



CITTA' DI MESAGNE

Impianto agrovoltaico "Fruttidoro"

della potenza di 20,00 MW in immissione e 23,49 MW in DC

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:



SONNEDIX SANTA CATERINA s.r.l.
Via Ettore de Sonnaz, 19 - 10121 Torino (TO)
P.IVA: 12214320017
Tel. 02 49524310
emailpec: sxcaterina.pec@maildoc.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:

TKA595-PD-RE022-Geologia-R1.pdf

Data 1°emissione:

Febbraio 2022

Redatto:

M. DE DONATIS

Verificato:

G.PERTOSO

Approvato:

R.PERTUSO

Scala:

Protocollo Tekne:

TKA595

n° revisione

1
2
3
4

LABORATORIO MATERIALI DA COSTRUZIONE
LABORATORIO TERRE E ROCCE
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

GEOPROVE
S.R.L.

COMUNI DI MESAGNE E LATIANO

(PROVINCIA DI BRINDISI)

COMMITTENTE:
SONNEDIX SANTA CATERINA SRL

INDAGINI GEOGNOSTICHE E RELAZIONE GEOLOGICA-TECNICA PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO

Ruffano, febbraio 2022

IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terra, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



ISO 14001 2015, n. SA 00014/19
OHSAS 18001 2007, n. SA 00015/19



SOA 05208 II Livello



ASSOCIAZIONE
INGEGNERIA
LABORATORI
GEOFISICA
ALIG



Organismo di Certificazione
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001

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>
<i>Sismica a rifrazione.....</i>	<i>23</i>
Caratterizzazione di Bieniawski.....	27
VERIFICA DEGLI STATI ULTIMI (SLU).....	30
CONCLUSIONI.....	36

PREMESSA

La società Geoprove s.r.l. di Ruffano (Le), per conto della società di SONNEDIX Santa Caterina SRL, ha eseguito uno studio geologico-tecnico di supporto ad un progetto di un impianto agrovoltaiico da realizzare nei territori comunali di Mesagne (a nord di S.S.7, ad est di Via Vicinale Monopoli-Terranova) e Latiano, ad est della S.P. n. 46.

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. 8 prove penetrometriche dinamiche continue;
- esecuzione di n.1 profilo sismico a rifrazione;
- esecuzione di n.2 profili sismici Masw per individuare la categoria sismica del suolo di fondazione.

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 Mesagne (a nord di S.S.7, ad est di Via Vicinale Monopoli-Terranova) e Latiano, ad est della S.P. n. 46.

La quota topografica si attesta tra 63 e 58 nell'area interessata dall'impianto, degradando verso nord. Si trova a 107 metri l'area interessata dalle opere di connessione a nord di Latiano.

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

- Latitudine : 40° 35' 11" N Longitudine : 17° 48' 16" E (impianto)
- Latitudine : 40° 35' 47" N Longitudine : 17° 43' 11" 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 topografica di 107 metri s.l.m., in corrispondenza della sottostazione; degrada verso sud fino ad arrivare a quote di 63-58 metri in agro di Mesagne dove è prevista l'installazione dell'impianto agrovoltico.

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 affiorano nell'area in cui è prevista l'installazione della sottostazione; costituiscono poi 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.

Tale formazione è interessata da una fratturazione sub-verticale, con diaclasi e leptoclasii 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.

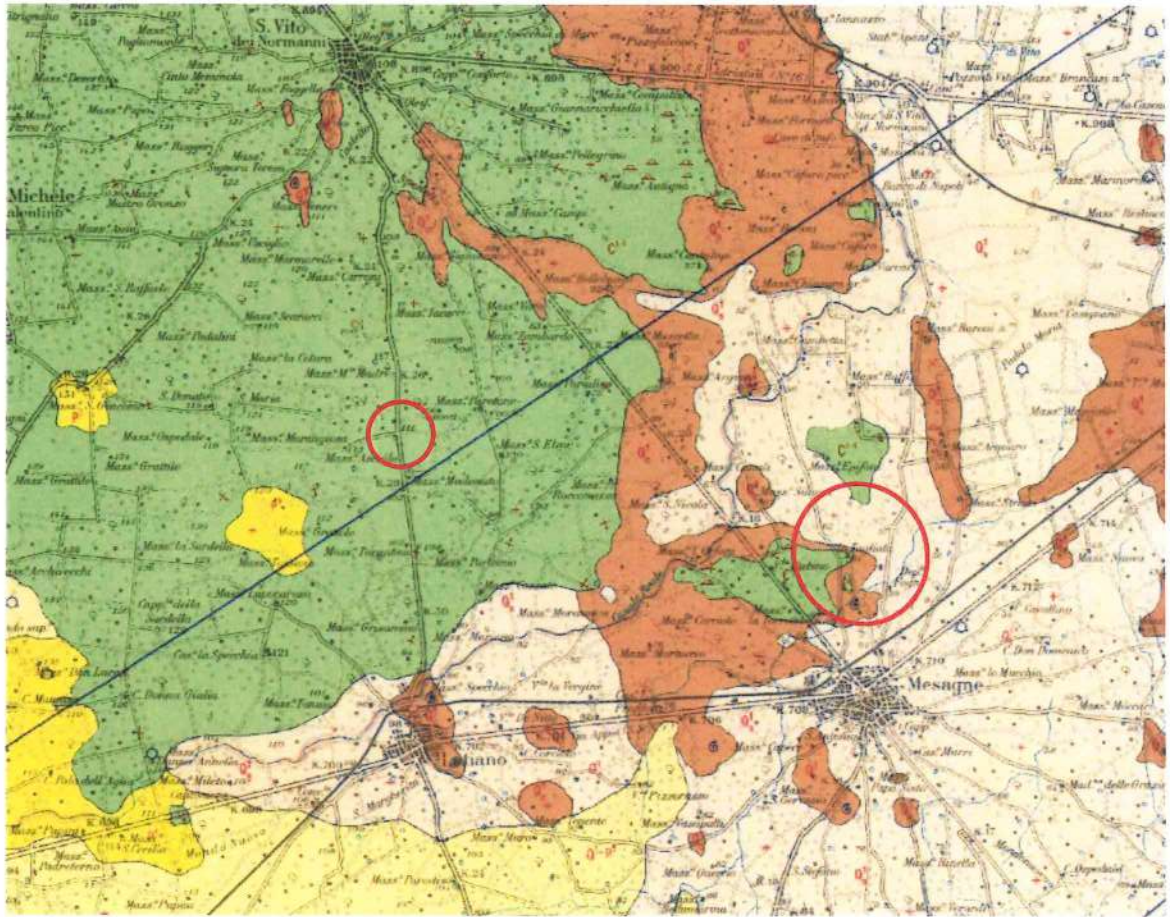
Per quanto riguarda specificatamente l'area rilevata, tale deposito è costituito da sabbie sciolte intercalato a livelli ben cementati; laddove è prevista la realizzazione dell'impianto il terreno di sedime è caratterizzato da un banco arenaceo e ben cementato (livello Q_c^1 nella formazione sabbioso-limosa 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

Formazione
marrone
Formazione
coloratissima



Depositi eluviali principali e di "terra rossa".



Sabbie, sabbie argillose e limi grigi lagunari-palustri recenti.



Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. di spessore, che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurre (q₁); spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (q₂). Nelle sabbie più elevate si notano talora *Cassidulina laevigata* D'ORB. *var. varinata* SILV. *Bulinus marginata* D'ORB. *Ammonia beccarii* (LIN). *Ammonia perulida* (HER. ALL. EARL) (PLEISTOCENE). Nelle sabbie argillose ed argille sottostanti, accanto a *Arctica islandica* (LIN), *Chamaes septentrionalis* MULL. ed altri molluschi, sono frequenti: *Hyalinus balticus* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. *var. varinata* SILV. *Bulinus marginata* D'ORB. *Bolivina cotanensis* SIB. (CALABRIANO). FORMAZIONE DI GALLIOLI.



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

(q₁) Calcareniti e calcari tipo panchina, con ricca fauna non indicativa o *Elphidium crispum* (LIN); *Bulinus marginata* D'ORB. *Cassidulina laevigata* D'ORB. *var. varinata* SILV. *Uvigerina peregrina* CUSI. *Sphaerulina bulboides* D'ORB. *Cibicides bosuani* (D'ORB). *Cibicides floridanus* (CUSH). In trasgressione su (q₁), oppure sulle formazioni cretiche. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

(q₂) Calcari bioclastici ben cementati ricchi di fossili non indicativi: *Elphidium complanatum* (D'ORB); *Eristopus* (LIN); *Dicorbis orbicularis* (TERG); *Ammonia beccarii* (LIN); *Cibicides floridanus* (CUSH). In trasgressione su (q₁) oppure sul Cretico. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

(q₃-p) Sabbie calcaree poco cementate, con intercalati banchi di panchina, sabbie argillose grigio-azzurre. Verso l'alto associazione calabriana: *Hyalinus balticus* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. *var. varinata* SILV. *Bulinus marginata* D'ORB. *Ammonia beccarii* (LIN) (CALABRIANO-PLIOCENE SUP.) In trasgressione sulle formazioni più antiche.

(p) Calcareniti, calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre. Macrofauna a Coralli, Cirripedi, Molluschi, Echinidi, Crostacei tra cui *Caecum sinuatum* MEY. *var. asiatica* MAX. Microfauna ad Ostracodi e foraminiferi: *Bulinus marginata* D'ORB. *Cassidulina laevigata* D'ORB. *var. varinata* SILV. *Dicorbis orbicularis* (TERG); *Cibicides ungerianus* (D'ORB); *C. lobatulus* (WALK. & JAC.); *Globigerinoides ruber* (D'ORB); *C. succulifer* (BRADY); *Orbulina universa* D'ORB. *Hastigerina angulata* (BRADY) (PLIOCENE SUP.-MEDIT.) In trasgressione sulle formazioni più antiche.

Calcari dolomitici e dolomie grigio-nocciola, a fattura irregolare, calcari grigio chiari. Microlititi non molto frequenti: *Thamnetopora* sp., *Proglabroturancina stephani stephani* (GAND.) P. *stephani turbidata* (REICH). *Rotalipora appenninica appenninica* (BENZ.) R. cf. *reicheli* (MORN.). *Nannocolonina* sp. (CENOMANIANO SUP. e forse TURONIANO). DOIOMIE DI GALATIINA con passaggio graduale al CALCARE DI ALTAMURA verso Nord e verso Ovest.

CARATTERI IDROGEOLOGICI

Dal rilievo idrogeologico e dallo studio delle foto aeree si è appurata la presenza di una falda acquifera profonda conosciuta come falda costiera o carsica.

Si tratta di un acquifero sostenuto alla base dalle acque marine di invasione continentale e delimitato al tetto da una superficie irregolare coincidente all'incirca con il livello marino.

Questa falda circola a pelo libero nelle rocce calcareo-dolomitiche fessurate e carsificate del Cretaceo. Quando i livelli praticamente impermeabili, rappresentati dalle Calcareniti marnose giacenti sui calcari mesozoici, si rinvengono in corrispondenza o sotto il livello del mare, tale falda risulta in pressione.

In base ai caratteri litologici delle formazioni, alle loro caratteristiche giaciture e ai rapporti di posizione, la circolazione idrica si esplica attraverso un livello localizzato nei calcari cretacei denominato "acquifero di base" in quanto la falda in esso contenuta è sostenuta dall'acqua marina di invasione continentale.

Il gradiente idraulico, come emerge dai numerosi rilievi effettuati sui pozzi esistenti, è di 7.0-8.0 metri e tende progressivamente a ridursi verso est e nordest con una cadente piezometrica dell'ordine dello 0.015 %, fino ad annullarsi del tutto sulla costa dove dà vita ad una serie di sorgenti sottomarine.

In condizioni di equilibrio lo spessore della falda d'acqua dolce è legato dalla legge di Ghyben-Hensberg con la sottostante acqua salata di intrusione continentale, ponendo:

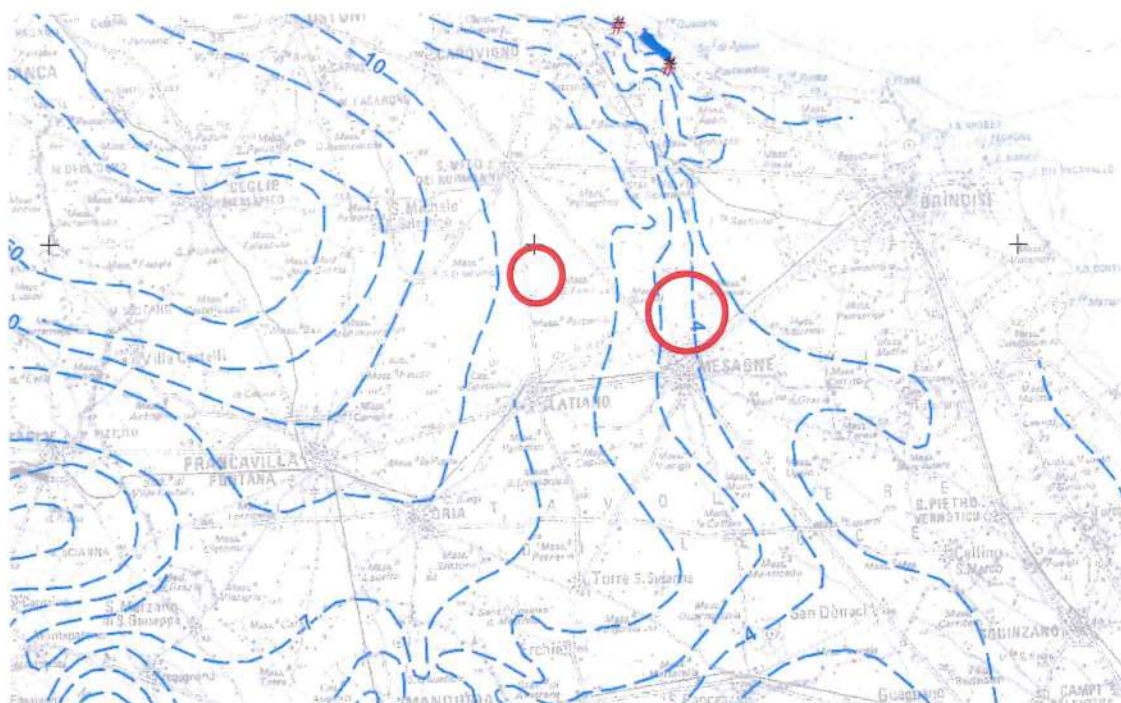
H = spessore della falda

h = gradiente idraulico

abbiamo:

$$H = 37 * h$$

La profondità di rinvenimento della falda è tale che non interagisce con le opere fondali della stazione elettrica e dell'impianto agrovoltaico



Stralcio del Piano di Tutela delle Acque – Regione Puglia
“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. 8 prove penetrometriche dinamiche continue, distribuite in tre aree (due in agro di Mesagne e una in agro di Latiano, che tuttavia incontrando il calcare già a 0.4 m ha portato a rifiuto);
- esecuzione di n.1 profilo sismico a rifrazione.

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 5.0 e 6.0 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 in agro di Mesagne



Esecuzione prova DPSH 1



Esecuzione prova DPSH 2



Esecuzione prova DPSH 3



Esecuzione prova DPSH 4



Esecuzione prova DPSH 5



Esecuzione prova DPSH 6





Ubicazione prova penetrometrica in agro di Latiano

La successione litostratigrafica ricostruita con le prove è la seguente:

Prova penetrometrica n. 1:

- da 0.00 m a 0.80 m Terreno vegetale
- da 0.80 m a 6.00 m Calcareniti

Prova penetrometrica n. 2:

- da 0.00 m a 1.40 m Terreno vegetale
- da 1.40 m a 5.00 m Calcareniti

Prova penetrometrica n. 3:

- da 0.00 m a 1.00 m Terreno vegetale
- da 1.00 m a 5.00 m Calcareniti

Prova penetrometrica n. 4:

- da 0.00 m a 0.60 m Terreno vegetale
- da 0.60 m a 5.00 m Calcareniti

Prova penetrometrica n. 5:

- da 0.00 m a 1.00 m Terreno vegetale
- da 1.00 m a 5.00 m Calcarenite

Prova penetrometrica n. 6:

- da 0.00 m a 0.60 m Terreno vegetale
- da 0.60 m a 4.00 m Calcarenite

Prova penetrometrica n. 7:

- da 0.00 m a 0.60 m Terreno vegetale
- da 0.60 m a 5.00 m Calcarenite

Prova penetrometrica n. 8:

- da 0.00 m a 0.40 m Terreno vegetale
- da 0.40 m a 0.60 m Calcicare.

La presenza di calcare in corrispondenza della sottostazione ha portato a rifiuto e quindi la prova penetrometrica è stata interrotta perché ha dato rifiuto; per la caratterizzazione del terreno fondale è stata pertanto eseguita un'indagine sismica a rifrazione.

La successione litostratigrafica dell'area interessata dall'impianto, in agro di Mesagne, è data da:

- da 0.0 a 0.60-1.40 m terreno vegetale
- da 0.60-1.40 a 6.0 m calcareniti

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

Calcareniti (prove 1-7)

Densità	(%)	100
Angolo di attrito	(°)	38.87
Modulo Edometrico	(kg/cmq)	112.85
Modulo di Young	(kg/cmq)	282.86
Classificazione AGI		addensato
Peso di volume	(gr/cmc)	2.21
Coesione	(kg/cmq)	0.00
Modulo di Poisson		0.27
Modulo di deform. al taglio	(kg/cmq)	2160.59
ko (modulo reazione)		7.08

Sismica a rifrazione

Per la ricostruzione stratigrafica e la determinazione dei parametri geotecnici del terreno fondale si è proceduto con l'esecuzione di un profilo sismici a rifrazione.

La sismica a rifrazione consiste nel provocare delle onde sismiche che si propagano nei terreni, con velocità che dipendono dalle caratteristiche di elasticità degli stessi. In presenza di particolari strutture, possono essere rifratte e ritornare in superficie, dove, tramite appositi sensori (geofoni), posti a distanza nota dalla sorgente lungo la linea retta, si misurano i tempi di arrivo delle onde longitudinali (onde P), al fine di determinare la velocità (V_p) con cui tali onde coprono le distanze tra la sorgente ed i vari ricevitori.

I dati, così ottenuti, si riportano su diagrammi cartesiani aventi in ascissa le distanze e in ordinata i tempi dei primi arrivi dell'onda proveniente dalla sorgente. In questo modo si ottengono delle curve (dromocrone) che, in base ad una metodologia interpretativa basata essenzialmente sulla legge di Snell, ci permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati.

Sono stati eseguiti 4 profili sismici coniugati, adottando una distanza tra i geofoni di 4 metri.

L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una massa battente del peso di 5 kg ed una piastra rettangolare

Le onde così generate sono state registrate con un sismografo a 12 canali della GEOMETRICS mod. GEODE, il quale consente di ottenere le misurazioni dei tempi di arrivo delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo.

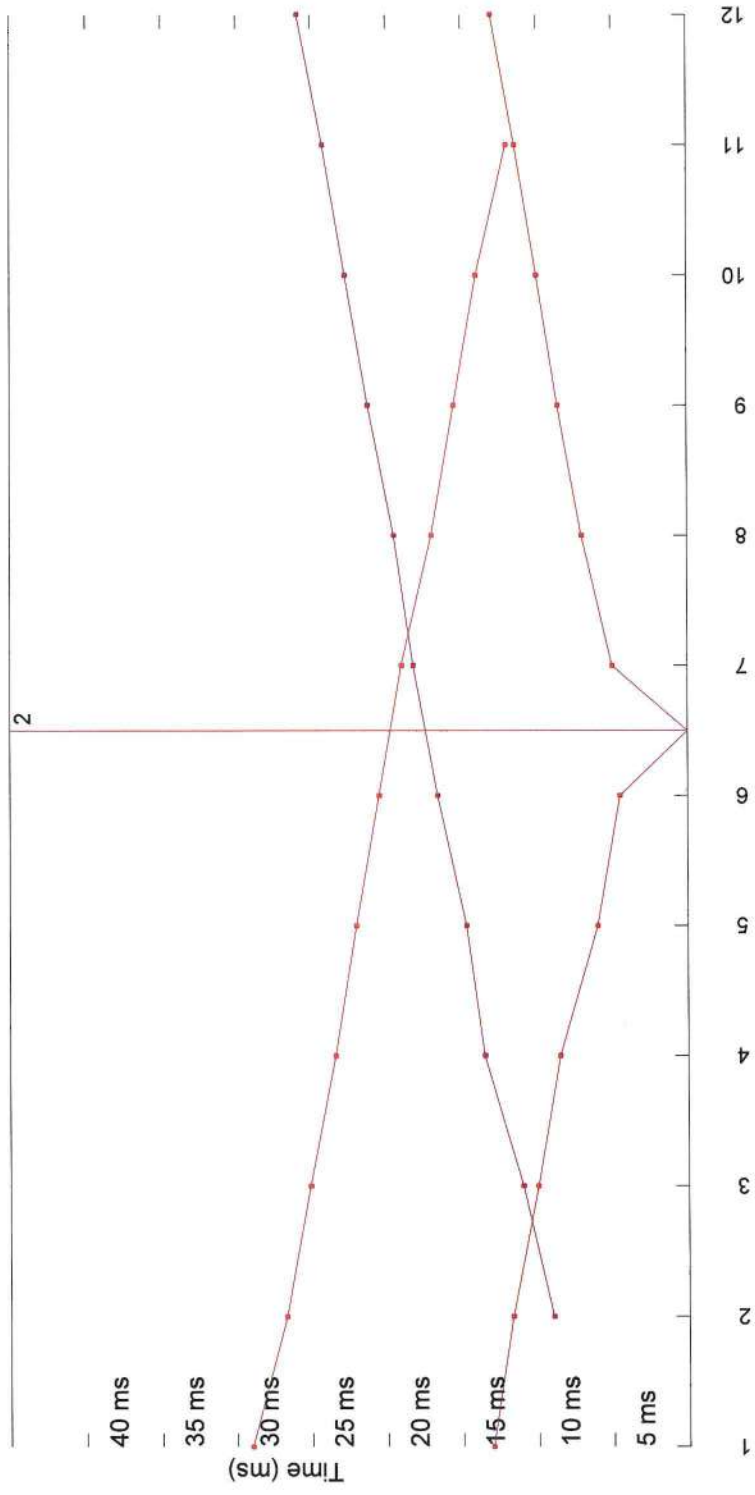
L'interpretazione dei dati di campagna è stata eseguita tramite l'applicazione congiunta e computerizzata del metodo di Palmer e delle intercette.

Il *profilo sismico n.1* ha permesso di ricostruire un modello a due sismostrati. In affioramento si rinviene del terreno vegetale che presenta uno spessore di circa 0.4 metri ed una velocità di 300 m/sec; il secondo sismostrato ha restituito una velocità di 2100 m/sec ed è perciò da ricondurre ad un calcare fratturato.



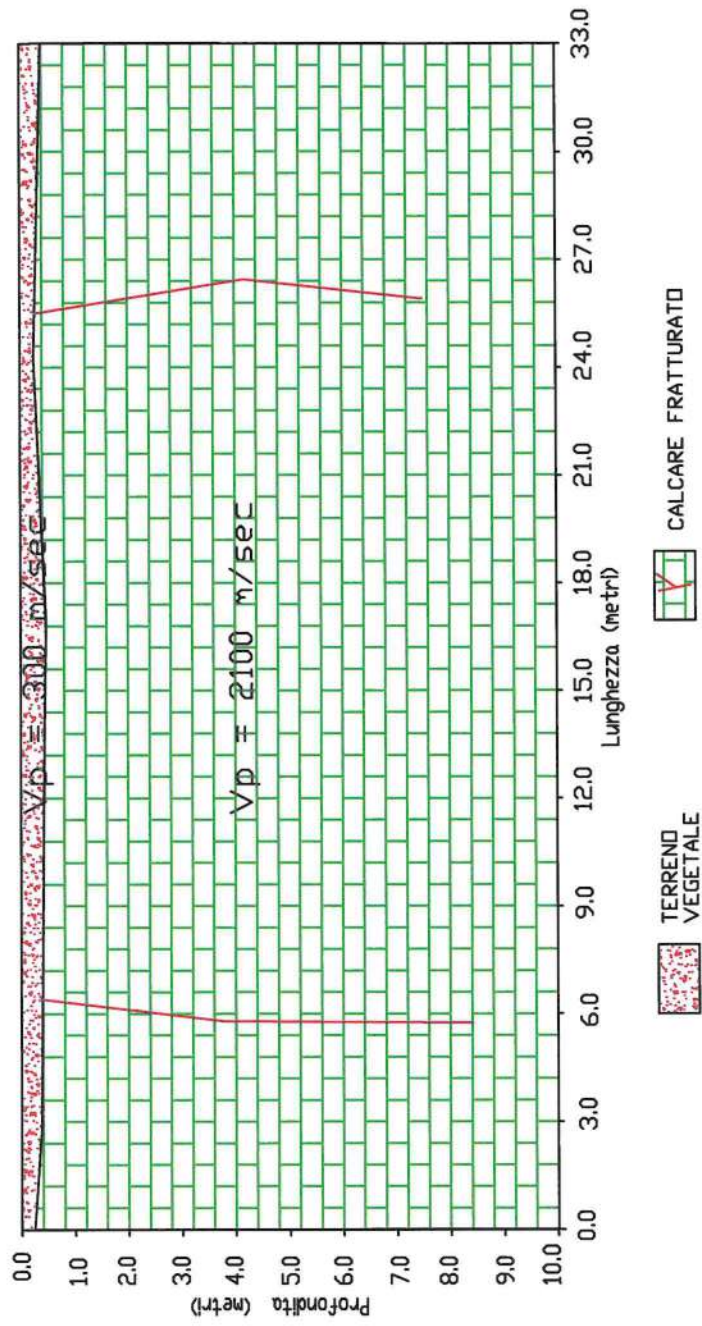
Esecuzione sismica a rifrazione

Profilo 1-1'; Località: sottostazione - Impianto fotovoltaico Mesagne-Latiano



Calculs d'épaisseur

PROFILLO SISMICO A RIFRAZIONE n. 1-1'
LOCALITA': Sottostazione Impianto Fotovoltaico Mesagne-Latiano





Ubicazione indagine sismica in agro di Latiano, c/o sottostazione

Dalla misurazione delle velocità V_p e V_s si è risaliti ai moduli elastici e meccanici del terreno fondale.

Strato	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	R.Q.D. %	E (Kg/cmq)	P	γ (gr/cmc)
1	300	-	-	-	-	-
2	2100	675	47	90.000	0.37	2.25

V_p = vel. longit.; V_s = vel trasv.; R.Q.D. = qualità della roccia; E = modulo di elasticità;

P = modulo di Poisson; γ = peso per unità di volume

Dai moduli elastici dedotti dall'indagine sismica è stata eseguita la caratterizzazione meccanica dell'ammasso roccioso facendo ricorso a modelli che correlano, tramite opportuni coefficienti, le sollecitazioni dinamiche a quelle statiche che si sviluppano dopo la realizzazione del manufatto.

Caratterizzazione di Bieniawski

La caratterizzazione geomeccanica è stata effettuata con i metodi di Bieniawski (o dell'indice di qualità RMR).

Questa classificazione tiene conto di 5 parametri caratteristici:

- Resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta (ottenuta attraverso delle prove di laboratorio eseguite su tre campioni prelevati nel corso della terebrazione del sondaggio geognostico);
- Indice R.Q.D. calcolato dalla stratigrafia ottenuta
- Spaziatura dei giunti;
- Condizione dei giunti (scabrezza, alterazione delle pareti, apertura, materiale del riempimento);
- Condizioni idrauliche (afflusso di acqua, pressione interstiziale).

Ciascun parametro viene valutato in modo quantitativo e a ciascuno di essi è assegnato un indice parziale ricavabile dalla tabella che segue.

- Resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta per una velocità media di 2100 m/sec → corrisponde un indice di 12;
- Indice R.Q.D. = 47 % → corrisponde un indice di 8;
- Spaziatura dei giunti (prevede la determinazione del numero di discontinuità comprese in una lunghezza unitaria di carota) → corrisponde nel caso in esame un indice di 10;
- Condizione dei giunti (scabrezza, alterazione delle pareti, apertura, materiale del riempimento) → corrisponde un indice di 9;

- Condizioni idrauliche (afflusso di acqua, pressione interstiziale) → corrisponde un indice di 5.

PARAMETRI			CAMPO VALORI						
1	RESISTENZA ROCCIA INTATTA	Carico puntuale	>80 kg/cm ²	40-80 kg/cm ²	20-40 kg/cm ²	10-20 kg/cm ²	Non applicabile		
		Compressione uniassiale	>2000kg/cm ²	1000-2000 kg/cm ²	500-1000 kg/cm ²	250-500 kg/cm ²	100-250 kg/cm ²	30-100 kg/cm ²	10-30 kg/cm ²
	INDICE		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
	INDICE		20	17	13	8	3		
3	SPAZIATURA GIUNTI		>3 m	1-3 m	0.3-1 m	50-300 mm	<50 mm		
	INDICE		30	25	20	10	5		
4	CONDIZIONE GIUNTI		Superfici molto scabre non continue. Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura <1mm Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura >1 mm Pareti roccia dura	Superfici lisce o laminate o riempimento <5 mm o apertura 1-5 mm giunti continui	Riempimento tenero spessore >5 mm o giunti aperti >5 mm giunti continui		
	INDICE		25	20	12	6	0		
5	CONDI- ZIONI IDRAU- LICHE	Afflusso per 10 m lunghezza tunnel	Assente		<25 litri/min	25-125 litri/min	>125 litri/min		
		pressione acqua Rapp. nei giunti Soll. nat. in situ	0		0.0-0.2	0.2-0.5	<0.5		
		Condizioni generali	Completamente asciutto		Solo umidità	Acqua in debole pressione	Severi problemi idraulici		
	INDICE		10		7	4	0		

Tabella 1 – Valore dei parametri relativi alla classificazione di BIENIAWSKI

Riepilogando, i valori dei parametri relativi alla classificazione di Bieniawski sono i seguenti:

Resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta	12
Indice R.Q.D.	8
Spaziatura dei giunti	10
Condizione dei giunti	9
Condizioni idrauliche	5
Totale	44

In base al valore dell'indice RMR, l'ammasso viene suddiviso in 5 classi. Per ciascuna classe viene indicata una stima di larga massima dei parametri di resistenza globale. Nel nostro caso, con RMR = 44, l'ammasso roccioso rientra nella classe IV ed è classificato come "scadente".

N = Σni	0-25	25-50	50-70	70-90	90-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITÀ DELL'AMMASSO	molto scadente	scadente	discreta	buona	ottima
c Kg/cm ²	> 1	1-1,5	1,5-2,0	2,0-3,0	> 3,0
φ	< 30°	30°-35°	35°-40°	40°-45°	> 45°
GIUDIZIO SULLE DIFFICOLTÀ DI SCAVO	nessuna difficoltà	può essere cavato facilmente Frammentazione notevole	discrete difficoltà	si cava con difficoltà Frammenti di notevoli dimensioni	notevoli difficoltà di scavo
T L m	10 min 0,5	5 ore 1,5	1 settimana 2	6 mesi 4	10 anni 5

Tabella 2 – Classificazione dell'ammasso roccioso secondo BIENIAWSKI

Come si legge in tabella a questa classe corrisponde un valore di coesione 1.0-1.5 kg/cm² e un angolo di attrito compreso tra 30-35°, potendo considerare orientativamente una coesione di 1.2 kg/cm² ed un angolo di attrito di 33°.

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	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	Favorevole	γ_{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 γ_m della tabella 2:

Tabella 2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo resistenza al taglio	$\tan \phi'k$	$\phi'k$	1.0	1.25
Coazione efficace	$c'k$	$\gamma c'$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	C_{uk}	γc_u	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	$\gamma\gamma$	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 ϕ') devono essere impiegati sia per la determinazione dei fattori di capacità portante, N_c , N_q , N_γ , 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 γ_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 γ_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_γ	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 γ_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 γ_m calcareniti (area impianto)		Coefficiente parziale γ_m calcari (sottostazione)	
	M1	M2	M1	M2
Tan ϕ'	38.87	32.81	33	27.45
Cu	0.0	0.0	1.2	0.96
γ	2.21	2.31	2.25	2.25

Tan ϕ' = tangente dell'angolo di resistenza al taglio (°);
 γ = 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 nei territori comunali di Mesagne (a nord di S.S.7, ad est di Via Vicinale Monopoli-Terranova) e Latiano, ad est della S.P. n. 46.

Dal rilievo di superficie è emerso che:

- l'area interessata dal progetto si presenta pianeggiante: la quota topografica si attesta intorno 107 m s.l.m. nell'area interessata dalla sottostazione; si attesta tra 63 e 58 nell'area interessata dall'impianto. La categoria topografica è la T1.
- Nelle aree in esame affiorano le Sabbie Pleistoceniche; si tratta di un deposito costituito da sabbie sciolte con a luoghi intercalati livelli calcarenitici ben cementati. Tuttavia nell'area interessata dall'impianto le sabbie limose lasciano il posto al membro calcarenitico della formazione (livello Qc1). Laddove è prevista la realizzazione della sottostazione affiorano invece i calcarti che sono mascherati da una debole copertura di terreno vegetale.
- I rilievi di superficie eseguiti hanno portato ad escludere la presenza di falde superficiali ; l'unica presente è quella profonda che non potrà mai interagire con le opere fondali di impianto e sottostazione.

L'indagine geognostica è consistita nell'esecuzione di 2 profili sismici di tipo Masw e di 8 prove penetrometrica dinamiche continue spinte fino ad una profondità di 5.0-6.0 metri. La prova penetrometrica n. 8 eseguita in corrispondenza della sottostazione, è stata interrotta per la presenza della formazione calcarea e integrata con un profilo sismico a rifrazione per la caratterizzazione del terreno fondale.

Le indagini Masw hanno permesso di calcolare il valore delle V_s , e_q e di risalire quindi alla categoria sismica del suolo di fondazione, risultato nell'area interessata dall'impianto di Categoria B, in agro di Latiano di Categoria A.

Le prove penetrometriche e l'indagine sismica 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 agrovoltico, in agro di Mesagne si ha la seguente successione litostratigrafica:

La successione litostratigrafica dell'area interessata dall'impianto, in agro di Mesagne, è data da:

- da 0.0 a 0.60-1.40 m terreno vegetale
- da 0.60-1.40 a 6.0 m calcareniti

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

Calcareniti (prove 1-7)

Densità	(%)	100
Angolo di attrito	(°)	38.87
Modulo Edometrico	(kg/cmq)	112.85
Modulo di Young	(kg/cmq)	282.86
Classificazione AGI		addensato
Peso di volume	(gr/cmc)	2.21
Coesione	(kg/cmq)	0.00
Modulo di Poisson		0.27
Modulo di deform. al taglio	(kg/cmq)	2160.59
ko (modulo reazione)		7.08

Nell'area interessata dalla sottostazione, in agro di Latiano, si ha:

- da 0.0 a 0.40 m terreno vegetale
- da 0.40 a 10.0 m calcare fratturato.

Dalla misurazione delle velocità V_p e V_s si è risaliti ai moduli elastici e meccanici del terreno fondale; esse, insieme alla caratterizzazione geomeccanica effettuata con i metodi di Bieniawski (o dell'indice di qualità RMR) hanno permesso di caratterizzare l'ammasso roccioso e di attribuirgli i seguenti parametri geomeccanici:

Modulo Edometrico	(kg/cmq)	90.000
R.Q.D. (%)		47
Peso di volume	(gr/cmc)	2.25
Coesione	(kg/cmq)	1.2
Modulo di Poisson		0.24
ko (modulo reazione)		13

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 γ_m <i>calcareniti</i> <i>(area impianto)</i>		Coefficiente parziale γ_m <i>calcari</i> <i>(sottostazione)</i>	
	M1	M2	M1	M2
Tan ϕ'	38.87	32.81	33	27.45
Cu	0.0	0.0	1.2	0.96
γ	2.21	2.31	2.25	2.25

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

Ruffano, febbraio 2022

IL GEOLOGO
 dr. Marcello DE DONATIS



ALLEGATO:

ELABORAZIONE PROVE DPSH

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Descrizione: Realizzazione di un impianto Agrovoltaiico Località: Mesagne - Latiano (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 ²
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 °

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 δ) 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 α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- 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 $A=10$ cm² 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 $A=10$ cm² 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 $A=20.27$ cm² 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 $A = 20$ cm², 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.
δ	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 (δ/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:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{v0})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa} \quad (\text{Liao e Whitman 1986})$$

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

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

- Buisman-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 τ 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 $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

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

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

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

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic 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 ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
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	3	0.843	24.59	29.15	1.23	1.46
1.00	24	0.740	159.61	215.76	7.98	10.79
1.20	32	0.686	197.42	287.68	9.87	14.38
1.40	33	0.683	202.58	296.67	10.13	14.83
1.60	19	0.780	133.15	170.81	6.66	8.54
1.80	25	0.726	163.24	224.75	8.16	11.24
2.00	32	0.673	180.16	267.63	9.01	13.38
2.20	33	0.670	184.95	275.99	9.25	13.80
2.40	27	0.717	161.94	225.81	8.10	11.29
2.60	29	0.714	173.23	242.54	8.66	12.13
2.80	31	0.661	171.48	259.26	8.57	12.96
3.00	23	0.709	127.44	179.83	6.37	8.99
3.20	24	0.706	132.48	187.64	6.62	9.38
3.40	32	0.653	163.48	250.19	8.17	12.51
3.60	33	0.651	167.93	258.01	8.40	12.90
3.80	27	0.698	147.43	211.10	7.37	10.55
4.00	28	0.696	143.05	205.53	7.15	10.28
4.20	36	0.644	170.10	264.25	8.50	13.21
4.40	32	0.641	150.67	234.89	7.53	11.74
4.60	33	0.639	154.84	242.23	7.74	12.11
4.80	27	0.687	136.17	198.19	6.81	9.91
5.00	29	0.685	137.41	200.60	6.87	10.03
5.20	31	0.633	135.74	214.43	6.79	10.72
5.40	33	0.631	144.05	228.27	7.20	11.41
5.60	26	0.679	122.14	179.85	6.11	8.99
5.80	24	0.677	112.44	166.01	5.62	8.30
6.00	25	0.675	110.44	163.50	5.52	8.18

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	2.5	24.29		0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.76	Terreno vegetale
6	28.77	225.05	Incoerente	0	2.21	2.12	0.57	1.5	43.27	Calcarenite

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	39.36

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	Bowles (1982) Sabbia Media	291.35

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	116.34

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	Meyerhof et al.	2.21

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.12

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	(A.G.I.)	0.27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	Ohsaki (Sabbie pulite)	2243.52

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	Ohta & Goto (1978) Limi	166.25

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

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	Navfac 1971-1982	7.29

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm²)
Strato (2) Calcarenite	43.27	0.80-6.00	43.27	Robertson 1983	86.54

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 14/02/2021
 Profondità prova 5.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
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	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	3	0.836	22.55	26.97	1.13	1.35
1.40	3	0.833	22.46	26.97	1.12	1.35
1.60	18	0.780	126.15	161.82	6.31	8.09
1.80	19	0.776	132.60	170.81	6.63	8.54
2.00	21	0.723	127.01	175.63	6.35	8.78
2.20	22	0.720	132.50	183.99	6.62	9.20
2.40	24	0.717	143.95	200.72	7.20	10.04
2.60	32	0.664	177.77	267.63	8.89	13.38
2.80	22	0.711	130.90	183.99	6.54	9.20
3.00	26	0.709	144.06	203.28	7.20	10.16
3.20	29	0.706	160.08	226.74	8.00	11.34
3.40	32	0.653	163.48	250.19	8.17	12.51
3.60	33	0.651	167.93	258.01	8.40	12.90
3.80	19	0.748	111.18	148.55	5.56	7.43
4.00	24	0.696	122.62	176.17	6.13	8.81
4.20	32	0.644	151.20	234.89	7.56	11.74
4.40	33	0.641	155.37	242.23	7.77	12.11
4.60	24	0.689	121.42	176.17	6.07	8.81
4.80	23	0.687	116.00	168.83	5.80	8.44
5.00	21	0.685	99.51	145.26	4.98	7.26

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.4	2.86	26.73		0	0.0	0.0	0.0	1.5	4.3	Terreno vegetale
5	25.22	198.61	Incoerente	0	2.19	2.09	0.39	1.5	37.93	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	37.93	1.40-5.00	37.93	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	37.93	1.40-5.00	37.93	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	37.84

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	37.93	1.40-5.00	37.93	Bowles (1982) Sabbia Media	264.65

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	37.93	1.40-5.00	37.93	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	105.37

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Calcarenite	37.93	1.40-5.00	37.93	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) Calcarenite	37.93	1.40-5.00	37.93	Meyerhof et al.	2.19

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) Calcarenite	37.93	1.40-5.00	37.93	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.09

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	37.93	1.40-5.00	37.93	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	37.93	1.40-5.00	37.93	Ohsaki (Sabbie pulite)	1982.24

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	37.93	1.40-5.00	37.93	Ohta & Goto (1978) Limi	160.61

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{H0}/P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) Calcarenite	37.93	1.40-5.00	37.93	Navfac 1971-1982	6.64

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	37.93	1.40-5.00	37.93	Robertson 1983	75.86

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 14/02/2021
 Profondità prova 5.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
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	3	0.847	24.69	29.15	1.23	1.46
0.80	2	0.843	16.39	19.44	0.82	0.97
1.00	2	0.840	15.10	17.98	0.75	0.90
1.20	19	0.786	134.30	170.81	6.71	8.54
1.40	24	0.733	158.12	215.76	7.91	10.79
1.60	32	0.680	195.49	287.68	9.77	14.38
1.80	22	0.726	143.65	197.78	7.18	9.89
2.00	23	0.723	139.11	192.36	6.96	9.62
2.20	19	0.770	122.38	158.90	6.12	7.95
2.40	24	0.717	143.95	200.72	7.20	10.04
2.60	32	0.664	177.77	267.63	8.89	13.38
2.80	33	0.661	182.55	275.99	9.13	13.80
3.00	27	0.709	149.60	211.10	7.48	10.55
3.20	29	0.706	160.08	226.74	8.00	11.34
3.40	31	0.653	158.37	242.37	7.92	12.12
3.60	25	0.701	136.99	195.46	6.85	9.77
3.80	26	0.698	141.97	203.28	7.10	10.16
4.00	32	0.646	151.74	234.89	7.59	11.74
4.20	33	0.644	155.92	242.23	7.80	12.11
4.40	28	0.691	142.11	205.53	7.11	10.28
4.60	29	0.689	146.72	212.87	7.34	10.64
4.80	32	0.637	149.65	234.89	7.48	11.74
5.00	35	0.635	153.74	242.10	7.69	12.11

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizio ne
1	2	19.14		0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.01	Terreno vegetale
5	27.75	220.95	Incoerente	0	2.21	2.11	0.44	1.5	41.74	Calcarenite

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.93

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	Bowles (1982) Sabbia Media	283.70

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	113.20

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	Meyerhof et al.	2.21

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.11

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	(A.G.I.)	0.27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	Ohsaki (Sabbie pulite)	2168.87

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	Ohta & Goto (1978) Limi	161.27

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

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	Navfac 1971-1982	7.11

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	41.74	1.00-5.00	41.74	Robertson 1983	83.48

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 14/02/2021
 Profondità prova 5.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
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	3	0.847	24.69	29.15	1.23	1.46
0.80	19	0.793	146.48	184.64	7.32	9.23
1.00	24	0.740	159.61	215.76	7.98	10.79
1.20	32	0.686	197.42	287.68	9.87	14.38
1.40	33	0.683	202.58	296.67	10.13	14.83
1.60	28	0.730	183.64	251.72	9.18	12.59
1.80	29	0.726	189.36	260.71	9.47	13.04
2.00	31	0.673	174.53	259.26	8.73	12.96
2.20	25	0.720	150.57	209.08	7.53	10.45
2.40	27	0.717	161.94	225.81	8.10	11.29
2.60	32	0.664	177.77	267.63	8.89	13.38
2.80	33	0.661	182.55	275.99	9.13	13.80
3.00	27	0.709	149.60	211.10	7.48	10.55
3.20	29	0.706	160.08	226.74	8.00	11.34
3.40	34	0.653	173.69	265.83	8.68	13.29
3.60	25	0.701	136.99	195.46	6.85	9.77
3.80	23	0.698	125.59	179.83	6.28	8.99
4.00	32	0.646	151.74	234.89	7.59	11.74
4.20	33	0.644	155.92	242.23	7.80	12.11
4.40	27	0.691	137.03	198.19	6.85	9.91
4.60	29	0.689	146.72	212.87	7.34	10.64
4.80	35	0.637	163.68	256.91	8.18	12.85
5.00	32	0.635	140.56	221.35	7.03	11.07

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	2	19.44		0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.01	Terreno vegetale
5	29.05	235.47	Incoerente	0	2.22	2.13	0.49	1.5	43.69	Calcarenite

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	39.48

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	Bowles (1982) Sabbia Media	293.45

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	117.21

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	Meyerhof et al.	2.22

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.13

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	(A.G.I.)	0.27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	Ohsaki (Sabbie pulite)	2263.98

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	Ohta & Goto (1978) Limi	160.4

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{vh} / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	Navfac 1971-1982	7.35

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	43.69	0.60-5.00	43.69	Robertson 1983	87.38

PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 14/02/2021
 Profondità prova 5.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
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	3	0.847	24.69	29.15	1.23	1.46
0.80	2	0.843	16.39	19.44	0.82	0.97
1.00	4	0.840	30.20	35.96	1.51	1.80
1.20	21	0.736	139.00	188.79	6.95	9.44
1.40	22	0.733	144.94	197.78	7.25	9.89
1.60	17	0.780	119.14	152.83	5.96	7.64
1.80	19	0.776	132.60	170.81	6.63	8.54
2.00	24	0.723	145.16	200.72	7.26	10.04
2.20	32	0.670	179.34	267.63	8.97	13.38
2.40	24	0.717	143.95	200.72	7.20	10.04
2.60	26	0.714	155.31	217.45	7.77	10.87
2.80	29	0.711	172.55	242.54	8.63	12.13
3.00	32	0.659	164.79	250.19	8.24	12.51
3.20	33	0.656	169.25	258.01	8.46	12.90
3.40	26	0.703	142.99	203.28	7.15	10.16
3.60	29	0.701	158.91	226.74	7.95	11.34
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	27	0.694	137.48	198.19	6.87	9.91
4.40	29	0.691	147.18	212.87	7.36	10.64
4.60	31	0.639	145.46	227.55	7.27	11.38
4.80	25	0.687	126.09	183.51	6.30	9.18
5.00	34	0.635	149.35	235.18	7.47	11.76

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	2.4	22.74		0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.61	Terreno vegetale
5	27.25	216.36	Incoerente	0	2.21	2.11	0.44	1.5	40.98	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	40.98	1.00-5.00	40.98	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) calcarenite	40.98	1.00-5.00	40.98	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.71

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) calcarenite	40.98	1.00-5.00	40.98	Bowles (1982) Sabbia Media	279.90

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) calcarenite	40.98	1.00-5.00	40.98	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	111.64

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) calcarenite	40.98	1.00-5.00	40.98	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) calcarenite	40.98	1.00-5.00	40.98	Meyerhof et al.	2.21

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) calcarenite	40.98	1.00-5.00	40.98	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.11

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) calcarenite	40.98	1.00-5.00	40.98	(A.G.I.)	0.27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) calcarenite	40.98	1.00-5.00	40.98	Ohsaki (Sabbie pulite)	2131.72

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) calcarenite	40.98	1.00-5.00	40.98	Ohta & Goto (1978) Limi	160.76

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

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) calcarenite	40.98	1.00-5.00	40.98	Navfac 1971-1982	7.01

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (2) calcarenite	40.98	1.00-5.00	40.98	Robertson 1983	81.96

PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 14/02/2021
 Profondità prova 4.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	16.61	19.44	0.83	0.97
0.40	1	0.851	8.27	9.72	0.41	0.49
0.60	2	0.847	16.46	19.44	0.82	0.97
0.80	19	0.793	146.48	184.64	7.32	9.23
1.00	24	0.740	159.61	215.76	7.98	10.79
1.20	32	0.686	197.42	287.68	9.87	14.38
1.40	33	0.683	202.58	296.67	10.13	14.83
1.60	29	0.730	190.20	260.71	9.51	13.04
1.80	24	0.726	156.71	215.76	7.84	10.79
2.00	32	0.673	180.16	267.63	9.01	13.38
2.20	33	0.670	184.95	275.99	9.25	13.80
2.40	26	0.717	155.94	217.45	7.80	10.87
2.60	27	0.714	161.28	225.81	8.06	11.29
2.80	21	0.711	124.95	175.63	6.25	8.78
3.00	22	0.709	121.90	172.01	6.09	8.60
3.20	24	0.706	132.48	187.64	6.62	9.38
3.40	27	0.703	148.49	211.10	7.42	10.55
3.60	32	0.651	162.84	250.19	8.14	12.51
3.80	33	0.648	167.30	258.01	8.36	12.90
4.00	31	0.646	147.00	227.55	7.35	11.38

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	1.67	16.2		0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.51	Terreno vegetale
4	27.59	231.19	Incoerente	0	2.21	2.11	0.38	1.5	41.5	Calcarenite

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.86

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	Bowles (1982) Sabbia Media	282.50

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	112.71

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	Meyerhof et al.	2.21

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.11

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	(A.G.I.)	0.27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	Ohsaki (Sabbie pulite)	2157.14

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	Ohta & Goto (1978) Limi	153.06

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

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	Navfac 1971-1982	7.08

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	41.5	0.60-4.00	41.5	Robertson 1983	83.00

PROVA ... Nr.7

Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 14/02/2021
Profondità prova 5.00 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
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	3	0.847	24.69	29.15	1.23	1.46
0.80	19	0.793	146.48	184.64	7.32	9.23
1.00	24	0.740	159.61	215.76	7.98	10.79
1.20	32	0.686	197.42	287.68	9.87	14.38
1.40	33	0.683	202.58	296.67	10.13	14.83
1.60	28	0.730	183.64	251.72	9.18	12.59
1.80	29	0.726	189.36	260.71	9.47	13.04
2.00	31	0.673	174.53	259.26	8.73	12.96
2.20	24	0.720	144.54	200.72	7.23	10.04
2.40	23	0.717	137.95	192.36	6.90	9.62
2.60	32	0.664	177.77	267.63	8.89	13.38
2.80	26	0.711	154.70	217.45	7.73	10.87
3.00	19	0.759	112.70	148.55	5.64	7.43
3.20	24	0.706	132.48	187.64	6.62	9.38
3.40	32	0.653	163.48	250.19	8.17	12.51
3.60	33	0.651	167.93	258.01	8.40	12.90
3.80	25	0.698	136.51	195.46	6.83	9.77
4.00	27	0.696	137.94	198.19	6.90	9.91
4.20	32	0.644	151.20	234.89	7.56	11.74
4.40	33	0.641	155.37	242.23	7.77	12.11
4.60	29	0.689	146.72	212.87	7.34	10.64
4.80	31	0.637	144.97	227.55	7.25	11.38
5.00	27	0.685	127.94	186.76	6.40	9.34

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	2	19.44		0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.01	Terreno vegetale
5	27.86	226.22	Incoerente	0	2.21	2.12	0.49	1.5	41.9	Calcarenite

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Calcarenite	41.9	0.60-5.00	41.9	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Calcarenite	41.9	0.60-5.00	41.9	Peck-Hanson- Thornburn-Me- yerhof 1956	38.97

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	41.9	0.60-5.00	41.9	Bowles (1982) Sabbia Media	284.50

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Calcarenite	41.9	0.60-5.00	41.9	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	113.53

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione e AGI
Strato (2) Calcarenite	41.9	0.60-5.00	41.9	Classificazione e A.G.I.	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) Calcarenite	41.9	0.60-5.00	41.9	Meyerhof et al.	2.21

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) Calcarenite	41.9	0.60-5.00	41.9	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.12

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Calcarenite	41.9	0.60-5.00	41.9	(A.G.I.)	0.27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) Calcarenite	41.9	0.60-5.00	41.9	Ohsaki (Sabbie pulite)	2176.68

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Calcarenite	41.9	0.60-5.00	41.9	Ohta & Goto (1978) Limi	159.24

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

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) Calcarenite	41.9	0.60-5.00	41.9	Navfac 1971-1982	7.12

PROVA ... Nr.8

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

Prova eseguita in data

14/02/2021

Profondità prova

.60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
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	120	0.647	754.50	1166.14	37.72	58.31

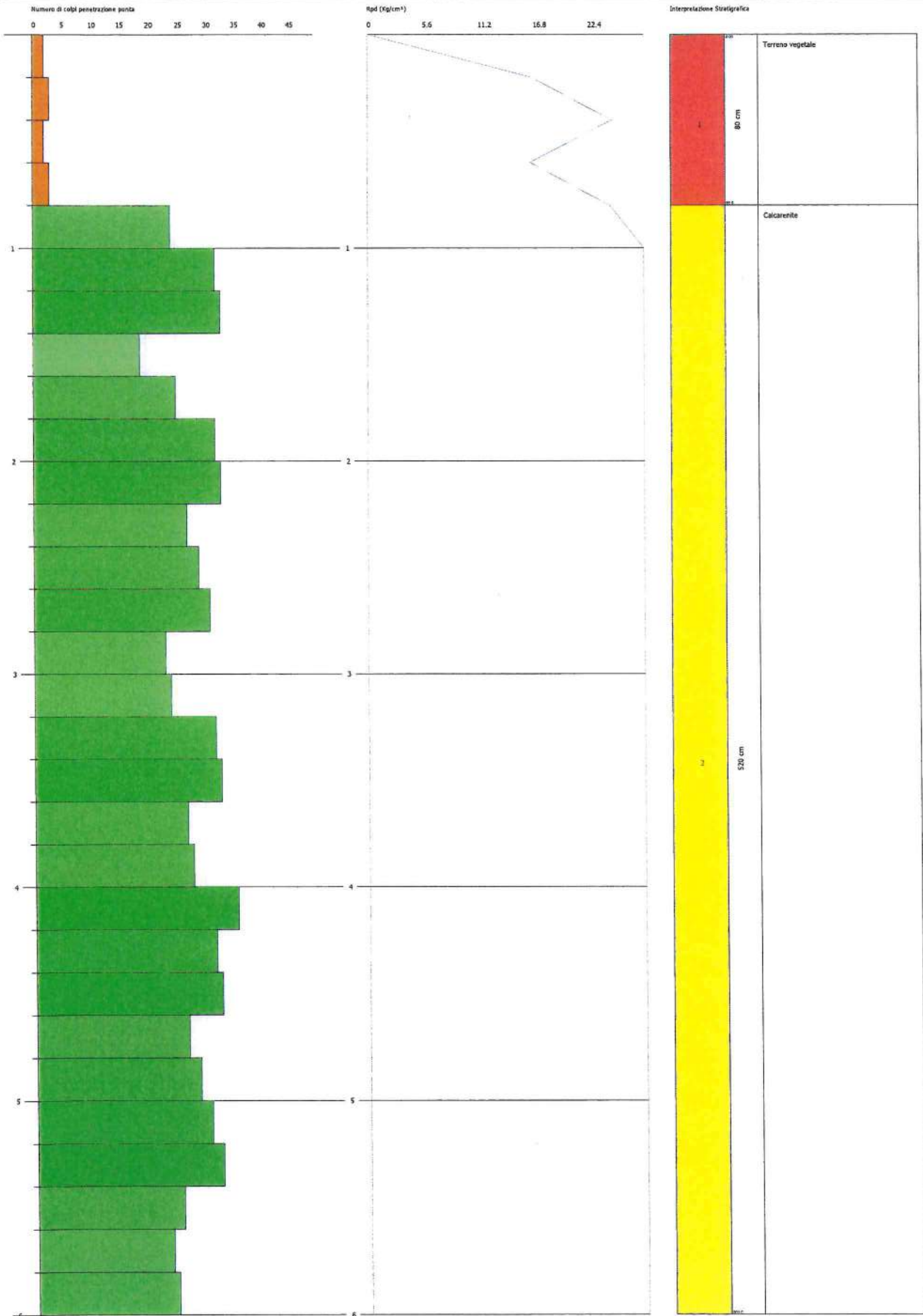
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	2.5	24.29		0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.76	Terreno vegetale
0.6	120	1166.14	Incoerente	0	2.5	2.43	0.03	1.5	180.48	calcare

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

Committente:
 Descrizione: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
 Località: Mesagne-Latiano (Br)

Data: 14/02/2011

Scala 1:25

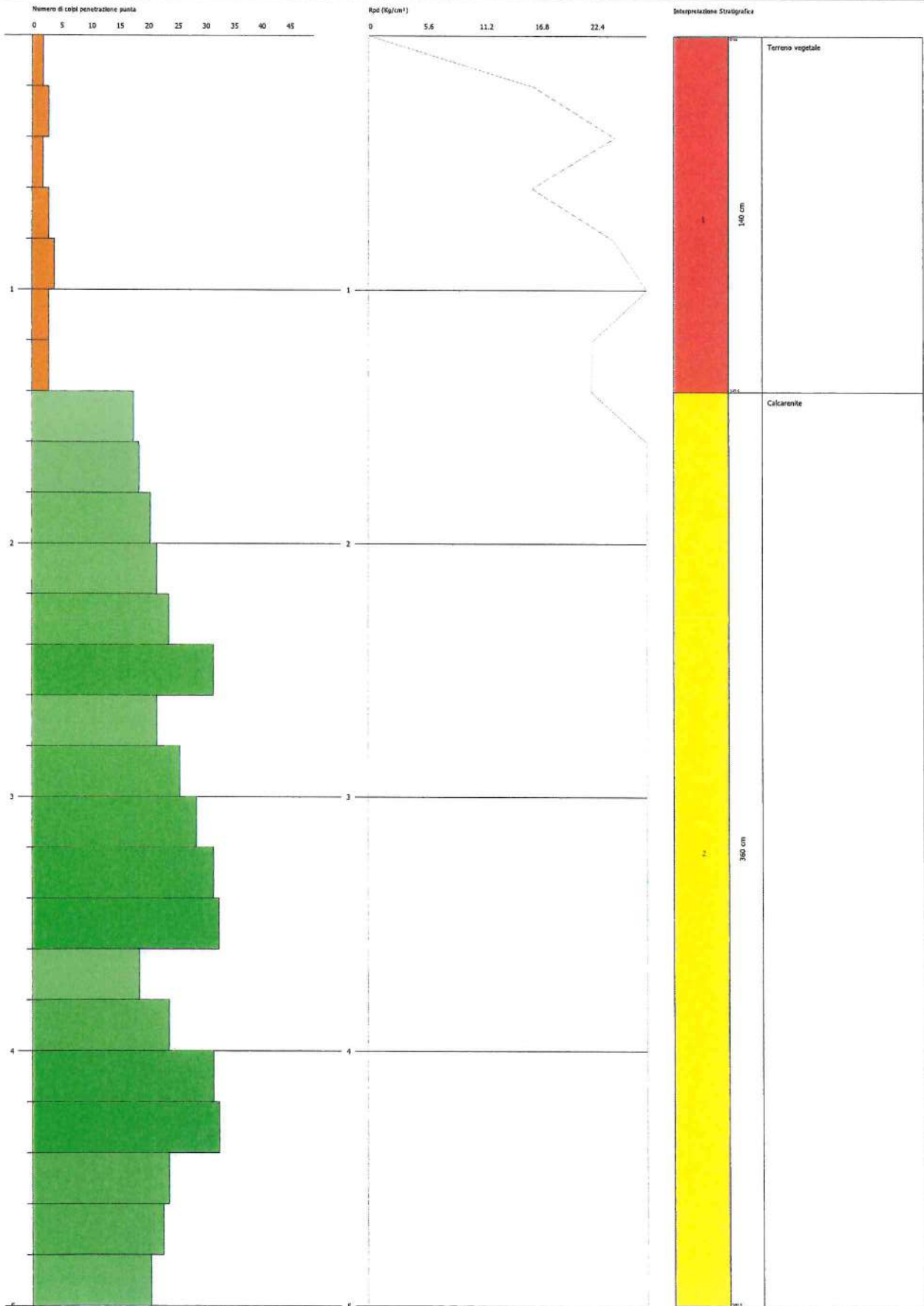


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:
Descrizione: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
Località: Rocagne-Ladino (Bz)

Data: 14/02/2011

Scala 1:22

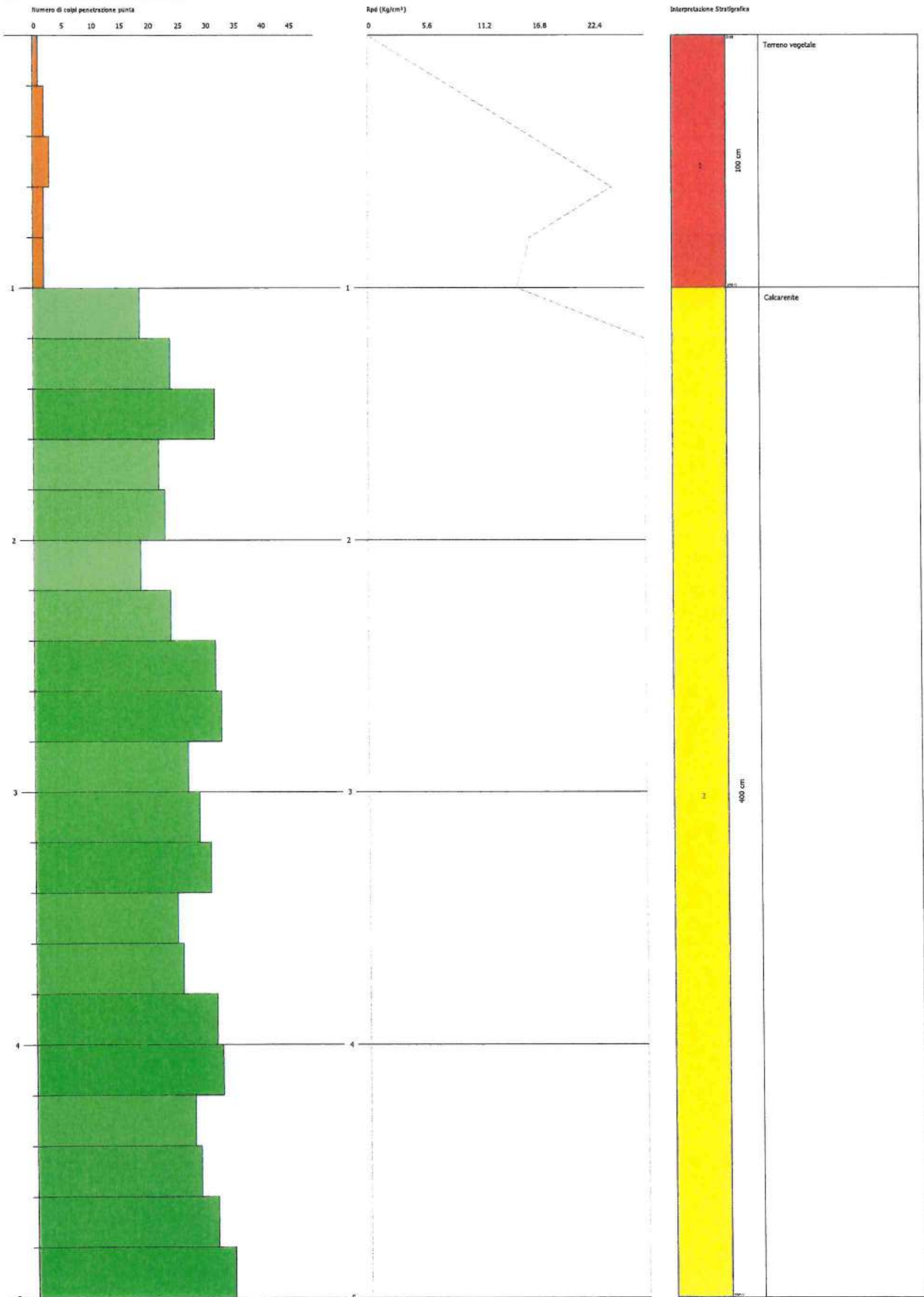


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
 Strumento utilizzato: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:
 Descrizione: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
 Località: Mesagne-Latiano (Br)

Data: 14/02/2021

Scala 1:25

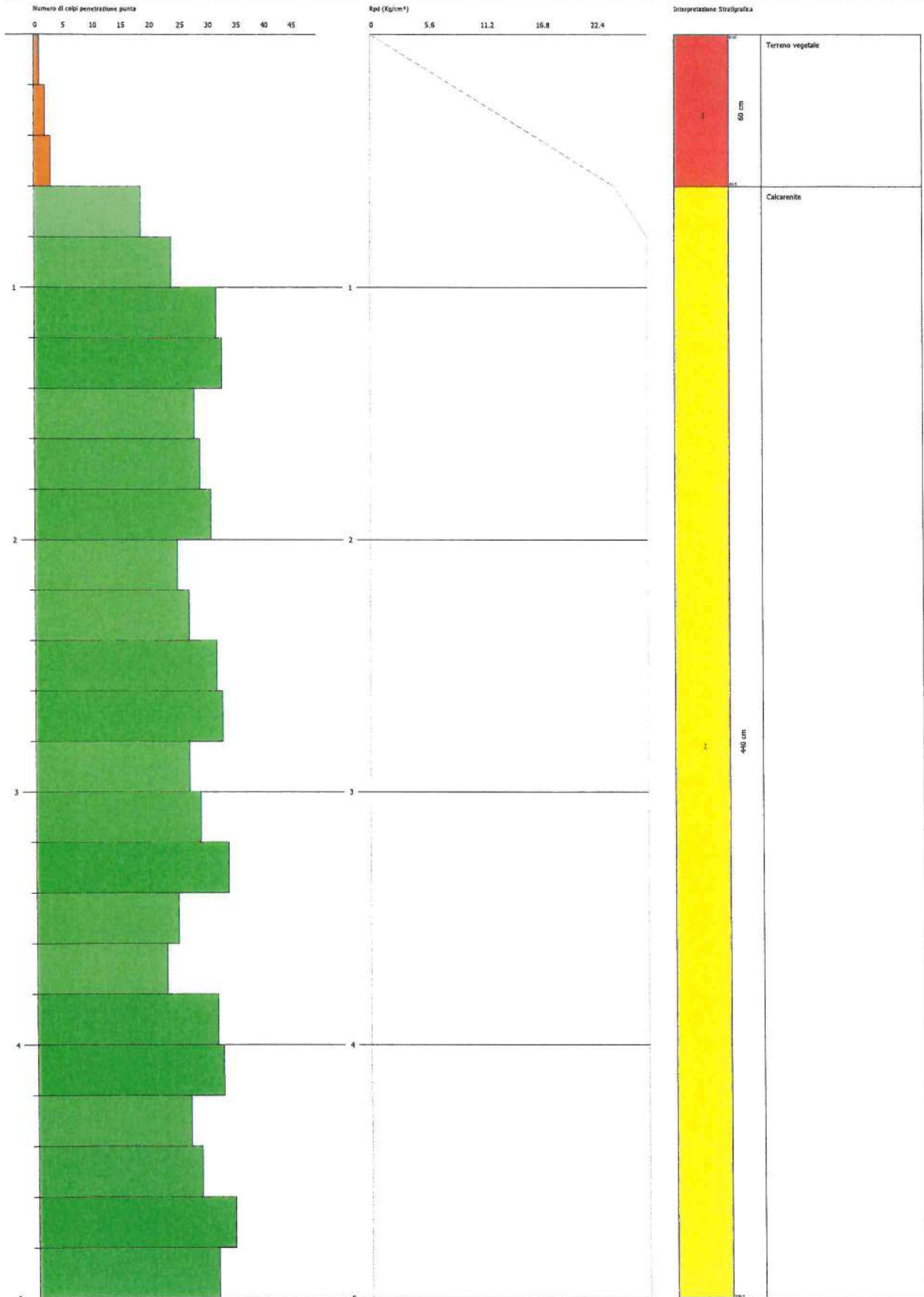


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 4
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:
Descrizione: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO I
Località: Mesagne-Lesano (Br)

Data: 14/02/2021

Scala: 1:22

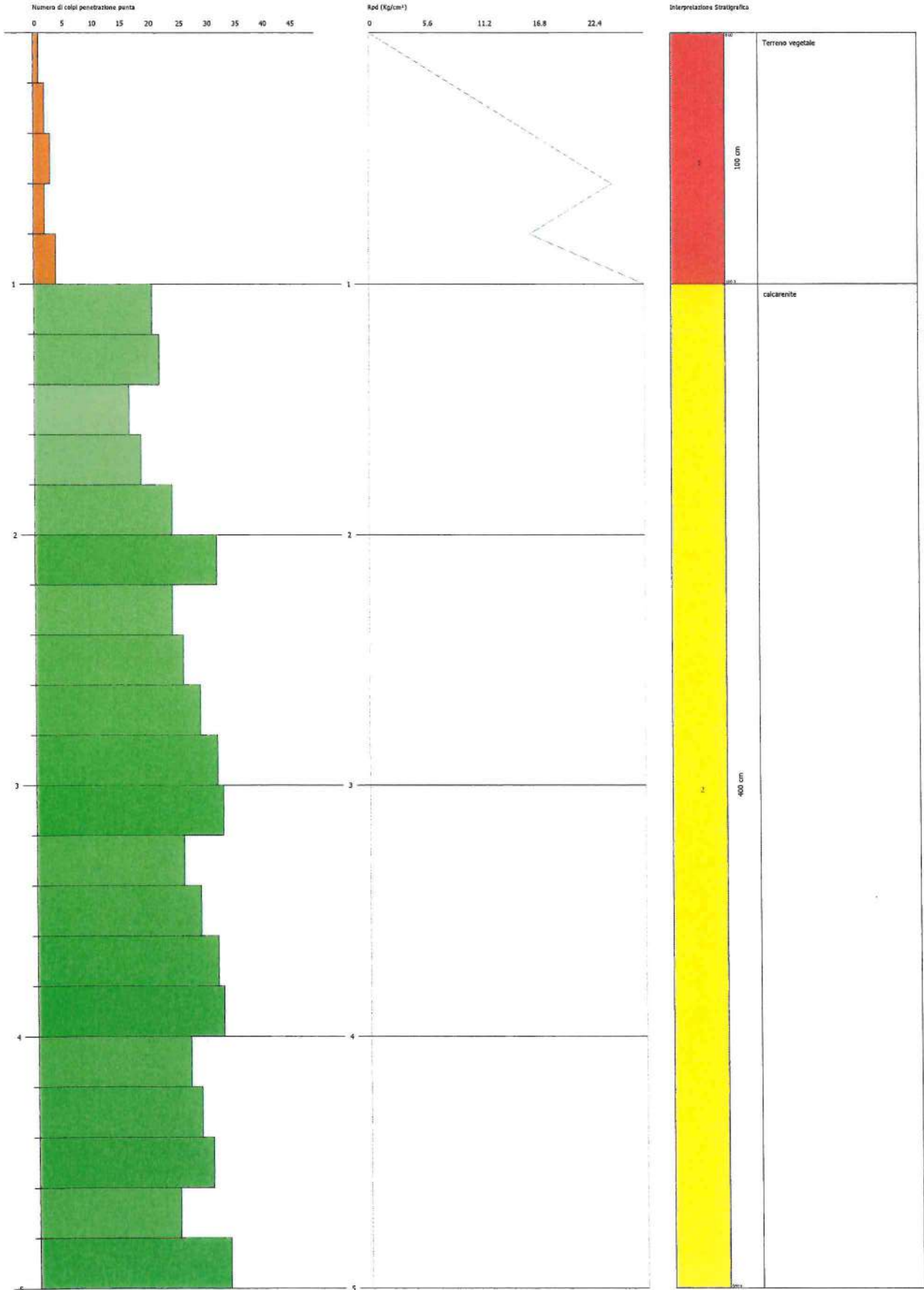


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 5
Strumento utilizzato... DPH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:
Descrizione: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
Località: Mesagne-Lesano (BT)

Data: 14/02/2011

Scala: 1:22

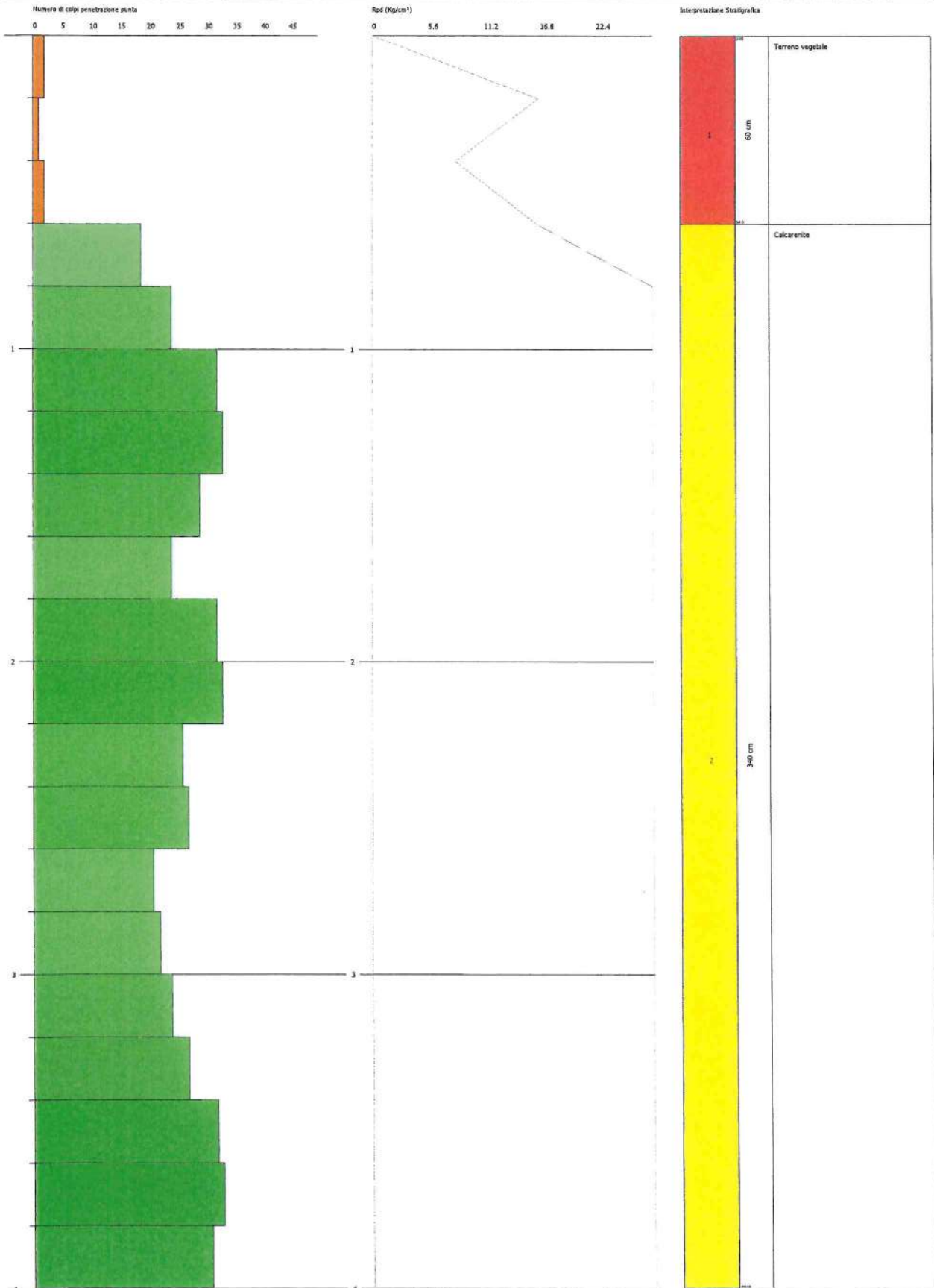


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
 Strumento utilizzato., DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:
 Descrizione: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
 Località: Mexago-Ladano (Br)

Data: 14/01/2021

Scala 1:18

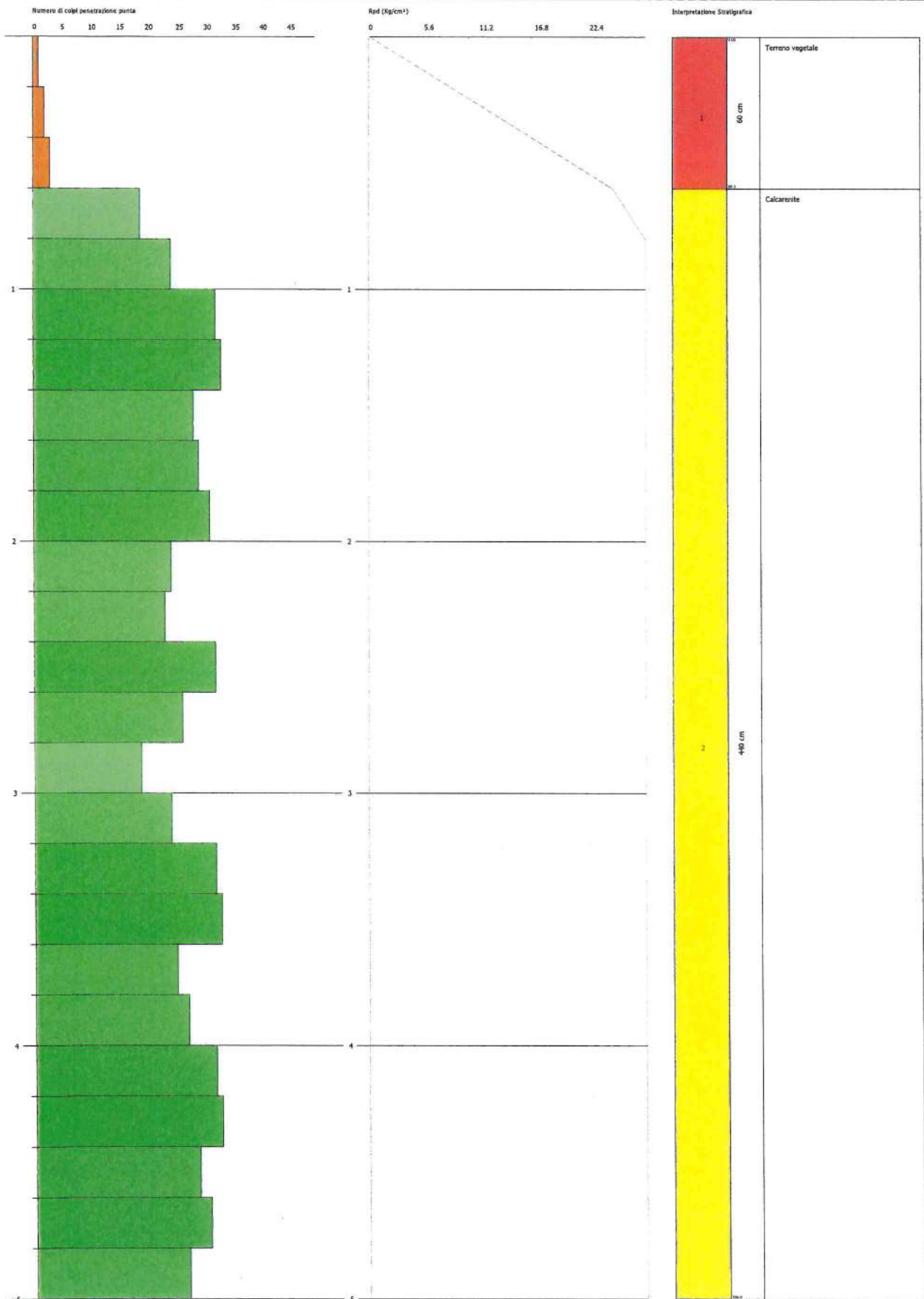


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:
 Descrizione: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
 Località: Hesape-Latano (Rz)

Data: 14/02/2021

Scala 1:22



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.8
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:
Descrizione: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO I
Località: Mesagne-Lesano (BT)

Data: 14/02/2011

Scala: 1:1

