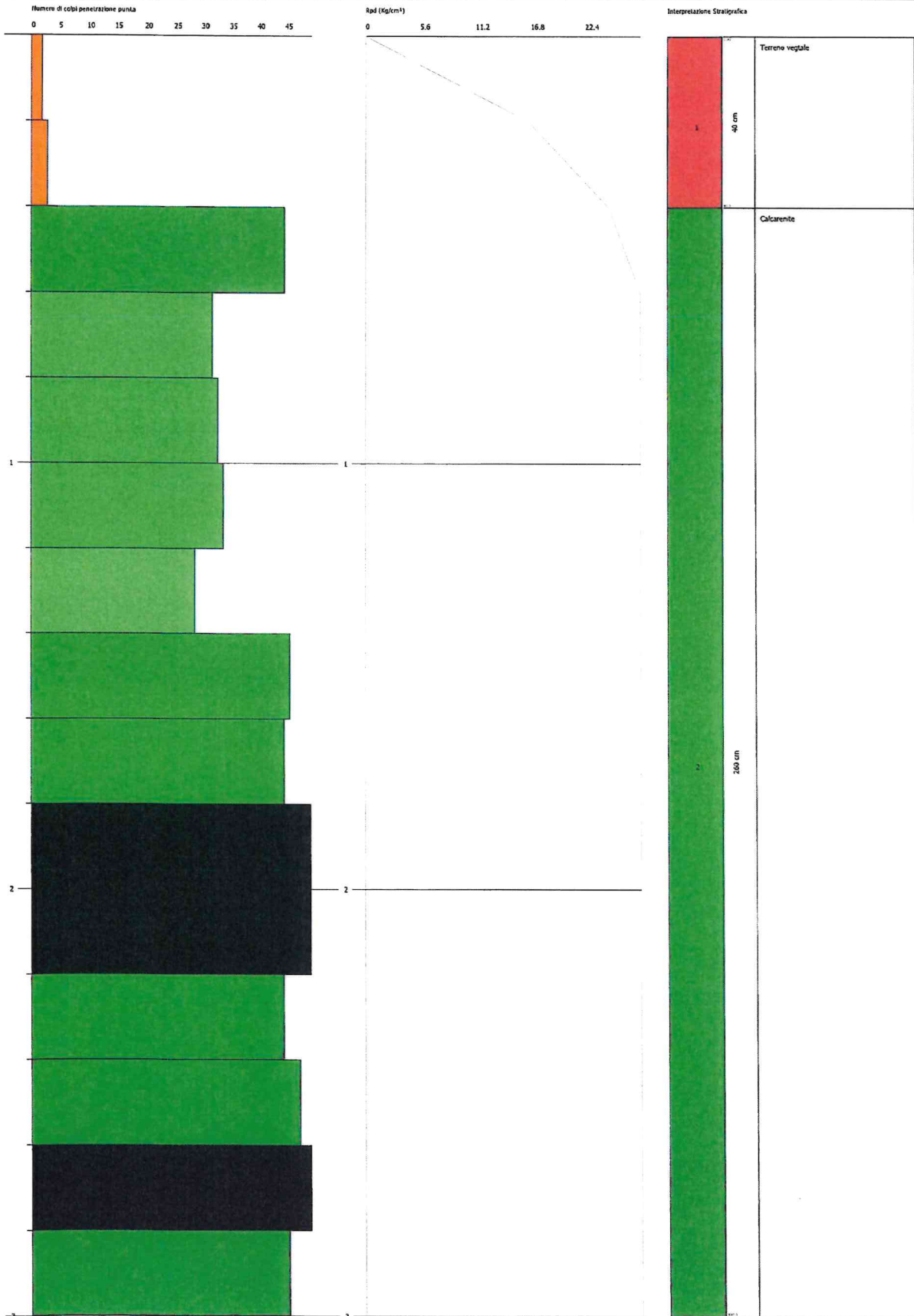


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:  
 Descrizione: realizzazione di un impianto  
 Località: San Donaci (Br)

Data: 14/02/2011

Scala 1:1



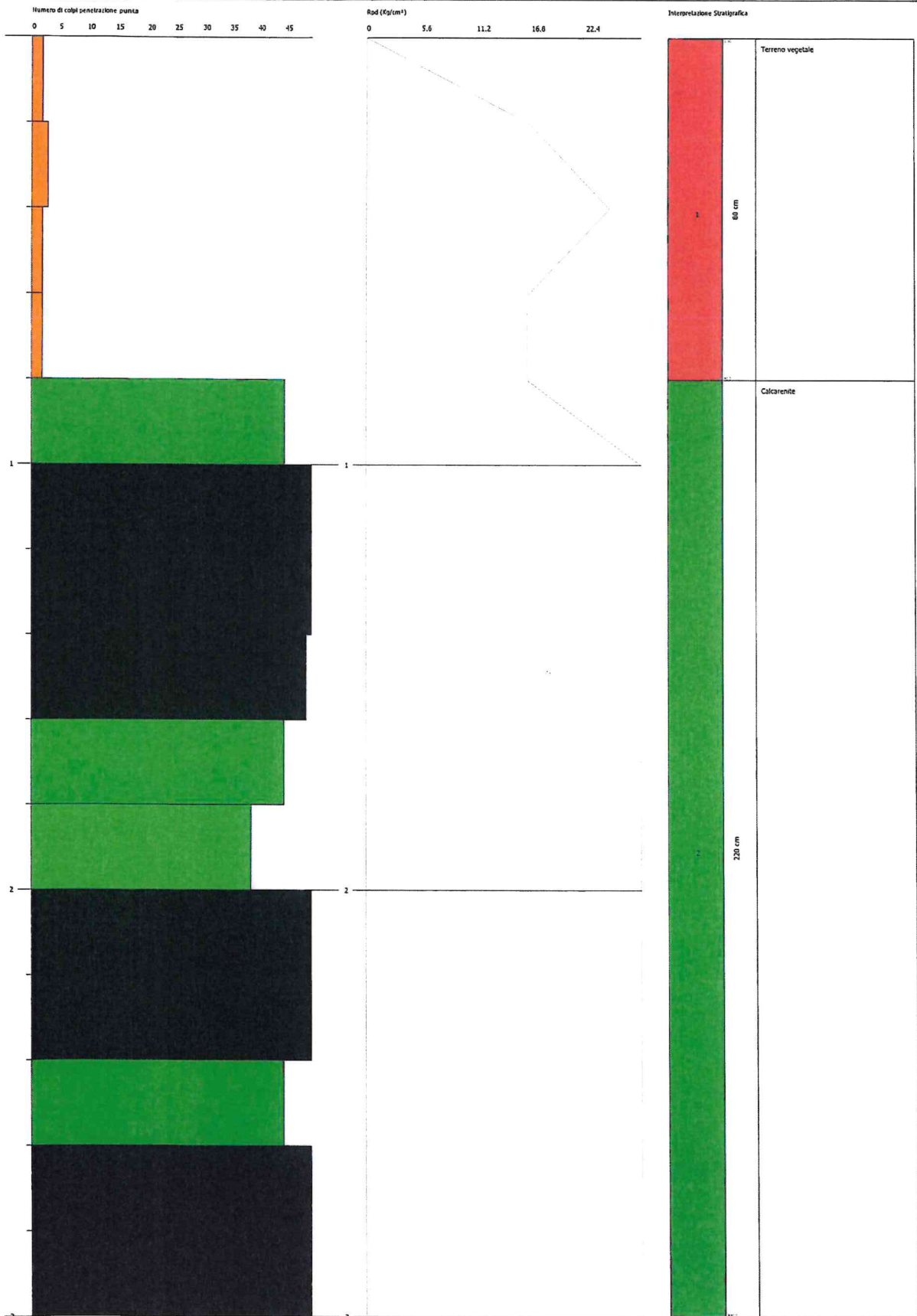


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3  
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:  
Descrizione: realizzazione di un impianto  
Località: San Donaci (Br);

Data: 14/02/2021

Scala: 1:13

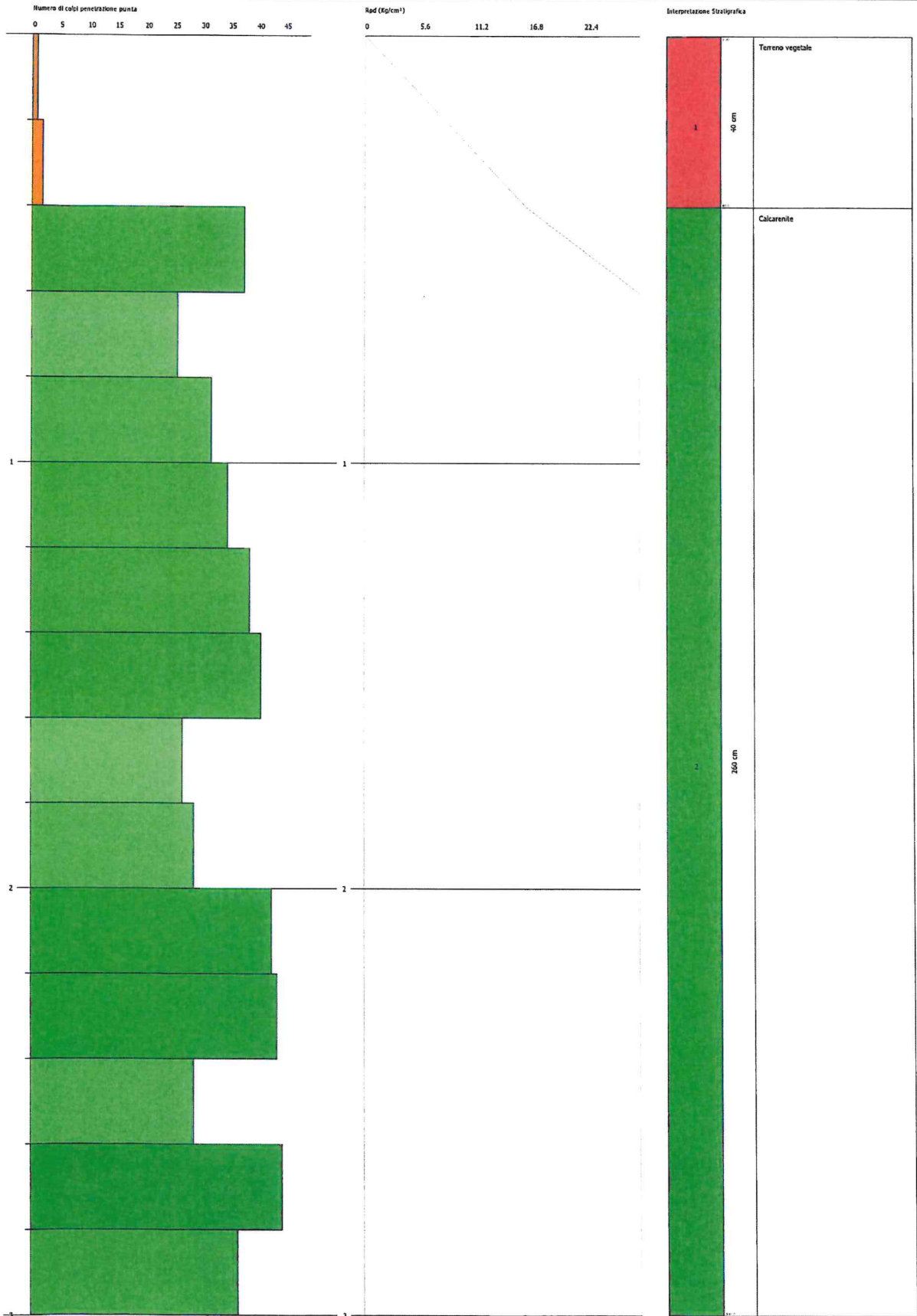


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:  
Descrizione: realizzazione di un impianto  
Località: San Donaci (BT)

Data: 14/02/2021

Scala: 1:13



SIGNATURE 1

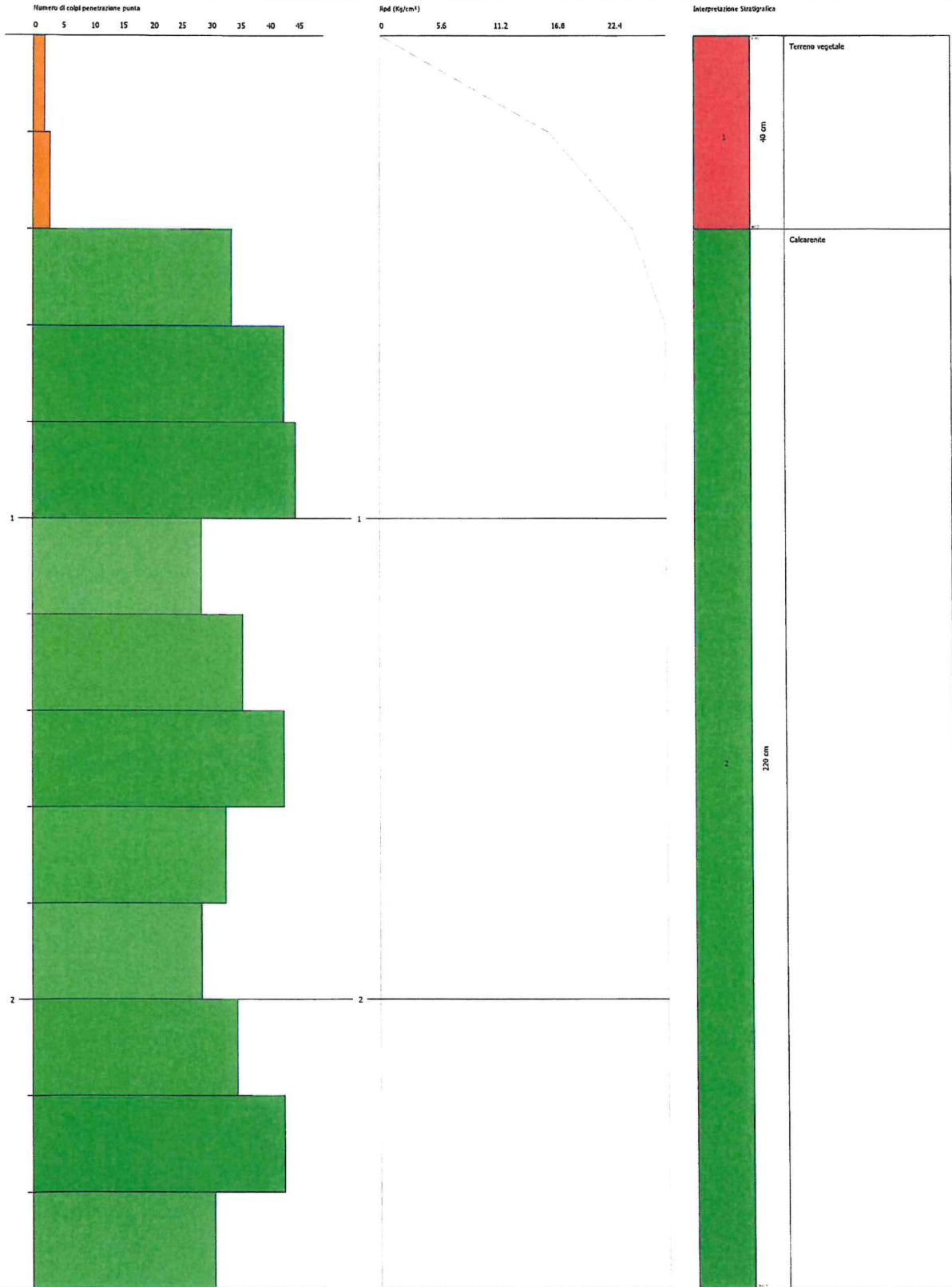
SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5  
Strumento utilizzato... DPH (Dynamic Probing Super Heavy)

Completato:  
Descrizione: realizzazione di un impianto /  
Località: San Demetrio (Br);

Data: 14/02/2011

Scala: 1:12

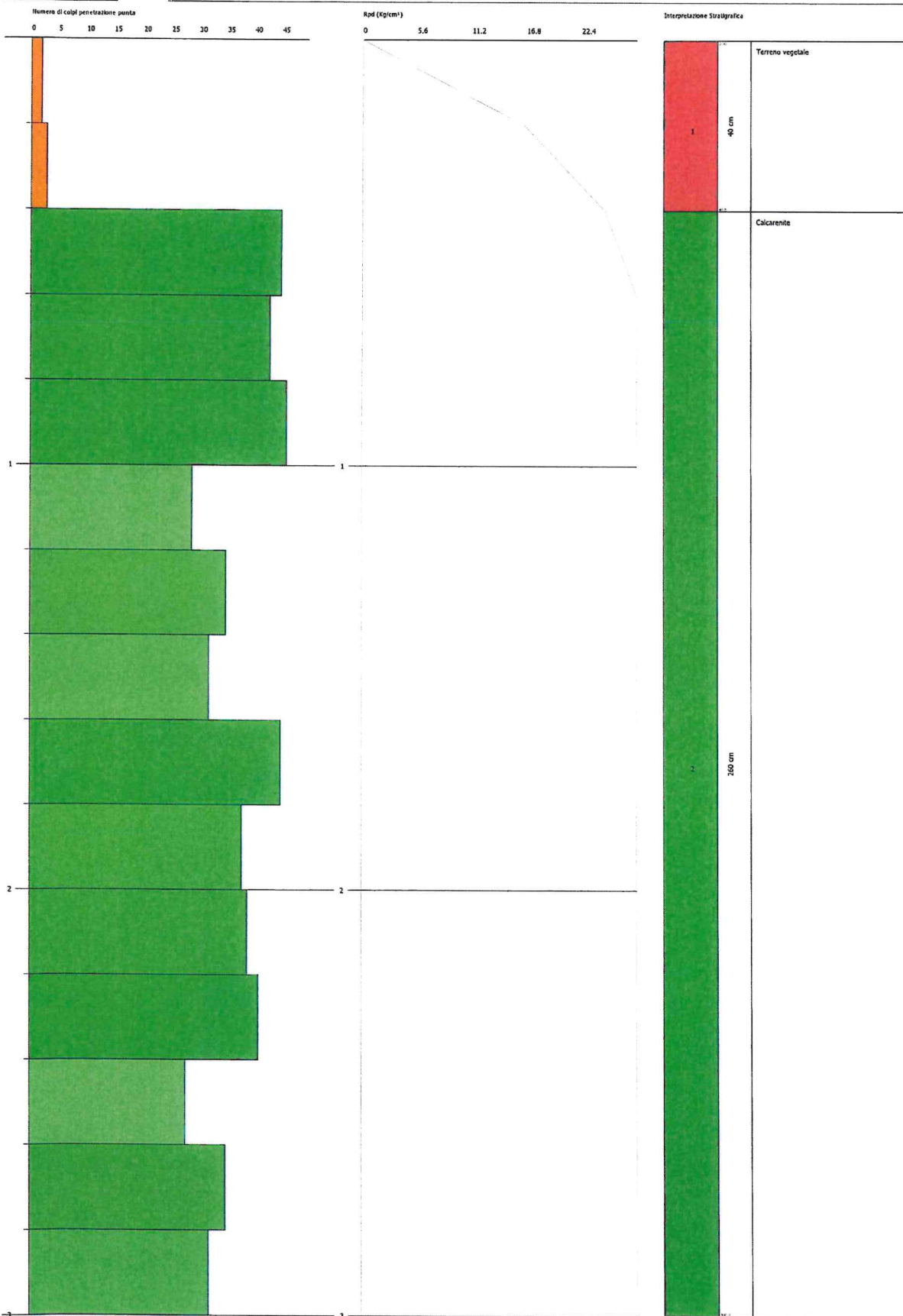


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6  
Strumento utilizzato... DPHS (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:  
Descrizione: realizzazione di un impianto  
Località: San Donaci (Br);

Data: 14/02/2021

Scala: 1:13



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2