



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI ORTA NOVA



COMUNE DI STORNARA

AGROVOLTAICO "LA PADULETTA"

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte solare e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 25,72472 MW DC e 25,40 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità e apicoltura, da realizzare nel territorio dei Comuni di Orta Nova (FG) e Stornara (FG), in località "La Paduletta"

PROGETTO DEFINITIVO

Proponente del progetto:

ILOS

INE CERIGNOLA 1 S.R.L.

A Company of ILOS New Energy Italy

INE CERIGNOLA 1 S.r.l.

Piazza di Sant'Anastasia n. 7, 00186, Roma (RM)

PEC: inecerignola1sr@legalmail.it

CHIERICONI SERGIO

Documento firmato digitalmente, ai sensi del
D.Lgs. 28.12.2000 n. 445 s.m.i. e del D.Lgs.
07.03.2005 n. 82 s.m.i.

Gruppo di progettazione:

Ing. Salvatore Di Croce - progettazione generale, studio d'impatto ambientale, studi e indagini idrologiche e idrauliche

Dott. Geologo Baldassarre F. La Tessa - studi e indagini geologiche, geotecniche e sismiche

Geom. Donato Lensi - progettazione generale e rilievi topografici

Ing. Giovanni Montanarella - progettazione generale e progettazione elettrica

Arch. Giuseppe Pulizzi - progettazione generale, studio d'impatto ambientale e coordinamento gruppo di lavoro

Dott. Archeologo Antonio Saponara - studi e indagini archeologiche

Dott. Alfonso Tortora - studio d'impatto ambientale e analisi territoriali

Dott. Arturo Urso - studi e progettazione agronomica

Partner del progetto agronomico e
Coordinatore generale e progettazione:

**m2
energia**
ENERGIE
RINNOVABILI

M2 ENERGIA S.r.l.

Via C. D'Ambrosio n. 6, 71016, San Severo (FG)

m2energia@gmail.com - m2energia@pec.it

+39 0882.600963 - 340.8533113

GIANCARLO FRANCESCO DIMAURO

Documento firmato digitalmente, ai sensi del
D.Lgs. 28.12.2000 n. 445 s.m.i. e del D.Lgs.
07.03.2005 n. 82 s.m.i.

Elaborato redatto da:

Dr. geol. Baldassarre Franco LA TESSA

Ordine dei Geologi della Regione Puglia - n. 499

Spazio riservato agli uffici:

PD	Titolo elaborato:			Codice elaborato	
	Relazione geotecnica			PD02_02	
N. progetto: FG00S01	Codice identificativo MASE - ID:	Codice A.U.:	Protocollo:	Scala: -	Formato di stampa: A4
Redatto il: 06/05/2024	Revisione del:		Nome_file o Identificatore: FG00S01_PD02_02_RelazGeotecnica		



Studio di Geologia e Geotecnica

Dr. Geol. Baldassarre, Franco La Tessa - Via Marsala, 113 - Torremaggiore (FG)
P.Iva 03018770713 –C.f. LTBDS68A23F537C Tel./fax 0882.420368-3929775853
mail: franco.la.tessa@hotm.com PEC geollatessa@pec.epap.it



COMUNE DI

ORTA NOVA E STORNARA (FG)

RELAZIONE GEOTECNICA

Oggetto: *Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrolvoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 25,72472 MW DC e 25,40 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità e apicoltura, da realizzare nel territorio dei Comuni di Orta Nova (FG) e Stornara (FG), in località "La Paduletta"*

-D.M. 17/01/2018 Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica e s.m.i.. Circolare M. 21/01/2019, n.7 C.S.LL.PP.

-Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale D.Lgs.152/2006 e s.m.i., Legge 221/2015, D.M. n. 294/2016 e DPCM 4 aprile 2018, PPTR e PTA Regione Puglia

-Art. 12 del D.Lgs. n. 387/2003 "impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili" e s.m.i.

Sviluppatore

INE CERIGNOLA 1 S.r.l.

Il Geologo

Baldassarre Franco La Tessa

Documento firmato digitalmente, ai sensi del D.P.R. 28.12.2000 n. 445 e del D.Lgs. 7.03.2005 n. 82, che sostituisce la firma autografa



Informativa nel rispetto del Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016 Codice in materia di protezione dei dati personali
La informiamo che la comunicazione e il trattamento dei Suoi dati personali sono necessari per le operazioni di natura amministrativa nonché per adempiere a specifici obblighi di legge e di contratto. Il trattamento dei Suoi avverrà nel rispetto delle misure di sicurezza previste dal succitato regolamento a cura del "Dott. Geol. Baldassarre, Franco La Tessa". Le sarà possibile esercitare i suoi diritti tramite comunicazione scritta indirizzata a "Dott. Geol. Baldassarre, Franco La Tessa" indicando sulla busta o sul foglio la dicitura: "Inerente alla Privacy".

INDICE

Premessa	pag.02
Relazione di calcolo geotecnico.....	pag.05
Conclusioni.....	pag.22

Elaborati

1. Modello geotecnico con descrizione parametri meccanici
2. Planimetria Catastale
3. Ortofoto con ubicazione indagini
4. Relazione Sismica (Masw)
5. Elaborati prove
6. Normativa
7. Bibliografia

PREMESSA

Con la presente relazione lo scrivente su incarico della M2 ENERGIA SRL riferisce sulle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal *progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte solare e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 25,72472 MW DC e 25,40 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità e apicoltura, da realizzare nel territorio dei Comuni di Orta Nova (FG) e Stornara (FG), in località "La Paduletta"*

Il progetto prevede come strutture di fondazione pali in acciaio a sezione IPE, dimensionate per far fronte al cedimento della struttura metallica in elevazione con i margini di sicurezza imposti dalla vigente normativa.

Analisi stratigrafica

- Da 0,0m a 1-1,5m dal p.c.- Terreno vegetale
- Da 1-1,5 m a 20m dal p.c -Ciottoli, sabbia e conglomerati

Rilevamento indagini e prove geotecniche

Sulla scorta della relazione geologica, si è proceduto alla valutazione degli stati pressori esercitati dalle future strutture che si andranno a realizzare sui tratti di superficie di sedime interessati. La campagna geognostica ha interessato un'area molto vasta sulla quale sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche e prove sismiche tipo Masw. Di seguito viene riportato una sintesi di quanto è stato rilevato nella campagna geognostica: nello specifico sono state eseguite cinque prove Masw tramite sismografo **PASI Srl** S.N.10026072N a 24 canali dotato di incremento automatico del segnale con algoritmo di sommatoria che consente la visione in simultanea delle tracce sismiche sullo schermo del computer incorporato con l'utilizzo di geofoni verticali della **PASI Srl** con frequenza caratteristica di 4.5Hz., con distanza intergeofonica di 1,00 metri e con offset

di 2,00 metri. Stendimento sismico per l'acquisizione dati utili all'analisi delle onde di Rayleigh e quattro prove penetrometriche dinamiche impiegando una attrezzatura leggera della Compac srl "Penni 30". Le prove penetrometriche per la presenza di ciottoli e conglomerati hanno consentito l'infissione della batteria di aste fino alla profondità strumentale, ottenuta a profondità variabile fino a circa 1-1,5 m dal p.c..

Caratteristiche geotecniche medie

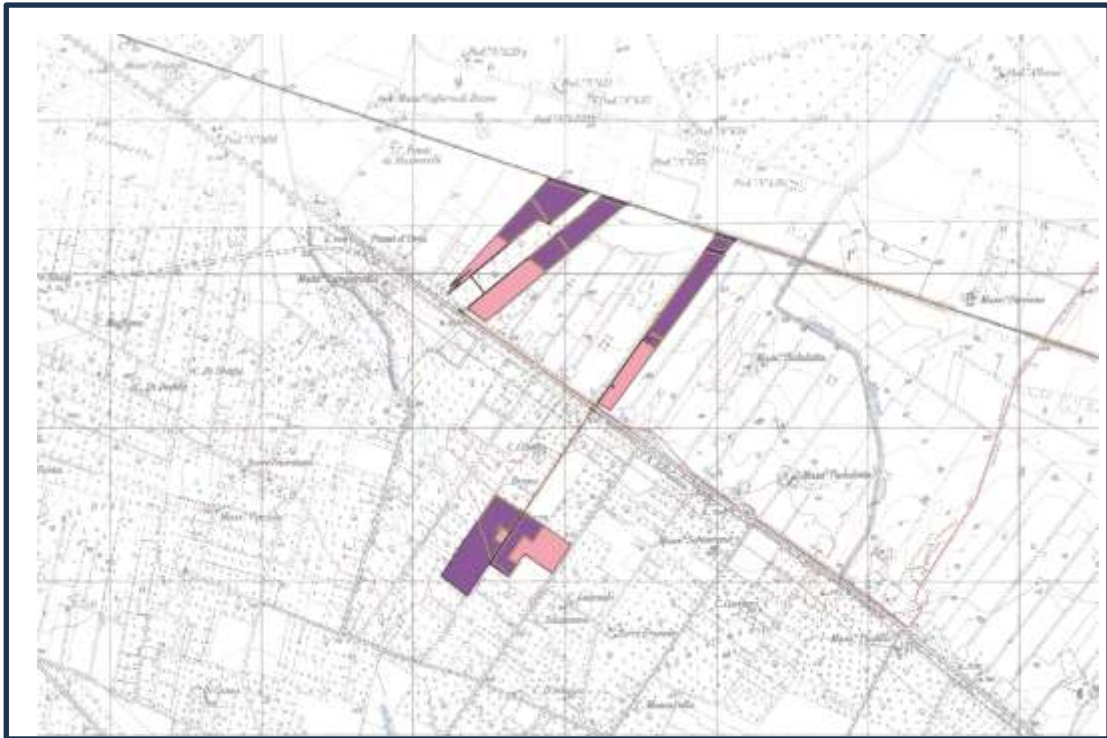
- Peso di volume: $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito: $\varphi = 30^\circ$
- Coesione drenata $C' = 0,1 \text{ kg/cm}^2$

Modellazione sismica effetti di sito

- Si assume una vita nominale della struttura in progetto $V_N = 50$ anni;
- L'opera rientra nella Classe d'uso II-Coefficiente d'uso $C_u = 1,0$
- Categoria del sito T1; Coefficiente amplificazione topografica $S_T = 1.2$

Tab.2 Parametri sismici- Coordinate punto - Lat. 41.324000° Long. 15.779018°,

Parametri sismici	T_R anni	a_g m/s^2	F_o	T_c^*
SLO	30	0,429	2,490	0,285
SLD	50	0,541	2,564	0,322
SLV	475	1,437	2,570	0,432
SLC	975	1,924	2,542	0,441



In relazione ai valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_{seq} ottenute, nello specifico $V_{seq}=248m/s$ rientra nella **categoria di fondazione tipo C** - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

al fine della definizione sismica di progetto (NTC2018). Sulla base di queste considerazioni si è proceduto alla determinazione della capacità portante del terreno. Per tale scopo è stato utilizzato il software AZTEC CARL 16.00 della Aztec informatica srl. Il software accetta come dati di input la geometria del pendio, le caratteristiche fisico meccaniche degli strati, l'andamento della falda freatica, eventuali carichi agenti, l'azione sismica dell'area, eventuali opere di intervento necessarie per la stabilizzazione. La metodologia viene utilizzata per risolvere un'ampia gamma di problemi di ingegneria civile, geotecnica e mineraria.

Richiami teorici

Determinazione della capacità portante

Il carico verticale che grava sul palo va confrontato con il valore di calcolo della resistenza verticale del palo stesso. Il problema che si pone, quindi, è quello di determinare la capacità portante del palo. Determinata la capacità portante, la resistenza di calcolo verticale del palo si ottiene applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portanza di base (o di punta) e portanza per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

Q_T Portanza totale del palo;
 Q_P Portanza di base del palo;
 Q_L Portanza per attrito laterale del palo;
 W_P Peso proprio del palo.

Le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro. Risulta molto difficoltoso, tranne che in poche situazioni, stabilire quanta parte del carico viene assorbita per attrito laterale e quanta per resistenza alla base.

Nel caso di pali soggetti a trazione la resistenza allo sfilamento vale:

$$Q_T = Q_L + W_P$$

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza rispettivamente γ_b e γ_s .

I coefficienti γ_b e γ_s rappresentano rispettivamente i valori del coefficiente di sicurezza per la portanza di punta e quello per la portanza laterale.

Quindi nel caso di pali compressi abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_P/\gamma_b + Q_L/\gamma_s - W_P$$

Nel caso invece di pali soggetti a sforzi di trazione abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_L/\gamma_s + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_P (c N_c + q_b N_q)$$

dove A_P è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q_b è la pressione del terreno alla quota della punta del palo ed i coefficienti N_c e N_q sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di profondità.

N_c ed N_q dipendono sia dalla geometria del palo che dalle caratteristiche del terreno angolo di attrito e coesione (ϕ e c).

In letteratura è possibile trovare diverse formule per il calcolo dei valori di N_c ed N_q .

Per pali in argilla in condizioni non drenate ($\phi=0$, $c=c_u$) si assume in genere per N_c il valore proposto da Skempton pari a 9 (valore in corrispondenza della punta del palo) mentre $N_q=1$. Diversi autori hanno proposto altri valori per il fattore N_c ma in generale le variazioni sono abbastanza contenute.

Diverso è il caso del fattore N_q per il quale diversi autori propongono dei valori spesso molto discordanti fra di loro.

In particolare da prove effettuati su pali realizzati in terreni non coesivi, si vede che la variazione della resistenza alla punta non cresce in modo lineare con la profondità, ma raggiunto un certo valore essa si mantiene pressochè costante. Questo fenomeno è stato spiegato da Vesic mettendo in conto un <<effetto arco>> che si manifesta nei dintorni del palo.

Un modo semplice per tener conto del fatto che la resistenza alla punta non può crescere indefinitamente è quello di considerare il diagramma delle pressioni verticali in corrispondenza del palo opportunamente modificato.

In particolare si assume che la pressione verticale σ_v cresca linearmente (pressione geostatica) fino ad una certa profondità z_c ($\sigma_v = \sigma_c$); superata tale profondità il valore della pressione verticale si mantiene costante e pari a σ_c : in pratica si assume un diagramma bilatero per l'andamento della pressione verticale in corrispondenza del palo.

Il valore di z_c (detta anche profondità critica) dipende dal diametro del palo, D , dalla tecnologia di realizzazione (palo infisso o trivellato) dall'angolo di attrito del terreno ϕ .

Nella determinazione di z_c il valore di ϕ da considerare è funzione del valore dell'angolo di attrito prima dell'installazione del palo, ϕ' , secondo le seguenti relazioni:

Per pali infissi $\phi = 3/4 \phi' + 10$

Per pali trivellati $\phi = \phi' - 3$

A parità di diametro influisce il grado di addensamento del terreno (densità relativa D_r) e la resistenza alla punta cresce con il crescere della densità.

Nella sezione successiva descriveremo le relazioni per la determinazione di N_c ed N_q .

Capacità portante per attrito laterale

La portanza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limiti:

$$Q_L = \text{Int}(\tau_a) dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb:

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \text{tg } \delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, e σ_h è la tensione orizzontale alla generica profondità z . La tensione orizzontale σ_h è legata alla pressione verticale σ_v tramite il coefficiente di spinta K_s

$$\sigma_h = K_s \sigma_v$$

Indicando con C il perimetro e con L la lunghezza del palo abbiamo:

$$\text{Int}^L(C(c_a + K_s \sigma_v \text{tg } \delta) dz)$$

Analisi del palo soggetto a forze orizzontali (Portanza trasversale)

La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra il carico orizzontale necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto del palo ed il carico orizzontale necessario per produrre la plasticizzazione del palo. Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto) mentre il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidezze non eccessive rispetto al terreno di infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio). Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante di rigidezza elastica, K_h , espressa in Kg/cm²/cm che rappresenta la pressione (in Kg/cm²) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm. La determinazione di questa costante può essere fatta o tramite prove di carico su piastra o mediante metodi analitici (convenzionali). La variazione della costante di Winkler con la profondità dipende dal tipo di terreno in cui il palo è immerso. Ad esempio nel caso di terreni coesivi in condizioni non drenate K_h assume un valore costante con la profondità mentre nel caso di terreni incoerenti la variazione di K_h è di tipo lineare (crescente con la profondità). In generale l'espressione di K_h assume una forma binomia del tipo:

$$K_h(z) = A + B z^n$$

Per l'analisi di pali caricati trasversalmente si utilizza il modello di Winkler. Il palo viene suddiviso in un determinato numero (100) di elementi tipo trave aventi area ed inerzia pari a quella della sezione trasversale del palo. In corrispondenza di ogni nodo di separazione fra i vari elementi viene inserita una molla orizzontale di opportuna rigidezza che schematizza il terreno. Il comportamento delle molle che schematizzano il terreno non è infinitamente elastico ma è di tipo elastoplastico. La singola molla reagisce fino ad un valore limite di spostamento o di reazione; una volta che è stato superato tale limite la molla non offre ulteriori incrementi di resistenza (diagramma tipo elastoplastico perfetto). Indicando con dy_e la lunghezza del tratto di influenza della molla, con D il diametro del palo la molla avrà una rigidezza pari a:

$$K_m = dy_e D K_k$$

La resistenza limite del terreno rappresenta il valore limite di resistenza che il terreno può esplicitare quando il palo è soggetto ad un carico orizzontale. La resistenza limite $p_u = p_u(z)$ dipende dalle caratteristiche del terreno e dalla geometria del palo. In terreni puramente coesivi ($c = c_u$, $\phi = 0$) la resistenza cresce dal valore 0 in sommità fino ad un valore limite in corrispondenza di una profondità pari a circa 3 diametri. Il valore limite in tal caso è variabile fra 8 e 12 c_u . Nel caso di terreni dotati di attrito e coesione la resistenza limite ad una generica profondità z è rappresentata dalla relazione (Brinch Hansen):

$$P_u = q K_{pq} + c K_{pc}$$

dove:

D diametro del palo

q pressione geostatica alla profondità z

c coesione alla profondità z

K_{pq} , K_{pc} coefficienti funzione dell'angolo di attrito del terreno ϕ e del rapporto z/D .

Broms ha eseguito l'analisi considerando il caso sia di palo vincolato in testa che di palo libero immerso in un mezzo omogeneo. Nel caso di terreni coesivi Broms assume in questo caso un diagramma di resistenza nullo fino ad una profondità pari a $1,5D$ e poi valore costante pari a $9c_u D$.

Nel caso di terreni incoerenti Broms assume che la resistenza laterale sia variabile con la profondità dal valore 0 (in testa) fino al valore $3\sigma_v K_p D$ (alla base) essendo K_p il coefficiente di resistenza passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$.

Dati

Geometria della fondazione

Simbologia adottata

<i>Descr</i>	Descrizione del palo
<i>Frm</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]
PALO A SEZIONE IPE	(C)	0,00	0,00	30,00	3,00

Materiali palo

Acciaio

Tipo	B450A	
Tensione caratteristica di snervamento	4588,65	[kg/cm ²]
Modulo elastico	2100000,00	[kg/cm ²]

Coefficienti di sicurezza sui materiali

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza sezione	1.00

Caratteristiche pali

Pali in acciaio
Armatura con ferri longitudinali e staffe
Vincolo in testa di tipo CERNIERA
Tipo di palo INFISSO
Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

Descrizione terreni e falda

Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
<i>c</i>	Coesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
<i>ca</i>	Adesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
ϕ_{min}, ϕ_{med}	Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi
$\delta_{min}, \delta_{med}$	Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi
<i>Cmin, Cmed</i>	Coesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]
<i>ca_min, ca_med</i>	Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]

Parametri caratteristici

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	<i>c</i> [kg/cm ²]	<i>ca</i> [kg/cm ²]
Sabbia lim con gh.	1900,0	2000,0	24,00	15,00	0,200	0,020
Ciottoli con sabb.	2000,0	2100,0	30,00	24,00	0,100	0,020
Terreno vegetale	1400,0	1500,0	15,00	6,00	0,005	0,000

Parametri minimi

Descrizione	ϕ_{min} [°]	δ_{min} [°]	C_{min} [kg/cm ²]	$C\alpha_{min}$ [kg/cm ²]
Sabbia lim con gh.	20,00	18,00	0,100	0,000
Ciottoli con sabbie	20,00	20,00	0,100	0,010
Terreno vegetale	0,00	0,00	0,000	0,000

Parametri medi

Descrizione	ϕ_{med} [°]	δ_{med} [°]	C_{med} [kg/cm ²]	$C\alpha_{med}$ [kg/cm ²]
Sabbia lim con gh.	28,00	20,00	0,200	0,020
Ciottoli con sabbie	30,00	24,00	0,100	0,040
Terreno vegetale	15,00	6,00	0,005	0,000

Falda

Profondità dal piano di posa 4,00 [m]

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

<i>N</i>	Identificativo strato
<i>Z1</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
<i>Z2</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
<i>Z3</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato
<i>Kw</i>	Costante di Winkler espressa in Kg/cm ² /cm
<i>Ks</i>	Coefficiente di spinta
α	Coefficiente di espansione laterale

n°	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	Kw [kg/cm ² /cm]	Ks	α
1	-1,2	-1,2	-1,2	Terreno vegetale	2.20	0.50	1.00
2	-20,0	-20,0	-20,0	Ciottoli con sabbie	0.00	0.00	1.00
3	-30,0	-30,0	-30,0	Sabbia lim con gh.	0.00	0.00	1.00

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali infissi

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1.00	1.45	1.15
Laterale compressione	γ_s	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	γ_t	1.00	1.45	1.15
Laterale trazione	γ_{st}	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	γ_T	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1 $\xi_3=1.70$ $\xi_4=1.70$

Condizioni di carico

Le condizioni di carico definite rappresentano le combinazioni di calcolo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

f_{nd} Indice della fondazione

N_{TOT} Sforzo normale totale espressa in [kg]

M_{YTOT} Momento in direzione Y espresso in [kgm]

T_{TOT} Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - A1-M1-R3 - Sismica

Fondazione	N_{TOT} [kg]	M_{YTOT} [kgm]	T_{XTOT} [kg]
PALO A SEZIONE IPE	1375,0	150,0	180,0

Condizione n° 2 - Condizione n° 2 - SLEQ - Sismica

Fondazione	N_{TOT} [kg]	M_{YTOT} [kgm]	T_{XTOT} [kg]
PALO A SEZIONE IPE	1375,0	150,0	180,0

Condizione n° 3 - Condizione n° 3 - SLEF - Sismica

Fondazione	N_{TOT} [kg]	M_{YTOT} [kgm]	T_{XTOT} [kg]
PALO A SEZIONE IPE	1375,0	150,0	180,0

Condizione n° 4 - Condizione n° 4 - SLER - Sismica

Fondazione	N_{TOT} [kg]	M_{YTOT} [kgm]	T_{XTOT} [kg]
PALO A SEZIONE IPE	1375,0	150,0	180,0

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - A1-M1-R3

Cond	γ	ψ
Condizione n° 1	1.00	1.00

Opzioni di calcolo

Analisi in condizioni drenate

Verifica della portanza assiale

Il metodo utilizzato per il calcolo della portanza verticale è: Berezantzev.

E' stato richiesto di correggere l'angolo di attrito in funzione del tipo di palo (Trivellato/Infisso).

L'andamento della pressione verticale σ_v con la profondità, per il calcolo della portanza di punta, è stata definita come: Pressione geostatica.

Verifica della portanza trasversale

Costante di Winkler orizzontale definita da STRATO

Criterio di rottura palo-terreno: Pressione limite (Pressione passiva con moltiplicatore = 3.00)

Cedimento verticale in testa ai pali

Per il calcolo dei cedimenti è stato utilizzato il metodo degli Elementi Finiti.

Spostamento limite attrito laterale: 0,50 [cm]

Spostamento limite punta: 1,00 [cm]

Risultati

Verifica della portanza assiale

Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione
Nc, Nq Fattori di capacità portante
Pl_{min}, Pl_{med} Portanza laterale minima e media espressa in [kg]
Pp_{min}, Pp_{med} Portanza di punta minima e media espressa in [kg]
Pd Portanza di progetto espressa in [kg]
N Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]
η Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq
1	101.40	72.00

cmb	Pl _{med} [kg]	Pp _{med} [kg]	Pl _{min} [kg]	Pp _{min} [kg]	Wp [kg]	Pd [kg]	N [kg]	η
1	801	34039	170	15738	31	8106	1375	5.895

Verifica della portanza trasversale

Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione
Td Taglio resistente di progetto in testa al palo, espresso in [kg]
T Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]
η=Td/T Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Td [kg]	T [kg]	η
1	191	180	1,061

Spostamenti e pressioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione palo
Y ordinata palo espressa in [cm]
Ue spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe pressione in esercizio espressa in [kg/cm²]

Combinazione n° 1

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]
1	0,00	0,5982	0,039	2	0,03	0,5728	0,060	3	0,06	0,5477	0,082
4	0,09	0,5227	0,103	5	0,12	0,4980	0,125	6	0,15	0,4735	0,146
7	0,18	0,4493	0,167	8	0,21	0,4253	0,189	9	0,24	0,4015	0,210
10	0,27	0,3780	0,232	11	0,30	0,3548	0,253	12	0,33	0,3318	0,274
13	0,36	0,3091	0,296	14	0,39	0,2867	0,317	15	0,42	0,2645	0,339
16	0,45	0,2426	0,360	17	0,48	0,2209	0,381	18	0,51	0,1995	0,403
19	0,54	0,1783	0,392	20	0,57	0,1574	0,346	21	0,60	0,1368	0,301
22	0,63	0,1163	0,256	23	0,66	0,0961	0,211	24	0,69	0,0760	0,167
25	0,72	0,0562	0,124	26	0,75	0,0365	0,080	27	0,78	0,0169	0,037
28	0,81	-0,0024	-0,005	29	0,84	-0,0217	-0,048	30	0,87	-0,0409	-0,090
31	0,90	-0,0599	-0,132	32	0,93	-0,0789	-0,174	33	0,96	-0,0978	-0,215
34	0,99	-0,1167	-0,257	35	1,02	-0,1355	-0,298	36	1,05	-0,1543	-0,339
37	1,08	-0,1730	-0,381	38	1,11	-0,1918	-0,422	39	1,14	-0,2105	-0,463
40	1,17	-0,2293	-0,504	41	1,20	-0,2481	-0,546	42	1,23	-0,2668	0,000
43	1,26	-0,2856	0,000	44	1,29	-0,3044	0,000	45	1,32	-0,3232	0,000
46	1,35	-0,3420	0,000	47	1,38	-0,3607	0,000	48	1,41	-0,3795	0,000
49	1,44	-0,3983	0,000	50	1,47	-0,4171	0,000	51	1,50	-0,4359	0,000
52	1,53	-0,4546	0,000	53	1,56	-0,4734	0,000	54	1,59	-0,4922	0,000
55	1,62	-0,5110	0,000	56	1,65	-0,5298	0,000	57	1,68	-0,5485	0,000
58	1,71	-0,5673	0,000	59	1,74	-0,5861	0,000	60	1,77	-0,6049	0,000
61	1,80	-0,6237	0,000	62	1,83	-0,6424	0,000	63	1,86	-0,6612	0,000
64	1,89	-0,6800	0,000	65	1,92	-0,6988	0,000	66	1,95	-0,7176	0,000
67	1,98	-0,7363	0,000	68	2,01	-0,7551	0,000	69	2,04	-0,7739	0,000
70	2,07	-0,7927	0,000	71	2,10	-0,8115	0,000	72	2,13	-0,8302	0,000
73	2,16	-0,8490	0,000	74	2,19	-0,8678	0,000	75	2,22	-0,8866	0,000
76	2,25	-0,9054	0,000	77	2,28	-0,9241	0,000	78	2,31	-0,9429	0,000
79	2,34	-0,9617	0,000	80	2,37	-0,9805	0,000	81	2,40	-0,9993	0,000
82	2,43	-1,0180	0,000	83	2,46	-1,0368	0,000	84	2,49	-1,0556	0,000
85	2,52	-1,0744	0,000	86	2,55	-1,0932	0,000	87	2,58	-1,1119	0,000
88	2,61	-1,1307	0,000	89	2,64	-1,1495	0,000	90	2,67	-1,1683	0,000
91	2,70	-1,1871	0,000	92	2,73	-1,2058	0,000	93	2,76	-1,2246	0,000
94	2,79	-1,2434	0,000	95	2,82	-1,2622	0,000	96	2,85	-1,2810	0,000
97	2,88	-1,2997	0,000	98	2,91	-1,3185	0,000	99	2,94	-1,3373	0,000

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
100	2,97	-1,3561	0,000	101	3,00	-1,3749	0,000	102			

Spostamenti e pressioni limiti

Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione palo
Y ordinata palo espressa in [cm]
Ur spostamento limite espresso in [cm]
Pr pressione limite espressa in [kg/cmq]

n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	10,8319	0,039	2	0,03	10,4687	0,060	3	0,06	10,1056	0,082
4	0,09	9,7429	0,103	5	0,12	9,3805	0,125	6	0,15	9,0185	0,146
7	0,18	8,6567	0,167	8	0,21	8,2953	0,189	9	0,24	7,9343	0,210
10	0,27	7,5735	0,232	11	0,30	7,2132	0,253	12	0,33	6,8532	0,274
13	0,36	6,4936	0,296	14	0,39	6,1344	0,317	15	0,42	5,7755	0,339
16	0,45	5,4170	0,360	17	0,48	5,0589	0,381	18	0,51	4,7012	0,403
19	0,54	4,3438	0,424	20	0,57	3,9868	0,446	21	0,60	3,6302	0,467
22	0,63	3,2739	0,488	23	0,66	2,9180	0,510	24	0,69	2,5625	0,531
25	0,72	2,2072	0,553	26	0,75	1,8523	0,574	27	0,78	1,4976	0,595
28	0,81	1,1433	0,617	29	0,84	0,7892	0,638	30	0,87	0,4353	0,660
31	0,90	0,0816	0,180	32	0,93	-0,2718	-0,598	33	0,96	-0,6252	-0,724
34	0,99	-0,9785	-0,745	35	1,02	-1,3317	-0,767	36	1,05	-1,6848	-0,788
37	1,08	-2,0380	-0,809	38	1,11	-2,3911	-0,831	39	1,14	-2,7442	-0,852
40	1,17	-3,0973	-0,874	41	1,20	-3,4504	-0,895	42	1,23	-3,8036	0,000
43	1,26	-4,1567	0,000	44	1,29	-4,5099	0,000	45	1,32	-4,8631	0,000
46	1,35	-5,2162	0,000	47	1,38	-5,5694	0,000	48	1,41	-5,9225	0,000
49	1,44	-6,2757	0,000	50	1,47	-6,6288	0,000	51	1,50	-6,9820	0,000
52	1,53	-7,3352	0,000	53	1,56	-7,6883	0,000	54	1,59	-8,0415	0,000
55	1,62	-8,3946	0,000	56	1,65	-8,7478	0,000	57	1,68	-9,1009	0,000
58	1,71	-9,4541	0,000	59	1,74	-9,8073	0,000	60	1,77	-10,1604	0,000
61	1,80	-10,5136	0,000	62	1,83	-10,8667	0,000	63	1,86	-11,2199	0,000
64	1,89	-11,5730	0,000	65	1,92	-11,9262	0,000	66	1,95	-12,2794	0,000
67	1,98	-12,6325	0,000	68	2,01	-12,9857	0,000	69	2,04	-13,3388	0,000
70	2,07	-13,6920	0,000	71	2,10	-14,0451	0,000	72	2,13	-14,3983	0,000
73	2,16	-14,7515	0,000	74	2,19	-15,1046	0,000	75	2,22	-15,4578	0,000
76	2,25	-15,8109	0,000	77	2,28	-16,1641	0,000	78	2,31	-16,5172	0,000
79	2,34	-16,8704	0,000	80	2,37	-17,2235	0,000	81	2,40	-17,5767	0,000
82	2,43	-17,9299	0,000	83	2,46	-18,2830	0,000	84	2,49	-18,6362	0,000
85	2,52	-18,9893	0,000	86	2,55	-19,3425	0,000	87	2,58	-19,6956	0,000
88	2,61	-20,0488	0,000	89	2,64	-20,4020	0,000	90	2,67	-20,7551	0,000
91	2,70	-21,1083	0,000	92	2,73	-21,4614	0,000	93	2,76	-21,8146	0,000
94	2,79	-22,1677	0,000	95	2,82	-22,5209	0,000	96	2,85	-22,8741	0,000
97	2,88	-23,2272	0,000	98	2,91	-23,5804	0,000	99	2,94	-23,9335	0,000
100	2,97	-24,2867	0,000	101	3,00	-24,6398	0,000	102			

Sollecitazioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione
Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
N sforzo normale espresso in [kg]
T taglio espresso in [kg]
M momento espresso in [kgm]

Combinazione n° 1

n°	Y	M	T	N	n°	Y	M	T	N
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]		[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
1	0,00	-150,00	180,00	1375,00	2	0,00	-155,35	172,80	1375,31
3	0,06	-160,53	165,42	1375,61	4	0,06	-165,49	156,13	1375,91
5	0,12	-170,18	144,91	1376,19	6	0,12	-174,52	131,76	1376,48
7	0,18	-178,48	116,68	1376,75	8	0,18	-181,98	99,68	1377,02
9	0,24	-184,97	80,76	1377,29	10	0,24	-187,39	59,90	1377,55
11	0,30	-189,19	37,12	1377,80	12	0,30	-190,30	12,42	1378,04
13	0,36	-190,67	-14,21	1378,28	14	0,36	-190,25	-42,77	1378,52
15	0,42	-188,96	-73,25	1378,74	16	0,42	-186,77	-105,66	1378,96
17	0,48	-183,60	-139,99	1379,18	18	0,48	-179,40	-176,25	1379,38
19	0,54	-174,11	-211,57	1379,59	20	0,54	-167,76	-242,74	1379,78
21	0,60	-160,48	-269,82	1379,97	22	0,60	-152,39	-292,85	1380,15
23	0,66	-143,60	-311,87	1380,33	24	0,66	-134,24	-326,92	1380,50
25	0,72	-124,44	-338,04	1380,66	26	0,72	-114,30	-345,27	1380,82
27	0,78	-103,94	-348,62	1380,97	28	0,78	-93,48	-348,14	1381,12
29	0,84	-83,04	-343,84	1381,26	30	0,84	-72,72	-335,75	1381,39
31	0,90	-62,65	-323,88	1381,52	32	0,90	-52,93	-308,26	1381,64
33	0,96	-43,68	-288,90	1381,75	34	0,96	-35,02	-265,80	1381,86
35	1,02	-27,04	-238,97	1381,96	36	1,02	-19,87	-208,43	1382,06
37	1,08	-13,62	-174,17	1382,14	38	1,08	-8,39	-136,20	1382,23
39	1,14	-4,31	-94,51	1382,30	40	1,14	-1,47	-49,12	1382,37

n°	Y	M	T	N	n°	Y	M	T	N
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]		[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
41	1,20	0,00	0,00	1382,44	42	1,20	0,00	0,00	1382,52
43	1,26	0,00	0,00	1382,60	44	1,26	0,00	0,00	1382,68
45	1,32	0,00	0,00	1382,76	46	1,32	0,00	0,00	1382,84
47	1,38	0,00	0,00	1382,92	48	1,38	0,00	0,00	1383,00
49	1,44	0,00	0,00	1383,08	50	1,44	0,00	0,00	1383,16
51	1,50	0,00	0,00	1383,24	52	1,50	0,00	0,00	1383,32
53	1,56	0,00	0,00	1383,40	54	1,56	0,00	0,00	1383,49
55	1,62	0,00	0,00	1383,57	56	1,62	0,00	0,00	1383,65
57	1,68	0,00	0,00	1383,73	58	1,68	0,00	0,00	1383,81
59	1,74	0,00	0,00	1383,89	60	1,74	0,00	0,00	1383,97
61	1,80	0,00	0,00	1384,05	62	1,80	0,00	0,00	1384,13
63	1,86	0,00	0,00	1384,21	64	1,86	0,00	0,00	1384,29
65	1,92	0,00	0,00	1384,37	66	1,92	0,00	0,00	1384,45
67	1,98	0,00	0,00	1384,53	68	1,98	0,00	0,00	1384,61
69	2,04	0,00	0,00	1384,69	70	2,04	0,00	0,00	1384,78
71	2,10	0,00	0,00	1384,86	72	2,10	0,00	0,00	1384,94
73	2,16	0,00	0,00	1385,02	74	2,16	0,00	0,00	1385,10
75	2,22	0,00	0,00	1385,18	76	2,22	0,00	0,00	1385,26
77	2,28	0,00	0,00	1385,34	78	2,28	0,00	0,00	1385,42
79	2,34	0,00	0,00	1385,50	80	2,34	0,00	0,00	1385,58
81	2,40	0,00	0,00	1385,66	82	2,40	0,00	0,00	1385,74
83	2,46	0,00	0,00	1385,82	84	2,46	0,00	0,00	1385,90
85	2,52	0,00	0,00	1385,99	86	2,52	0,00	0,00	1386,07
87	2,58	0,00	0,00	1386,15	88	2,58	0,00	0,00	1386,23
89	2,64	0,00	0,00	1386,31	90	2,64	0,00	0,00	1386,39
91	2,70	0,00	0,00	1386,47	92	2,70	0,00	0,00	1386,55
93	2,76	0,00	0,00	1386,63	94	2,76	0,00	0,00	1386,71
95	2,82	0,00	0,00	1386,79	96	2,82	0,00	0,00	1386,87
97	2,88	0,00	0,00	1386,95	98	2,88	0,00	0,00	1387,03
99	2,94	0,00	0,00	1387,11	100	2,94	0,00	0,00	1387,19
101	3,00	0,00	0,00	1387,28	102				

Sollecitazioni limiti

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
Nr	sforzio normale espresso in [kg]
Tr	taglio espresso in [kg]
Mr	momento espresso in [kgm]

n°	Y	Mr	Tr	Nr	n°	Y	Mr	Tr	Nr
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]		[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
1	0,00	-206,89	248,27	34427,01	2	0,00	-206,89	248,27	34427,01
3	0,06	-221,52	233,69	34426,82	4	0,06	-221,52	233,69	34426,82
5	0,12	-235,26	213,17	34426,38	6	0,12	-235,26	213,17	34426,38
7	0,18	-247,65	184,95	34425,70	8	0,18	-247,65	184,95	34425,70
9	0,24	-258,24	149,02	34424,76	10	0,24	-258,24	149,02	34424,76
11	0,30	-266,56	105,39	34423,57	12	0,30	-266,56	105,39	34423,57
13	0,36	-272,14	54,05	34422,14	14	0,36	-272,14	54,05	34422,14
15	0,42	-274,53	-4,99	34420,45	16	0,42	-274,53	-4,99	34420,45
17	0,48	-273,25	-71,73	34418,52	18	0,48	-273,25	-71,73	34418,52
19	0,54	-267,86	-146,18	34416,34	20	0,54	-267,86	-146,18	34416,34
21	0,60	-257,89	-228,33	34413,90	22	0,60	-257,89	-228,33	34413,90
23	0,66	-242,87	-318,18	34411,22	24	0,66	-242,87	-318,18	34411,22
25	0,72	-222,34	-415,74	34408,28	26	0,72	-222,34	-415,74	34408,28
27	0,78	-195,85	-521,00	34405,10	28	0,78	-195,85	-521,00	34405,10
29	0,84	-162,92	-633,97	34401,67	30	0,84	-162,92	-633,97	34401,67
31	0,90	-123,10	-709,51	34397,99	32	0,90	-123,10	-709,51	34397,99
33	0,96	-82,15	-590,53	34394,06	34	0,96	-82,15	-590,53	34394,06
35	1,02	-48,73	-454,46	34389,87	36	1,02	-48,73	-454,46	34389,87
37	1,08	-23,59	-310,67	34385,44	38	1,08	-23,59	-310,67	34385,44
39	1,14	-7,19	-159,19	34380,76	40	1,14	-7,19	-159,19	34380,76
41	1,20	0,00	0,00	34375,83	42	1,20	0,00	0,00	34375,83
43	1,26	0,00	0,00	34364,52	44	1,26	0,00	0,00	34364,52
45	1,32	0,00	0,00	34353,21	46	1,32	0,00	0,00	34353,21
47	1,38	0,00	0,00	34341,90	48	1,38	0,00	0,00	34341,90
49	1,44	0,00	0,00	34330,59	50	1,44	0,00	0,00	34330,59
51	1,50	0,00	0,00	34319,28	52	1,50	0,00	0,00	34319,28
53	1,56	0,00	0,00	34307,97	54	1,56	0,00	0,00	34307,97
55	1,62	0,00	0,00	34296,66	56	1,62	0,00	0,00	34296,66
57	1,68	0,00	0,00	34285,36	58	1,68	0,00	0,00	34285,36
59	1,74	0,00	0,00	34274,05	60	1,74	0,00	0,00	34274,05
61	1,80	0,00	0,00	34262,74	62	1,80	0,00	0,00	34262,74
63	1,86	0,00	0,00	34251,43	64	1,86	0,00	0,00	34251,43
65	1,92	0,00	0,00	34240,12	66	1,92	0,00	0,00	34240,12
67	1,98	0,00	0,00	34228,81	68	1,98	0,00	0,00	34228,81
69	2,04	0,00	0,00	34217,50	70	2,04	0,00	0,00	34217,50
71	2,10	0,00	0,00	34206,19	72	2,10	0,00	0,00	34206,19
73	2,16	0,00	0,00	34194,88	74	2,16	0,00	0,00	34194,88
75	2,22	0,00	0,00	34183,57	76	2,22	0,00	0,00	34183,57
77	2,28	0,00	0,00	34172,26	78	2,28	0,00	0,00	34172,26
79	2,34	0,00	0,00	34160,95	80	2,34	0,00	0,00	34160,95
81	2,40	0,00	0,00	34149,64	82	2,40	0,00	0,00	34149,64
83	2,46	0,00	0,00	34138,33	84	2,46	0,00	0,00	34138,33
85	2,52	0,00	0,00	34127,02	86	2,52	0,00	0,00	34127,02
87	2,58	0,00	0,00	34115,71	88	2,58	0,00	0,00	34115,71

n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]	n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]
89	2,64	0,00	0,00	34104,40	90	2,64	0,00	0,00	34104,40
91	2,70	0,00	0,00	34093,09	92	2,70	0,00	0,00	34093,09
93	2,76	0,00	0,00	34081,78	94	2,76	0,00	0,00	34081,78
95	2,82	0,00	0,00	34070,47	96	2,82	0,00	0,00	34070,47
97	2,88	0,00	0,00	34059,16	98	2,88	0,00	0,00	34059,16
99	2,94	0,00	0,00	34047,85	100	2,94	0,00	0,00	34047,85
101	3,00	0,00	0,00	0,00	102				

Diagramma Carico-Cedimento verticale

Simbologia adottata

N Carico sul palo espressa in [kg]
w Cedimento del palo espresso in [cm]

n°	N [kg]	w [cm]	n°	N [kg]	w [cm]	n°	N [kg]	w [cm]	n°	N [kg]	w [cm]
1	3562	0,140	2	8776	0,345	3	16568	0,653	4	28054	1,115
5	34427	1,387	6			7			8		

Diagramma Carico-Cedimento orizzontale

Simbologia adottata

N Carico sul palo espressa in [kg]
u Cedimento del palo espresso in [cm]

n°	N [kg]	u [cm]	n°	N [kg]	u [cm]	n°	N [kg]	u [cm]	n°	N [kg]	u [cm]
1	180	0,599	2	180	0,599	3	180	0,600	4	181	0,603
5	182	0,616	6	187	0,670	7	201	0,822	8	218	1,101
9	229	1,386	10	233	1,546	11	235	1,626	12	236	1,666
13	236	1,686	14	236	1,726	15	239	1,885	16	242	2,222
17	243	2,582	18	244	2,793	19	245	2,898	20	245	2,950
21	245	2,977	22	245	2,990	23	245	3,043	24	245	3,255
25	247	4,098	26	248	5,613	27	248	6,789	28	248	7,376
29	248	7,670	30	248	8,851	31	248	10,832	32		

Descrizione armature

La verifica delle sezioni è stata effettuata con il metodo degli stati limite ultimi.

Verifica armature pali

Simbologia adottata

Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso espressa in [m]
CS coefficiente di sicurezza
M momento agente, espresso in [kgm]
N sforzo normale agente, espresso in [kg]
Mu momento ultimo, espresso in [kgm]
Nu sforzo normale ultimo, espresso in [kg]
T taglio agente, espresso in [kg]
V_{rd} taglio resistente, espresso in [kg]

Verifiche presso-flessione e taglio

Combinazione n° 1

Y [m]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS	T [kg]	Tu [kg]	FS _T
0,00	150	0	5000	0	33.33	180	230370	1279.84
0,03	155	0	5000	0	32.19	173	230370	1333.20
0,06	161	0	5000	0	31.15	165	230370	1392.60
0,09	165	0	5000	0	30.21	156	230370	1475.52
0,12	170	0	5000	0	29.38	145	230370	1589.80
0,15	175	0	5000	0	28.65	132	230370	1748.45
0,18	178	0	5000	0	28.01	117	230370	1974.34
0,21	182	0	5000	0	27.48	100	230370	2311.06
0,24	185	0	5000	0	27.03	81	230370	2852.70
0,27	187	0	5000	0	26.68	60	230370	3845.75
0,30	189	0	5000	0	26.43	37	230370	6205.44
0,33	190	0	5000	0	26.27	12	230370	18549.23
0,36	191	0	5000	0	26.22	14	230370	16210.56
0,39	190	0	5000	0	26.28	43	230370	5386.56

Y	M	N	M _u	N _u	FS	T	T _u	FS _r
[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
0,42	189	0	5000	0	26.46	73	230370	3144.98
0,45	187	0	5000	0	26.77	106	230370	2180.33
0,48	184	0	5000	0	27.23	140	230370	1645.58
0,51	179	0	5000	0	27.87	176	230370	1307.04
0,54	174	0	5000	0	28.72	212	230370	1088.88
0,57	168	0	5000	0	29.80	243	230370	949.04
0,60	160	0	5000	0	31.16	270	230370	853.80
0,63	152	0	5000	0	32.81	293	230370	786.65
0,66	144	0	5000	0	34.82	312	230370	738.68
0,69	134	0	5000	0	37.25	327	230370	704.66
0,72	124	0	5000	0	40.18	338	230370	681.48
0,75	114	0	5000	0	43.75	345	230370	667.23
0,78	104	0	5000	0	48.11	349	230370	660.80
0,81	93	0	5000	0	53.49	348	230370	661.72
0,84	83	0	5000	0	60.22	344	230370	669.99
0,87	73	0	5000	0	68.76	336	230370	686.14
0,90	63	0	5000	0	79.81	324	230370	711.27
0,93	53	0	5000	0	94.46	308	230370	747.32
0,96	44	0	5000	0	114.46	289	230370	797.41
0,99	35	0	5000	0	142.79	266	230370	866.71
1,02	27	0	5000	0	184.90	239	230370	964.00
1,05	20	0	5000	0	251.60	208	230370	1105.26
1,08	14	0	5000	0	367.10	174	230370	1322.66
1,11	8	0	5000	0	595.60	136	230370	1691.41
1,14	4	0	5000	0	1000.00	95	230370	2437.40
1,17	1	0	5000	0	1000.00	49	230370	4690.38
1,20	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,23	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,26	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,29	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,32	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,35	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,38	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,41	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,44	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,47	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,50	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,53	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,56	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,59	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,62	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,65	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,68	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,71	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,74	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,77	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,80	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,83	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,86	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,89	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,92	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,95	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,98	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,01	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,04	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,07	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,10	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,13	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,16	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,19	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,22	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,25	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,28	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,31	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,34	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,37	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,40	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,43	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,46	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,49	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,52	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,55	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,58	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,61	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,64	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,67	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,70	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,73	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,76	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,79	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,82	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,85	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,88	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,91	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,94	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,97	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
3,00	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00

Inviluppo

Y	A _r	M	N	M _u	N _u	CS	T	V _{Rd}	CS _T
[m]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
0,00	13,21	150	0	5000	0	33.33	180	230370	1279.84
0,03	13,21	155	0	5000	0	32.19	173	230370	1333.20
0,06	13,21	161	0	5000	0	31.15	165	230370	1392.60
0,09	13,21	165	0	5000	0	30.21	156	230370	1475.52
0,12	13,21	170	0	5000	0	29.38	145	230370	1589.80
0,15	13,21	175	0	5000	0	28.65	132	230370	1748.45
0,18	13,21	178	0	5000	0	28.01	117	230370	1974.34
0,21	13,21	182	0	5000	0	27.48	100	230370	2311.06
0,24	13,21	185	0	5000	0	27.03	81	230370	2852.70
0,27	13,21	187	0	5000	0	26.68	60	230370	3845.75
0,30	13,21	189	0	5000	0	26.43	37	230370	6205.44
0,33	13,21	190	0	5000	0	26.27	12	230370	18549.23
0,36	13,21	191	0	5000	0	26.22	14	230370	16210.56
0,39	13,21	190	0	5000	0	26.28	43	230370	5386.56
0,42	13,21	189	0	5000	0	26.46	73	230370	3144.98
0,45	13,21	187	0	5000	0	26.77	106	230370	2180.33
0,48	13,21	184	0	5000	0	27.23	140	230370	1645.58
0,51	13,21	179	0	5000	0	27.87	176	230370	1307.04
0,54	13,21	174	0	5000	0	28.72	212	230370	1088.88
0,57	13,21	168	0	5000	0	29.80	243	230370	949.04
0,60	13,21	160	0	5000	0	31.16	270	230370	853.80
0,63	13,21	152	0	5000	0	32.81	293	230370	786.65
0,66	13,21	144	0	5000	0	34.82	312	230370	738.68
0,69	13,21	134	0	5000	0	37.25	327	230370	704.66
0,72	13,21	124	0	5000	0	40.18	338	230370	681.48
0,75	13,21	114	0	5000	0	43.75	345	230370	667.23
0,78	13,21	104	0	5000	0	48.11	349	230370	660.80
0,81	13,21	93	0	5000	0	53.49	348	230370	661.72
0,84	13,21	83	0	5000	0	60.22	344	230370	669.99
0,87	13,21	73	0	5000	0	68.76	336	230370	686.14
0,90	13,21	63	0	5000	0	79.81	324	230370	711.27
0,93	13,21	53	0	5000	0	94.46	308	230370	747.32
0,96	13,21	44	0	5000	0	114.46	289	230370	797.41
0,99	13,21	35	0	5000	0	142.79	266	230370	866.71
1,02	13,21	27	0	5000	0	184.90	239	230370	964.00
1,05	13,21	20	0	5000	0	251.60	208	230370	1105.26
1,08	13,21	14	0	5000	0	367.10	174	230370	1322.66
1,11	13,21	8	0	5000	0	595.60	136	230370	1691.41
1,14	13,21	4	0	5000	0	1000.00	95	230370	2437.40
1,17	13,21	1	0	5000	0	1000.00	49	230370	4690.38
1,20	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,23	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,26	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,29	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,32	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,35	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,38	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,41	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,44	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,47	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,50	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,53	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,56	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,59	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,62	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,65	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,68	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,71	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,74	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,77	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,80	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,83	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,86	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,89	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,92	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,95	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
1,98	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,01	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,04	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,07	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,10	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,13	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,16	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,19	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,22	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,25	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,28	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,31	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,34	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,37	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,40	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,43	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,46	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,49	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,52	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,55	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,58	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00

Y	A _r	M	N	M _u	N _u	CS	T	V _{Rd}	CS _T
[m]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
2,61	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,64	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,67	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,70	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,73	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,76	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,79	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,82	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,85	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,88	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,91	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,94	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
2,97	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00
3,00	13,21	0	0	5000	0	100.00	0	230370	100.00

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare 7 del 21/01/2019
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo del palo viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle sollecitazioni, dovute al carico applicato;
- Verifica a portanza verticale;
- Verifica a portanza trasversale;
- Calcolo dei cedimenti;
- Progetto e verifica delle armature del palo.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	CARL - Carico Limite e Cedimenti
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	GEOI. LA TESSA BALDASSARRE FRANCO
Licenza	AIU6015SI

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

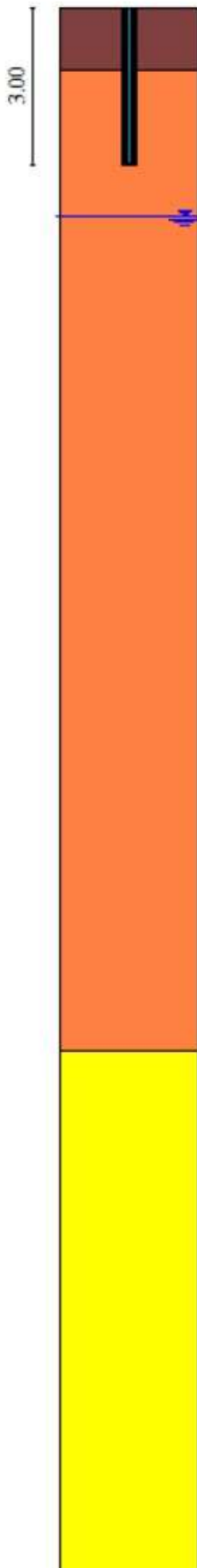
I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista
()

Stratigrafia

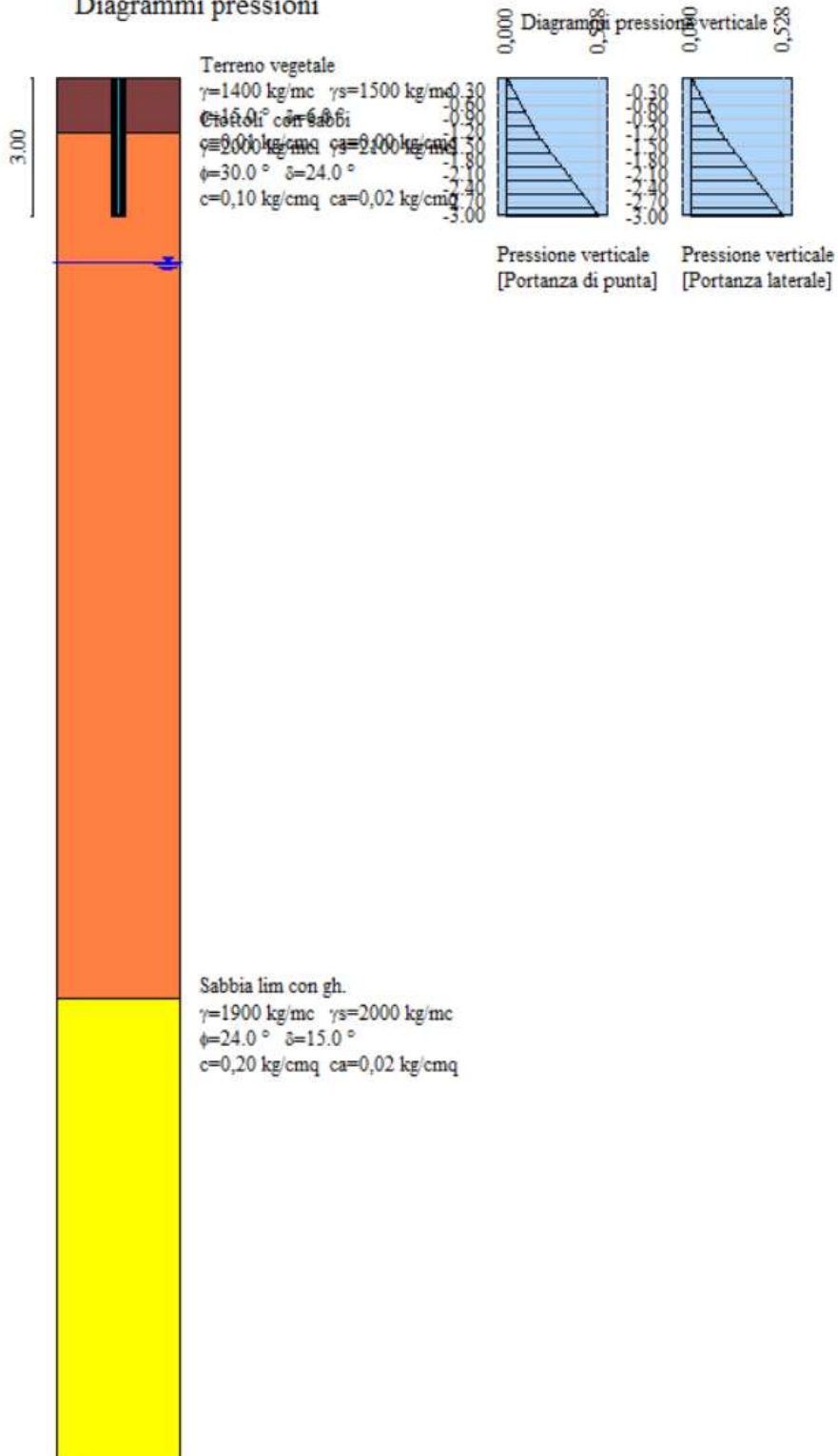


Terreno vegetale
 $\gamma=1400 \text{ kg/mc}$ $\gamma_s=1500 \text{ kg/mc}$
 $\phi=15.0^\circ$ $\delta=6.0^\circ$
 $c=0,01 \text{ kg/cmq}$ $ca=0,00 \text{ kg/cmq}$

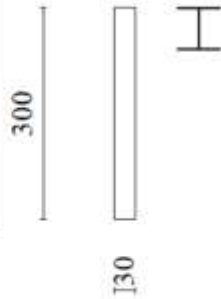
Ciottoli con sabbie
 $\gamma=2000 \text{ kg/mc}$ $\gamma_s=2100 \text{ kg/mc}$
 $\phi=30.0^\circ$ $\delta=24.0^\circ$
 $c=0,10 \text{ kg/cmq}$ $ca=0,02 \text{ kg/cmq}$

Sabbia lim con gh.
 $\gamma=1900 \text{ kg/mc}$ $\gamma_s=2000 \text{ kg/mc}$
 $\phi=24.0^\circ$ $\delta=15.0^\circ$
 $c=0,20 \text{ kg/cmq}$ $ca=0,02 \text{ kg/cmq}$

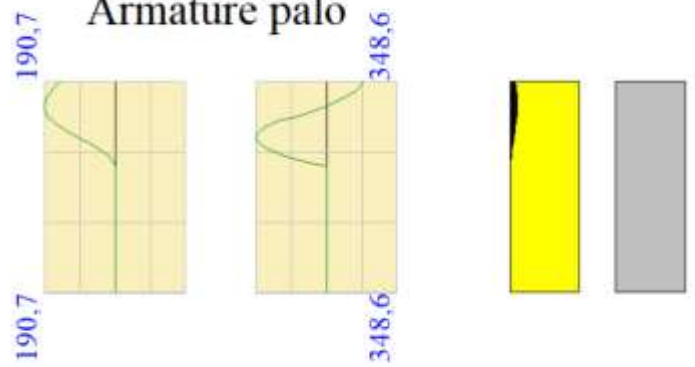
Diagrammi pressioni



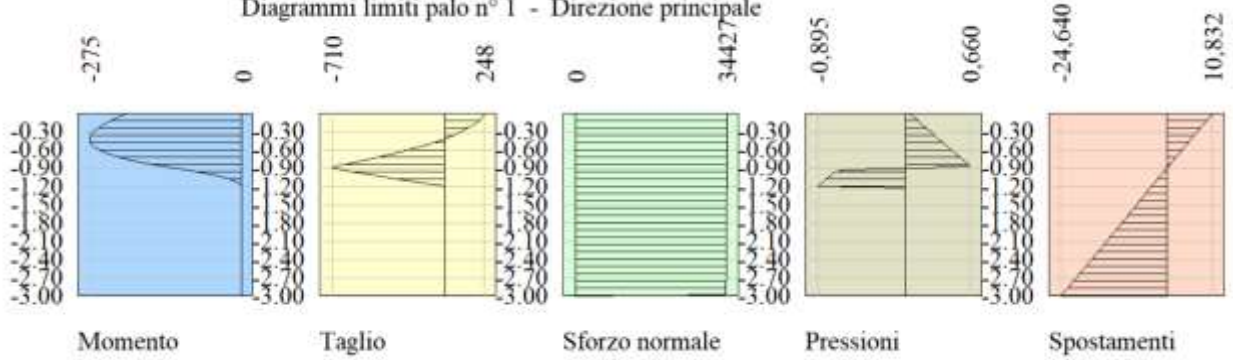
Palo N° 1
 L = 3,0 m
 D = 30 cm
 M = -150,0 kgm
 N = 1375,0 kg
 T = 180,0 kg



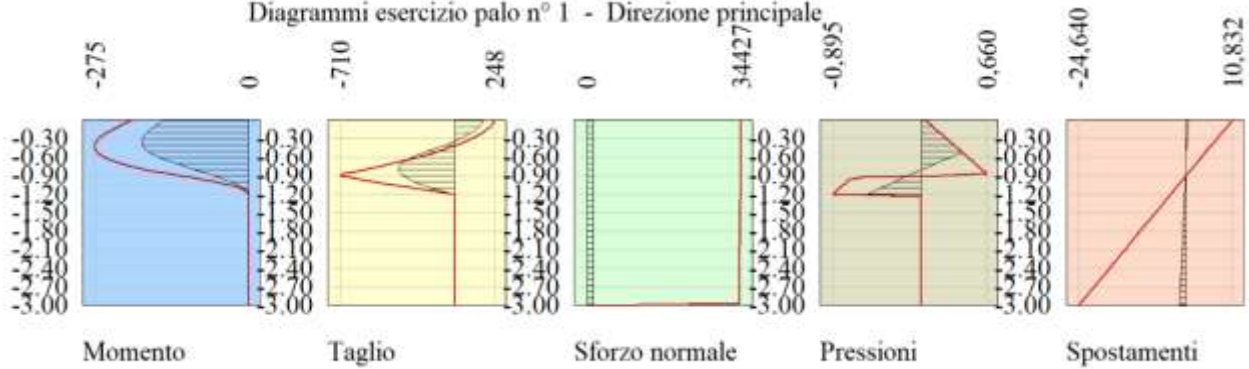
Armature palo



Diagrammi limiti palo n° 1 - Direzione principale



Diagrammi esercizio palo n° 1 - Direzione principale



CONCLUSIONI

La presente relazione geotecnica si riferisce alle strutture di fondazioni di un impianto agro voltaico che prevede pali in acciaio a sezione IPE meglio specificata nella relazione di calcolo. Il terreno su cui sono fondati i pali e su cui gli interventi sono finalizzati, è costituito essenzialmente da ciottoli con sabbia. I dati emersi dalla relazione geologica hanno fornito indicazioni che hanno consentito di individuare, al probabile valore di portanza del terreno di fondazione. Il metodo utilizzato per il calcolo della portanza verticale è quello di Berezantzev. Si ritiene che pressioni dell'ordine di 1,5 kg/cmq, non possano produrre nel terreno che cedimenti di modesta entità. Il Coefficiente di sicurezza per carichi verticali ottenuto è pari a 5,9 mentre il Coefficiente di sicurezza per carichi orizzontali è pari a 1,06. I pali di fondazione sono solidarizzati alle sovrastanti strutture in elevazione da vincoli di continuità, così da formare telai spaziali dimensionate per la più onerosa combinazione di carico tra quelle previste dalla normativa vigente per zone a rischio sismico. Le indagini geologiche di cui si riferisce nella relazione geologica, assicurano non esserci, nella zona dove ricade l'area d'intervento, processi di dissesti in atto. I pali di fondazione sono posti a quota -3.0 metri dal piano campagna. A tale profondità il terreno si presenta sufficientemente costipato con caratteristiche geotecniche più che soddisfacenti. Il calcolo di dimensionamento della struttura di fondazione e la verifica della portanza terreno è stato effettuato combinando nel modo più severo le azioni statiche dei pesi agenti con quelle dinamiche dovute al sisma di normativa agenti nelle due direzioni di riferimento combinate secondo quanto previsto dalle NTC 2018 e ss.mm.ii..Il valore di pressione, indotto sul piano di sedime, dalla suddetta combinazione di azioni, è agevolmente contrastato dalla capacità di portanza tollerabile del terreno ed in nessun punto del sedime si supera detto valore di portanza del terreno. Il conseguente tasso di lavoro nei materiali delle strutture di fondazione è stato determinato adottando, nelle calcolazioni di dimensionamento e verifica delle sezioni

resistenti, il metodo agli stati limite. Infine, le caratteristiche di sollecitazione sono state ottenute dallo schema statico di elementi deformabili elasticamente su suolo alla Winkler, sollecitata dalla pressione del terreno, derivante dalle azioni della più severa combinazione di carico, che la sovrastruttura trasmette al piano fondale. Per quanto riguarda le uscite del calcolo delle strutture di fondazione ed i relativi esecutivi di progetto si rimanda ai relativi elaborati: fascicolo calcoli e elaborati grafici allegati.

Il Tecnico
Dr. geol. Baldassarre Franco La Tessa

ALLEGATI

MODELLO GEOTECNICO CON DESCRIZIONE DEI PARAMETRI MECCANICI

1° strato litotecnico = **Terreno vegetale con ciottoli**

H = fino a circa 1,00 m dal p.c.

2° strato litotecnico = **Sabbia con ciottoli conglomerati e crosta evap.**

H = da 1,00 m fino a circa 15 m dal p.c.

$\gamma_n = 20,0$ kN/mc (peso dell'unità di volume naturale);

$\gamma_{sat} = 21,0$ kN/mc (peso dell'unità di volume saturo);

$\varphi = 30^\circ$ (angolo di attrito);

$c = 0,10$ kg/cmq (coesione);

$\nu = 0,30$ (coeff. di Poisson)

$M = 200$ kg/cmq (modulo elastico)

$E = 250$ kg/cmq (modulo edometrico)

$K_w = 3,00$ kg/cm² (coefficiente di Winkler)

3° strato litotecnico = **Sabbia limosa con liv. di ghiaia e arenaria**

H = da 15,00 m fino a circa 35/40 m dal p.c.

$\gamma_n = 19$ kN/mc (peso dell'unità di volume naturale);

$\gamma_{sat} = 20$ kN/mc (peso dell'unità di volume saturo);

$\varphi = 24^\circ$ (angolo di attrito efficace);

$c = 0,20$ kg/cmq (coesione efficace);

$\nu = 0,28$ (coeff. di Poisson)

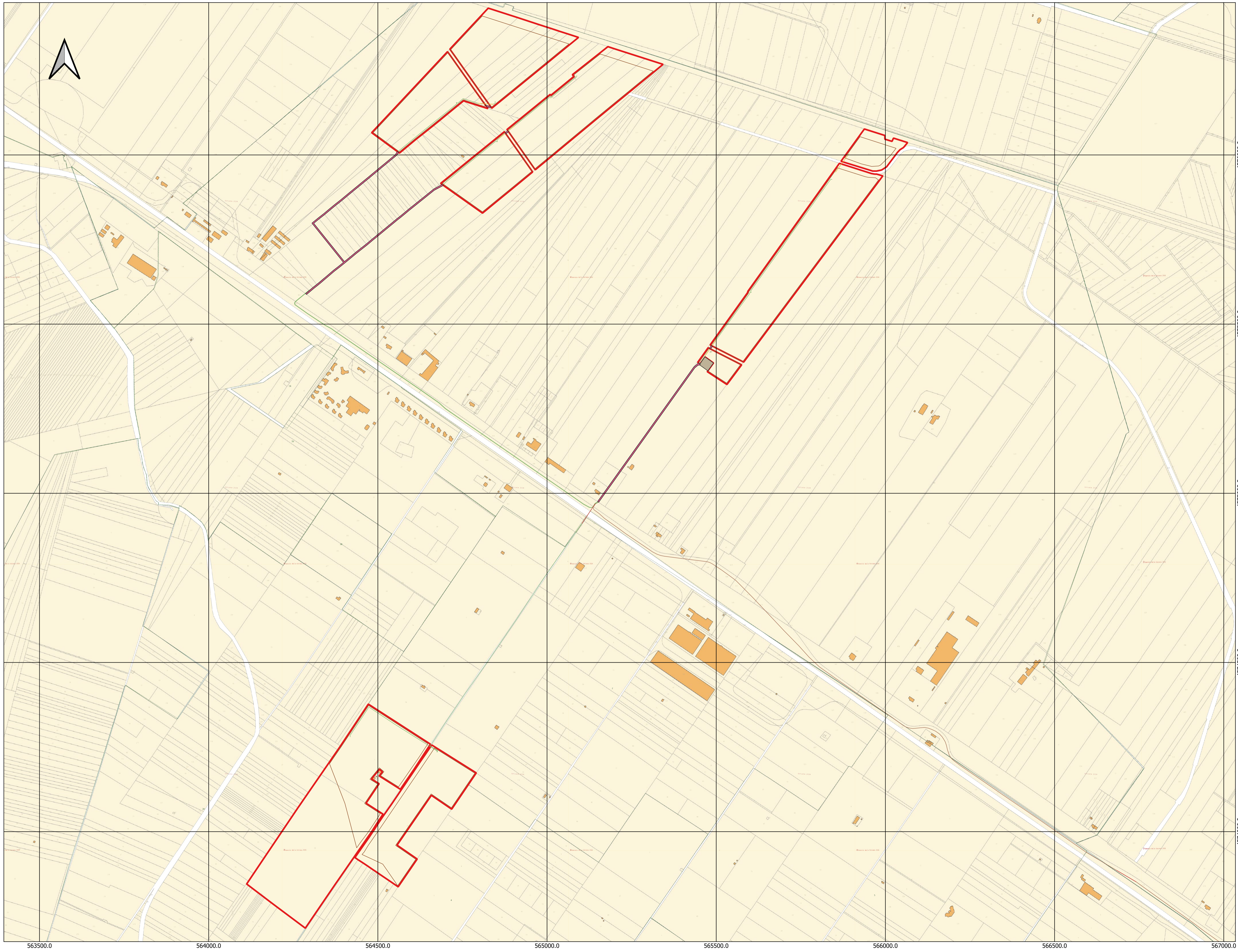
$M = 140$ kg/cmq (modulo elastico)

$E = 180$ kg/cmq (modulo edometrico)

$K_w = 2,80$ kg/cm² (coefficiente di Winkler)

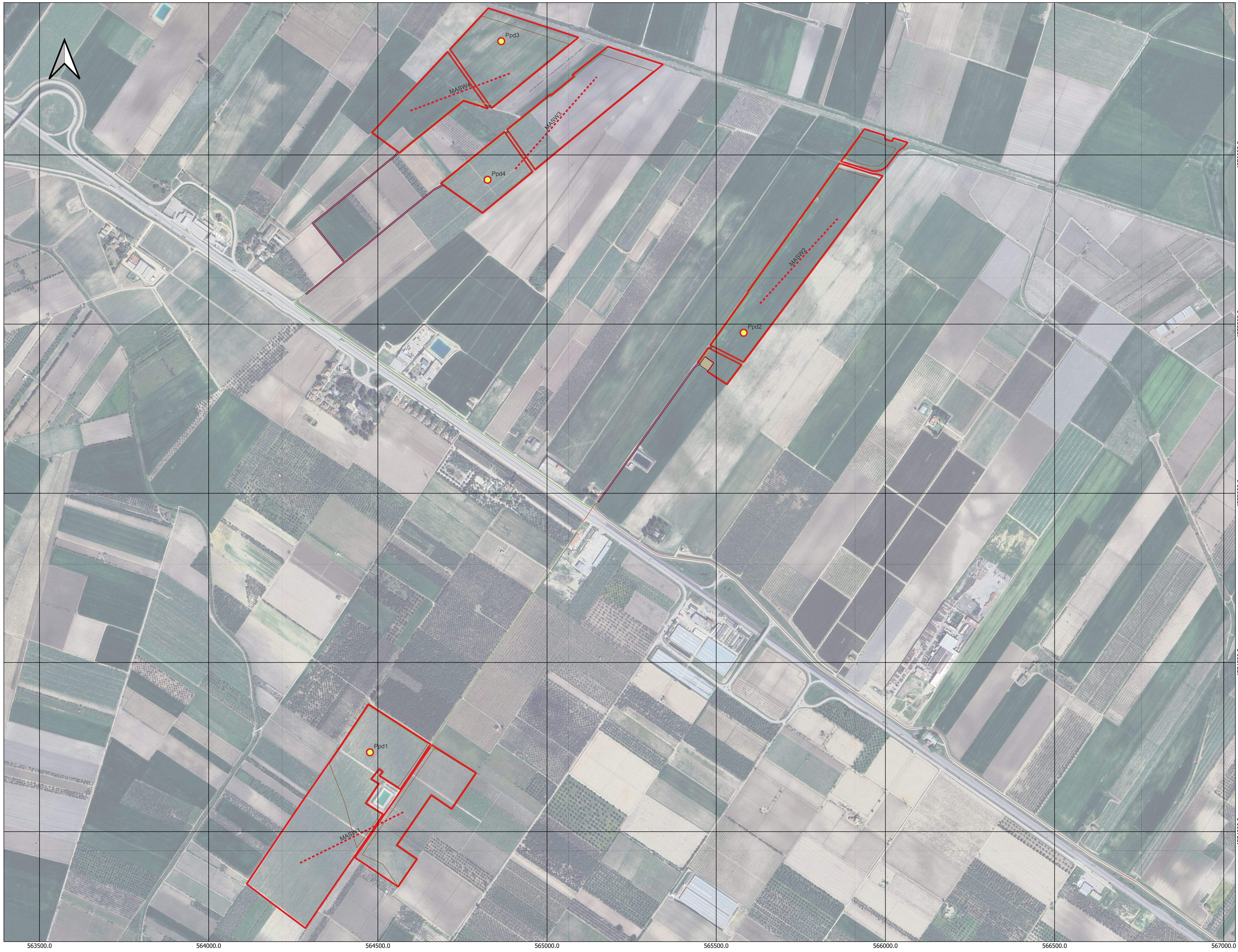
Si consiglia, ai fini del calcolo strutturale di asportare completamente il terreno vegetale sia perché è lo strato che più risente delle variazioni climatiche stagionali ma anche perché esso è caratterizzato da parametri geotecnici molto scadenti e di predisporre il piano delle fondazioni nel secondo strato litotecnico. Tenendo conto delle caratteristiche del terreno in questione e a vantaggio della sicurezza, la determinazione dei valori geomeccanici indicati è avvenuta con arrotondamento per difetto.

Area impianto
Conessione



PLANIMETRIA
UBICAZIONE INDAGINI

- Area impianto
- Connessione
- Prova penetrometrica dinamica
- Prova sismica Masw



Scala
1:5.000

RELAZIONE SISMICA MASW

per la definizione del profilo verticale V_{seq} e parametro V_{s30}

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata una campagna geofisica con N.4 prove sismiche tipo *MASW* (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva utili a definire il profilo verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio). Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del D.M. 17 gennaio 2018 (ex DM2005 e DM2008) e Circolare n.7 del 21/01/2019 del C.S. L.L. P.P.. Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s). La classificazione del sottosuolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{seq} definita mediante la media armonica dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{seq} (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{j=2}^N \frac{h_j}{V_{s,j}}} = \frac{\sum_{j=1}^N h_j}{\sum_{j=1}^N \frac{h_j}{V_{s,j}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

La velocità equivalente è ottenuta imponendo l'equivalenza tra i tempi di arrivo delle onde di taglio in un terreno omogeneo equivalente di spessore pari ad H. Dove H è la profondità del substrato definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido caratterizzato da valori di V_s non inferiori ad 800 m/s. Per depositi con profondità H del

substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{seq} è definita dal parametro $V_{s,30}$ ottenuto ponendo $H=30m$ nell'equazione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Lo scopo della definizione adottata è quello di privilegiare il contributo degli strati più deformabili.

L'introduzione della V_{seq} unita alla modifica nella definizione delle categorie di sottosuolo si è resa necessaria al fine di includere nell'attuale testo normativo le configurazioni stratigrafiche che rimanevano escluse nelle NTC 2008 (ad esempio profili di tipo B con profondità del substrato inferiore a 30m).

Acquisizione ed elaborazione dati

Strumentazione Hardware impiegata

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo **PASI Srl** S.N.10026072N a 24 canali dotato di incremento automatico del segnale con algoritmo di sommatoria che consente la visione in simultanea delle tracce sismiche sullo schermo del computer incorporato con l'utilizzo di geofoni verticali della **PASI Srl** con frequenza caratteristica di 4.5Hz., sia per sismica a rifrazione, sia per Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW), con distanza intergeofonica di 1,00 metri e con offset di 2,00 metri. Stendimento sismico per l'acquisizione dati utili all'analisi delle onde di Rayleigh.

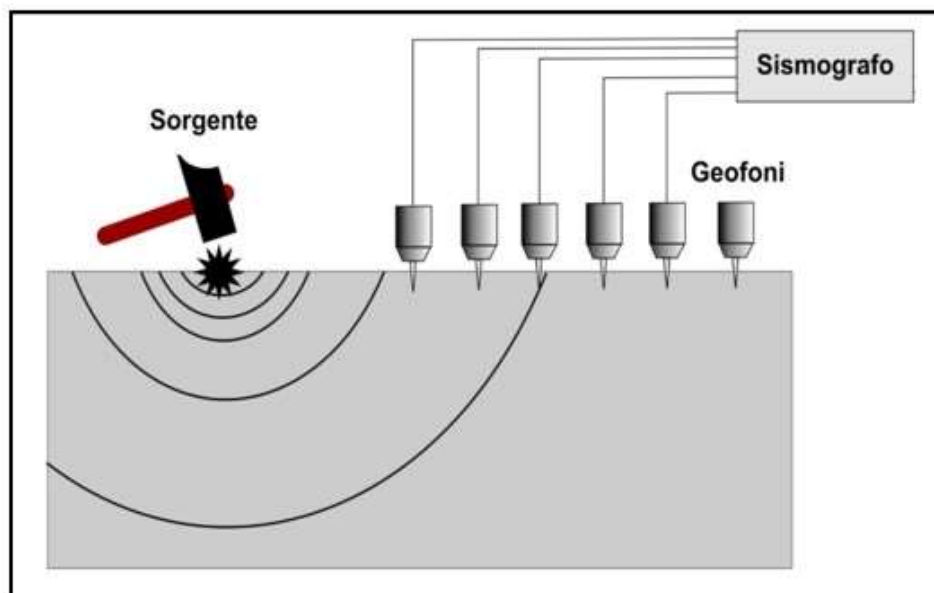
La tecnica masw prevede l'utilizzo di geofoni ad asse verticale e a bassa frequenza non superiore a 4.5Hz in quanto c'è l'esigenza di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze anche al di sotto dei 20Hz (corrispondenti a profondità di 30 metri e oltre)

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software **WINMASWPRO2023** (www.eliosoft.it).

I dati *MASW* sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_{seq}).

Per il profilo MASW eseguito si è adottata la seguente configurazione:

- Lunghezza dello stendimento - 23 metri
- Numero di geofoni - 24
- Distanza inter-geofonica - 1 metri
- Offset di scoppio - 2 metri
- Durata acquisizione - 1 secondo (in quanto il segnale sismico deve includere tutto il treno d'onda superficiale)
- Tempo di campionamento - 1 millisecondo (tempo di campionamento più ampio per ricostruire tutto il segnale sismico senza applicazione di filtri e incrementi di segnali)
- Generazione onde sismiche e energizzazione terreno tramite “massa battente da 8kg con impatto verticale su una piastra metallica”



STENDIMENTO SISMICO N.1

Date: 16 5 2024 Time: 10 31 Dataset: ifvortanstorn1.DAT

Subsurface Model

V_s (m/s): 229, 290, 716

Standard deviations (m/s): 2, 16, 16

Thickness (m): 7.9, 19.9

Standard deviations (m/s): 1.2, 0.8

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.87, 1.93, 2.15

Shear modulus (MPa) (approximate values): 98 162 1103

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: maswfv1ortanm2.cdp

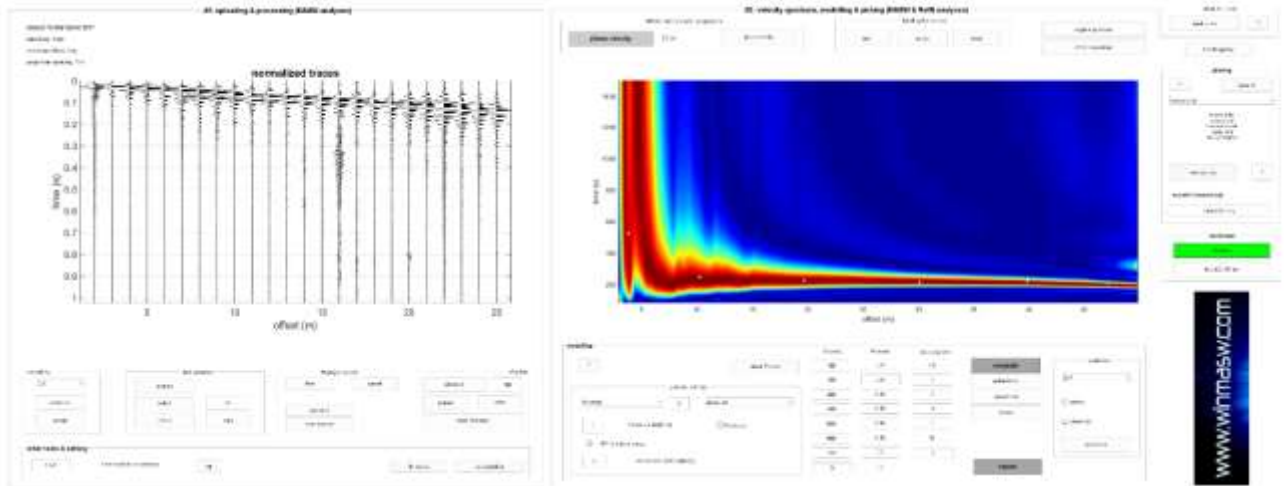
Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for V_p and Poisson (please, see manual)

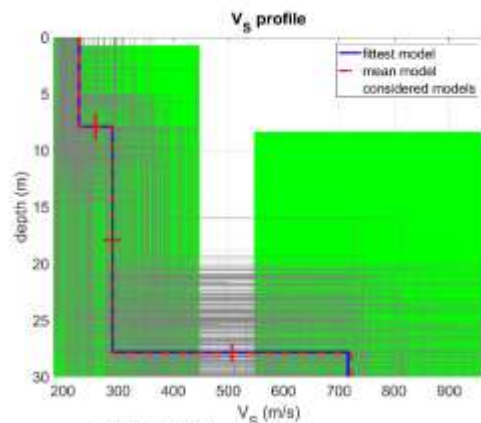
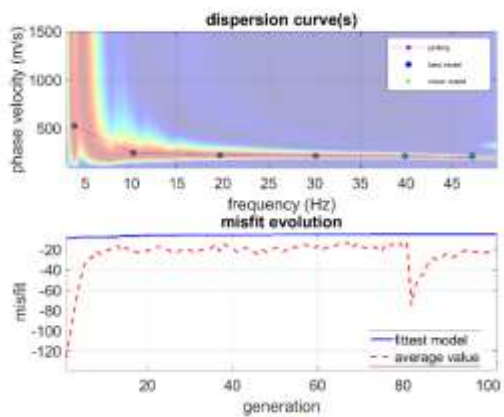
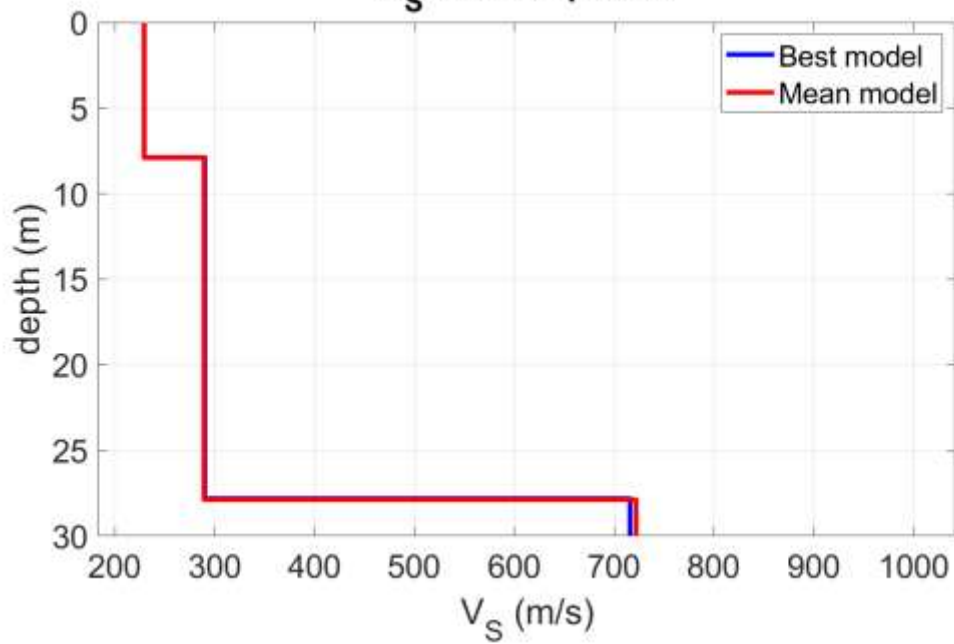
V_p (m/s): 477, 604, 1490

Poisson: 0.35 0.35 0.35

V_{s30} and V_{sE} (m/s): 282 282



V_S vertical profile



dataset: 10x10x10x10x10 DMT
dispersive mode: mean/1/iteration/2000
V_{SR} & V_{SR} (best model): 212 202 m/s
V_{SR} & V_{SR} (mean model): 202 202 m/s

STENDIMENTO SISMICO N.2

Date: 16 5 2024 Time: 10 36 Dataset: ifvortanstron2.DAT

Subsurface Model

Vs (m/s): 147, 265, 603

Standard deviations (m/s): 4, 0, 0

Thickness (m): 1.1, 17.8

Standard deviations (m/s): 0.0, 1.0

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.77, 1.91, 2.11

Shear modulus (MPa) (approximate values): 38 134 767

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: maswfv2ortanm2.cdp

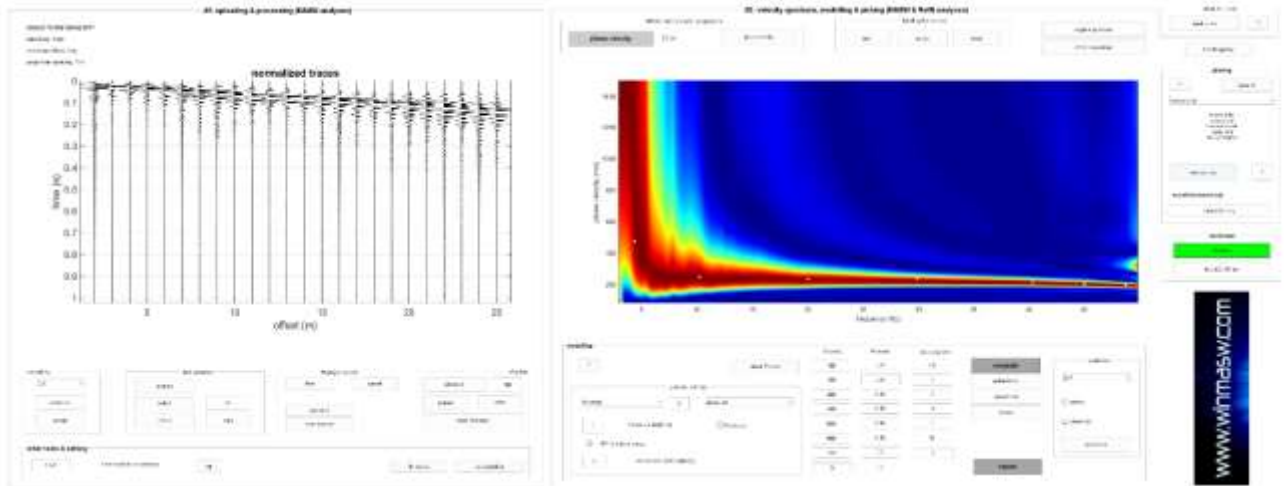
Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

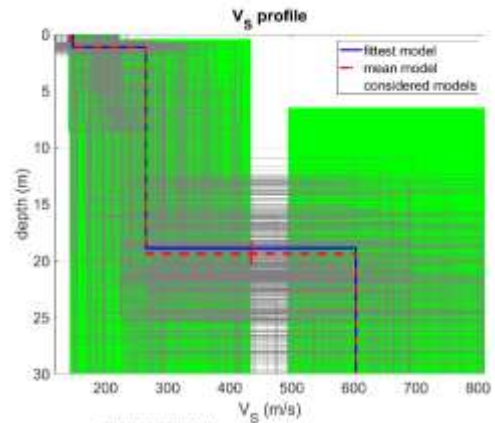
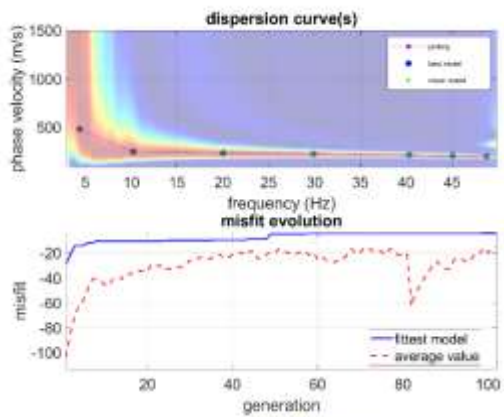
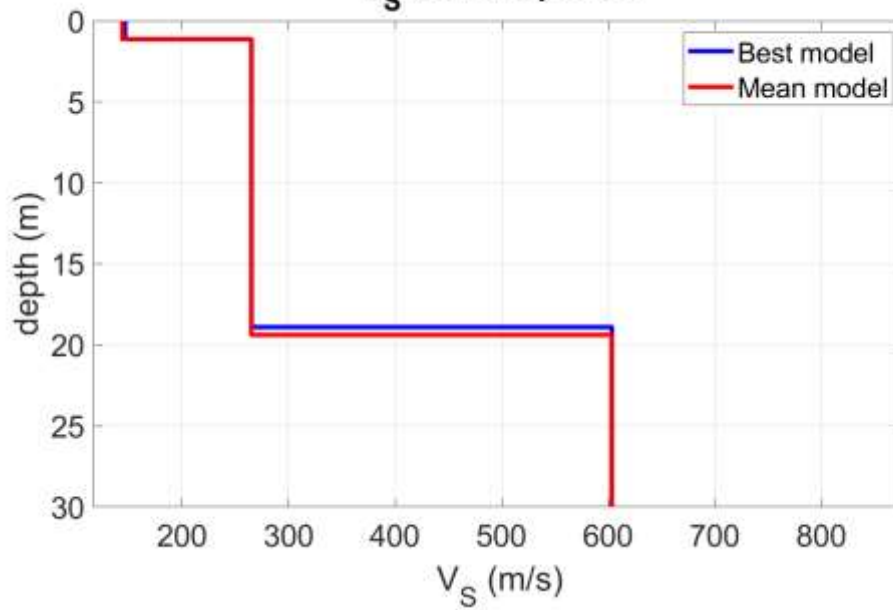
Vp (m/s): 305, 552, 1256

Poisson: 0.35 0.35 0.35

Vs30 and VsE (m/s): 322 322



V_S vertical profile



dataset: 13072502.DAT
dispersion curve: maswV2025m2.npz
V_S & V_{bE} (best model): 322 322 m/s
V_S & V_{bE} (mean model): 218 218 m/s

STENDIMENTO SISMICO N.3

Date: 16 5 2024 Time: 10 39 Dataset: ifvortanstorn3.DAT

Subsurface Model

Vs (m/s): 210, 241, 264, 1101

Standard deviations (m/s): 5, 12, 7, 234

Thickness (m): 4.7, 7.6, 22.2

Standard deviations (m/s): 0.7, 0.6, 1.8

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.85, 1.89, 1.91, 2.23

Shear modulus (MPa) (approximate values): 82 110 133 2703

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: maswfv3ortanm2.cdp

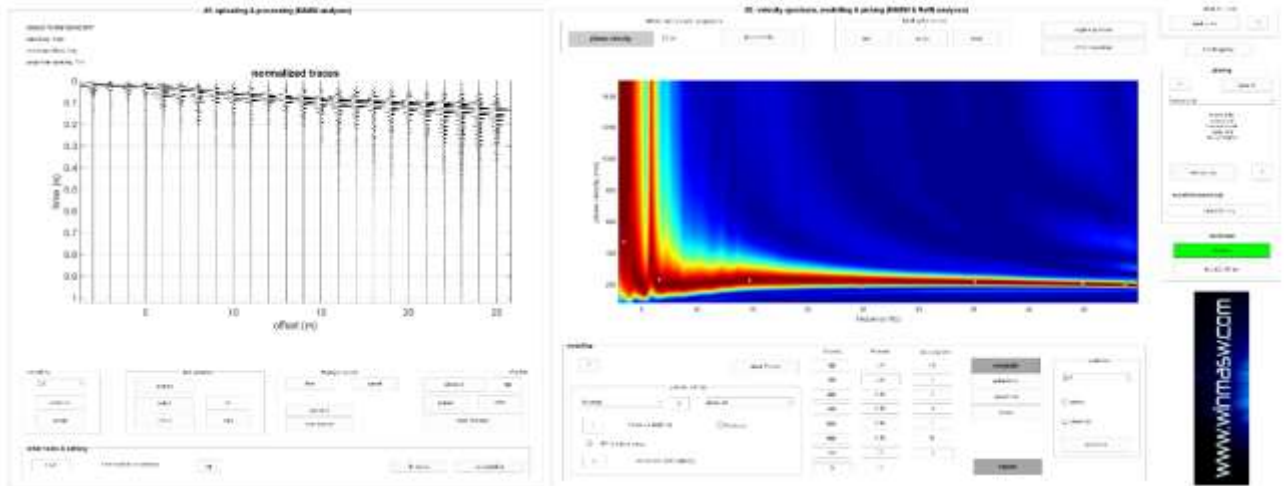
Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

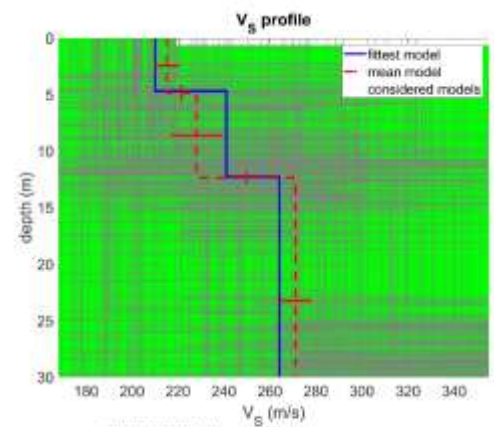
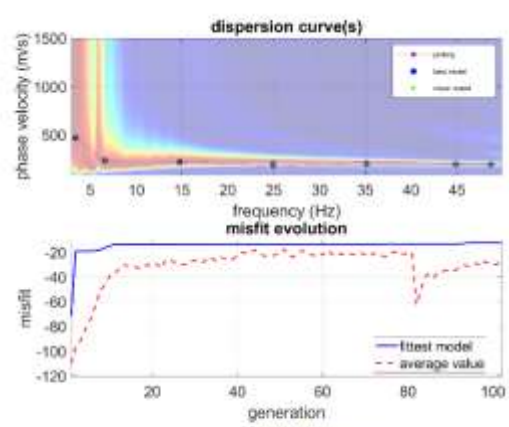
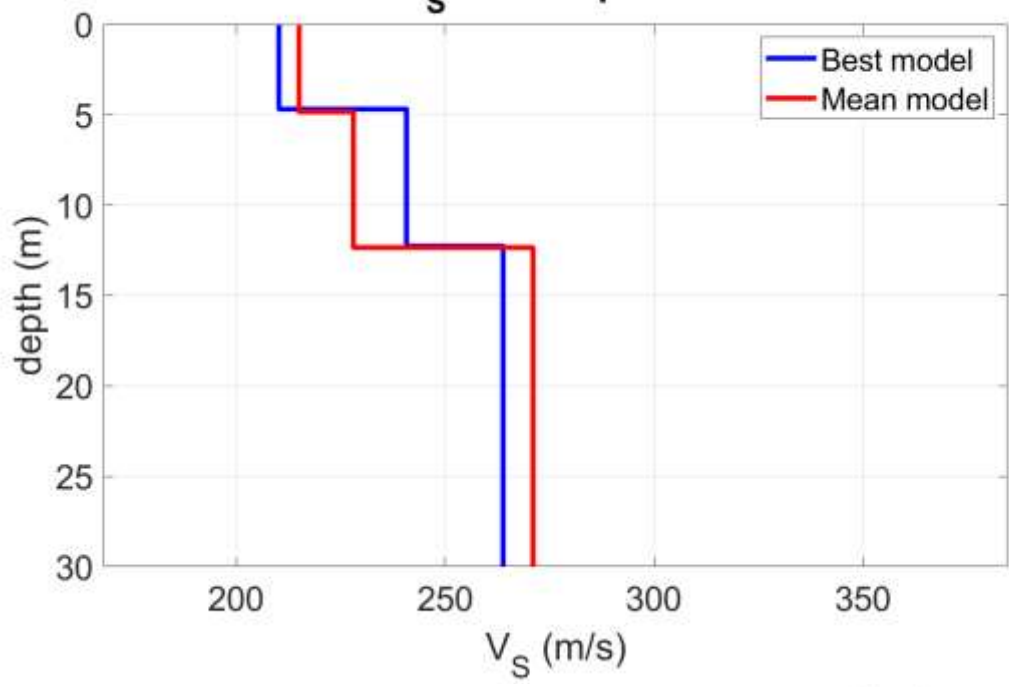
Vp (m/s): 438, 501, 549, 2059

Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.30

Vs30 and VsE (m/s): 248 248



V_S vertical profile



dataset: libratelandc.DAT
dispersion curve: maswV3version2.mpl
V30 & V32 (best model): 240 240 m/s
V30 & V32 (mean model): 260 260 m/s

STENDIMENTO SISMICO N.4

Date: 16 5 2024 Time: 10 42 Dataset: ifvortanstorn4.DAT

Subsurface Model

V_s (m/s): 230, 369, 1058

Standard deviations (m/s): 1, 25, 68

Thickness (m): 14.8, 33.8

Standard deviations (m/s): 0.3, 3.5

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.88, 1.99, 2.25

Shear modulus (MPa) (approximate values): 99 271 2514

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: maswfv4ortanm2.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for V_p and Poisson (please, see manual)

V_p (m/s): 479, 769, 2202

Poisson: 0.35 0.35 0.35

V_{s30} and V_{sE} (m/s): 284 284

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 42 del 20/02/2018) e Circolare n.7 del 21/01/2019 C.S.L.L.P.P.

Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria

Caratteristiche della superficie topografica

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

- *Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.*
- *Riferimenti Dal Moro G., Pipan M. & Gabrielli P., 2007, RayleighWaveDispersion Curve Inversion via GeneticAlgorithms and PosteriorProbabilityDensity Evaluation, J. Appl. Geophysics, 61,39-55Park C.B., Miller R. D., & Xia J.,1999, Multichannel analysis of surface waves, Geophysics, 64,3;*

CONCLUSIONI PROVE MASW

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della V_{seq} (e del modulo di taglio) e di conseguenza, del parametro V_{s30} , prendendo come riferimento il piano campagna. Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018, Circolare 21/01/2019, n.7 C.S.LL.PP.) il sito con $V_{seq}=248m/s$ rientra nella **categoria di fondazione tipo C** - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

E' bene ricordare che qualunque tecnica di geofisica applicata presenta un margine di errore intrinseco variabile in funzione della strumentazione usata, del tipo di tecnica, ecc. Per il sito investigato i valori di velocità sono da intendersi come valori medi all'interno di ciascuna unità geofisica e l'indagine non permette precisioni in termini di spessori inferiori al metro.

Ogni litotipo è caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde sismiche che dipende dai parametri elastici che sono influenzati, ad esempio, dalla densità, porosità, grado di saturazione la composizione mineralogica, ecc. Pertanto, per uno stesso litotipo il campo di variabilità della velocità è piuttosto ampio e, non sempre un orizzonte individuato con indagine sismica coincide con un orizzonte litologico.

Velocità a circa 15 metri dal p.c. delle onde V_s (oltre 300m/s) sono da ricondurre quasi certamente alla presenza di sedimenti ben addensati.

Il Geologo

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	27-1-2024
Cantiere:	Impianto Agrovoltaiico	Prof.tà prova:	80 cm
Località:	Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO

TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFISSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cmq}]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = $10/N$ [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

ϕ = Angolo attrito interno [°]

γ = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

γ = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Tabella valori di resistenza

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 80 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
<i>da 0 a 10</i>	4	25	16,04	1	<i>da 40 a 50</i>	5	14	20,04	1
<i>da 10 a 20</i>	5	22	20,04	1	<i>da 50 a 60</i>	6	15	24,05	1
<i>da 20 a 30</i>	5	18	20,04	1	<i>da 60 a 70</i>	6	14	24,05	1
<i>da 30 a 40</i>	5	15	20,04	1	<i>da 70 a 80</i>	100	100	400,89	1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

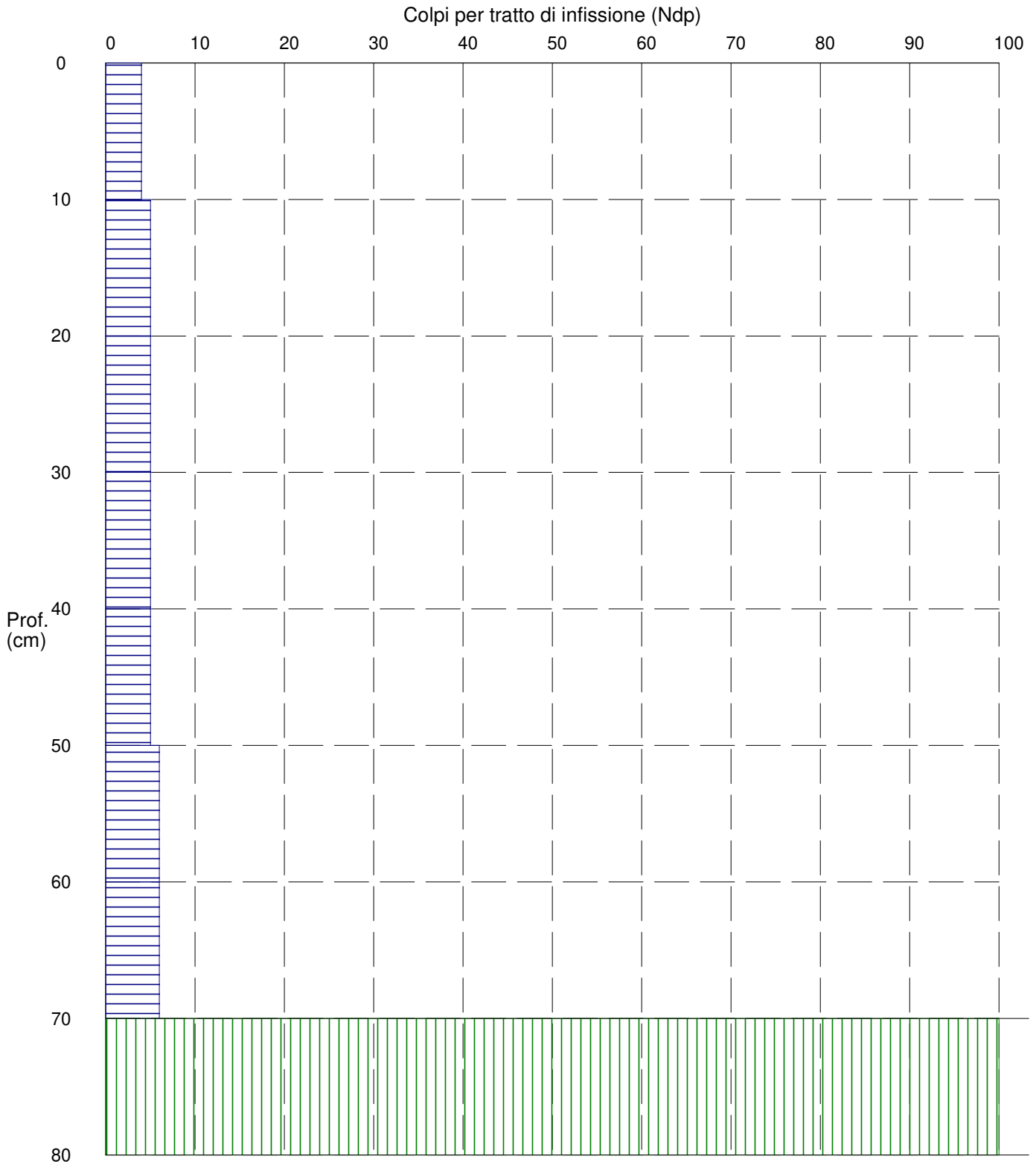
Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 80 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata



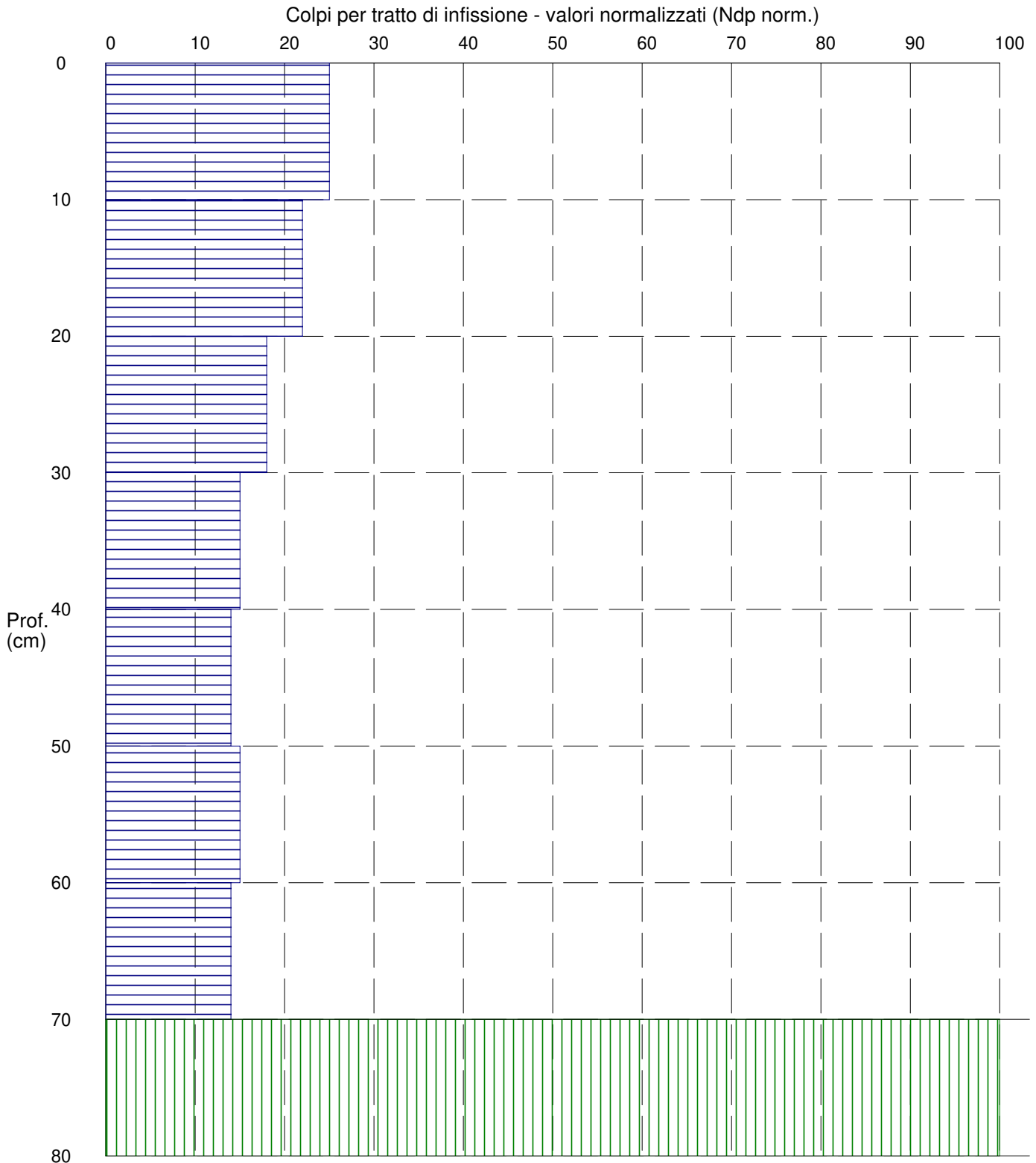
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Grafico Ndp - Profondità (valori normalizzati)

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Impianto Agrovoltaiico
Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Data: 27-1-2024
Prof.tà prova: 80 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Grafico Rpd - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

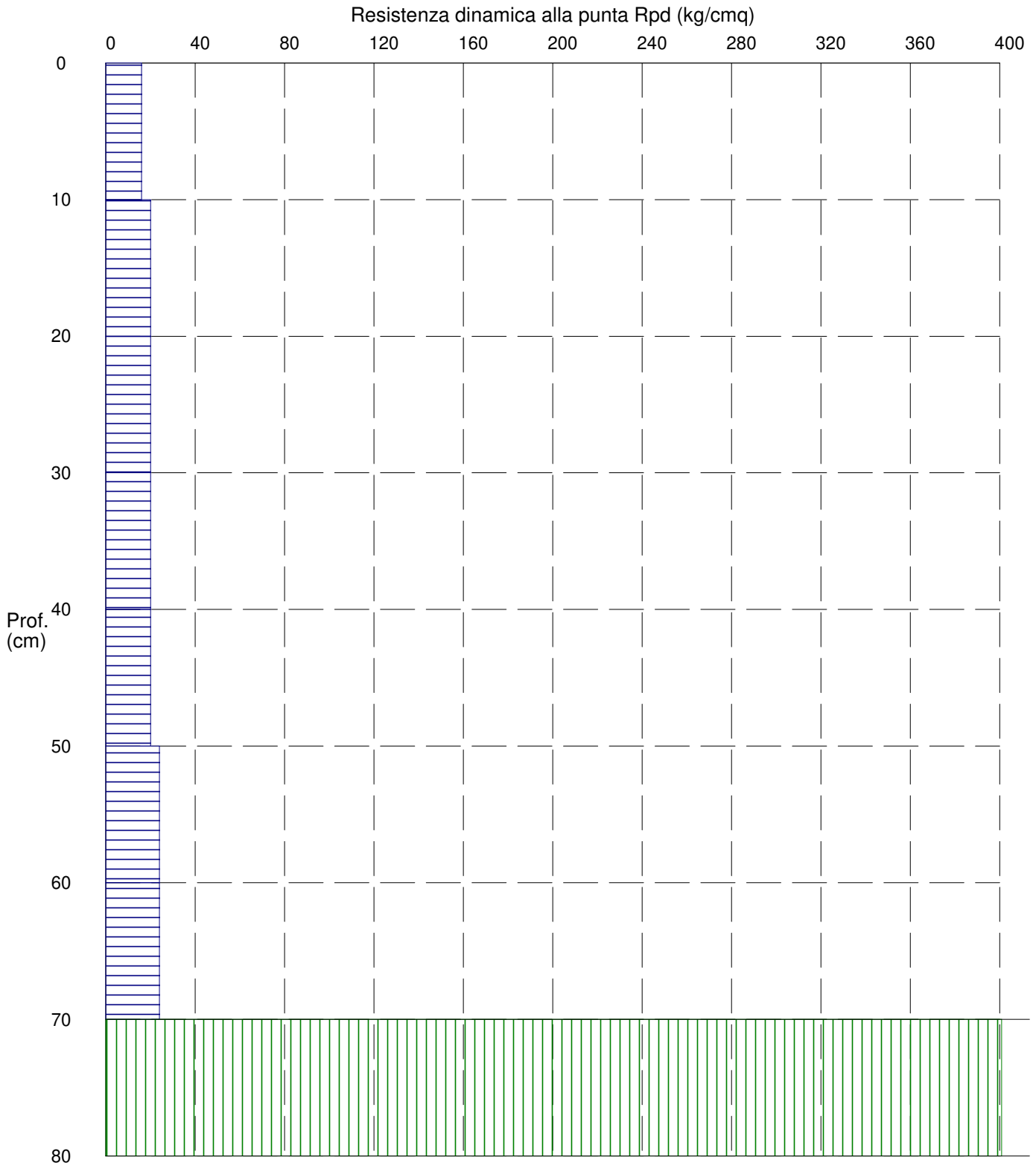
Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 80 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Grafico Qamm - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

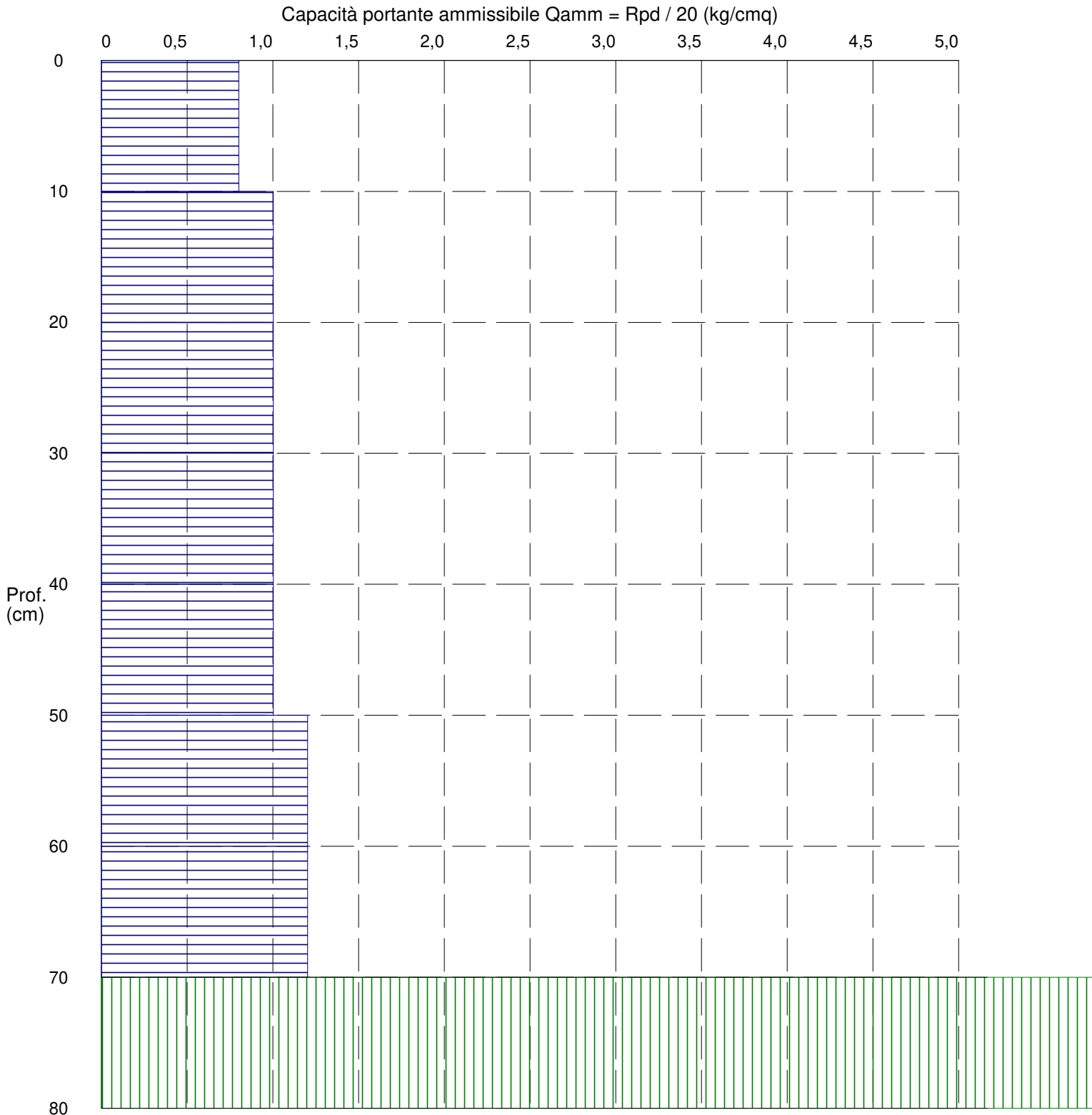
Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 80 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL Data: 27-1-2024
 Cantiere: Impianto Agrovoltaiico Prof.tà prova: 80 cm
 Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,70	Ndp	----	----	----	----
		Rpd (kg/cmq)	----	----	----	
2	da 0,70 a 0,80	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cmq)	400,9	400,9	400,9	

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	ϕ (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,70	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	0,80	100,0	33,5	2,30	392,0	338,0	13238	217,5	----	----	----	----	----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	27-1-2024
Cantiere:	Impianto Agrovoltaiico	Prof.tà prova:	80 cm
Località:	Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA: VALORI NORMALIZZATI

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,70	Ndp	-----	-----	-----	-----
		Rpd (kg/cmq)	-----	-----	-----	
2	da 0,70 a 0,80	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cmq)	400,9	400,9	400,9	

PARAMETRI GEOTECNICI: VALORI NORMALIZZATI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	ϕ (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,70	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2	0,80	100,0	33,5	2,30	392,0	338,0	13238	217,5	-----	-----	-----	-----	-----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	27-1-2024
Cantiere:	Impianto Agrovoltaiico	Prof.tà prova:	100 cm
Località:	Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO

TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFISSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cmq}]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = $10/N$ [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

ϕ = Angolo attrito interno [°]

y = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

y = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: M2 ENERGIA SRL

Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaico

Prof.tà prova: 100 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
<i>da 0 a 10</i>	4	25	16,04	1	<i>da 50 a 60</i>	5	12	20,04	1
<i>da 10 a 20</i>	4	17	16,04	1	<i>da 60 a 70</i>	7	16	28,06	1
<i>da 20 a 30</i>	4	14	16,04	1	<i>da 70 a 80</i>	9	19	36,08	1
<i>da 30 a 40</i>	5	15	20,04	1	<i>da 80 a 90</i>	10	20	40,09	1
<i>da 40 a 50</i>	5	14	20,04	1	<i>da 90 a 100</i>	100	100	376,57	2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

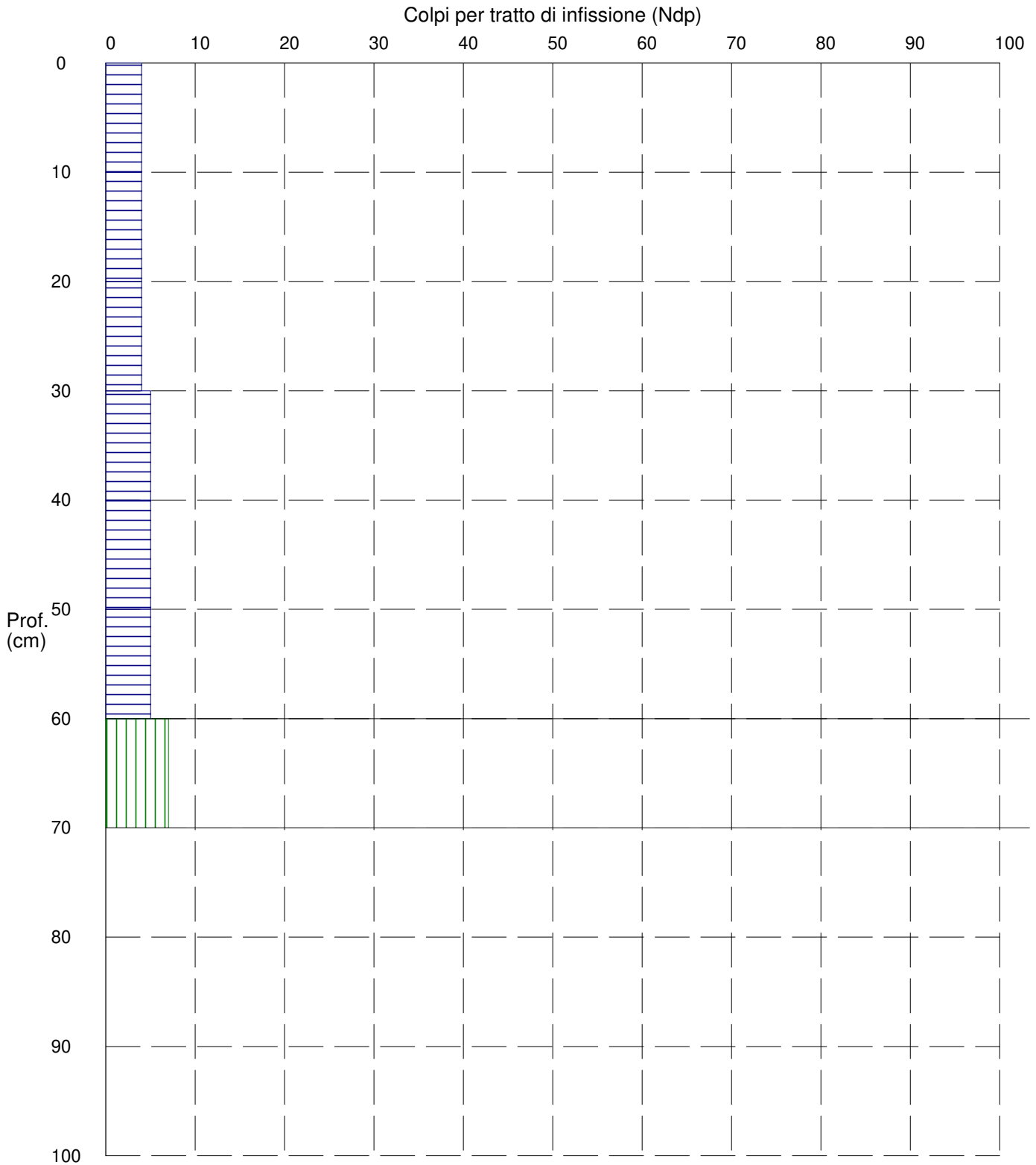
Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 100 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata



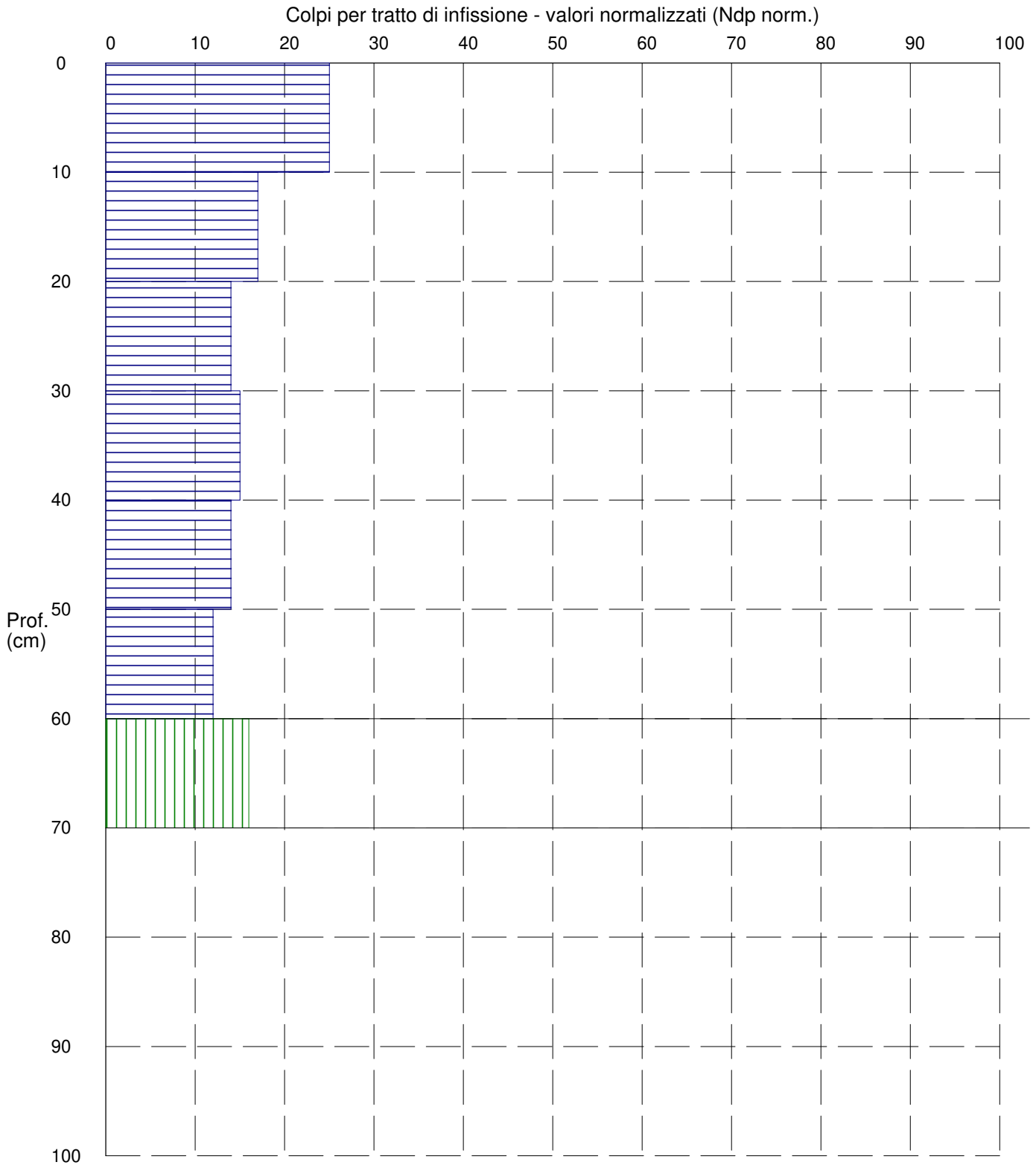
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Grafico Ndp - Profondità (valori normalizzati)

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Impianto Agrovoltaiico
Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Data: 27-1-2024
Prof.tà prova: 100 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Grafico Rpd - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

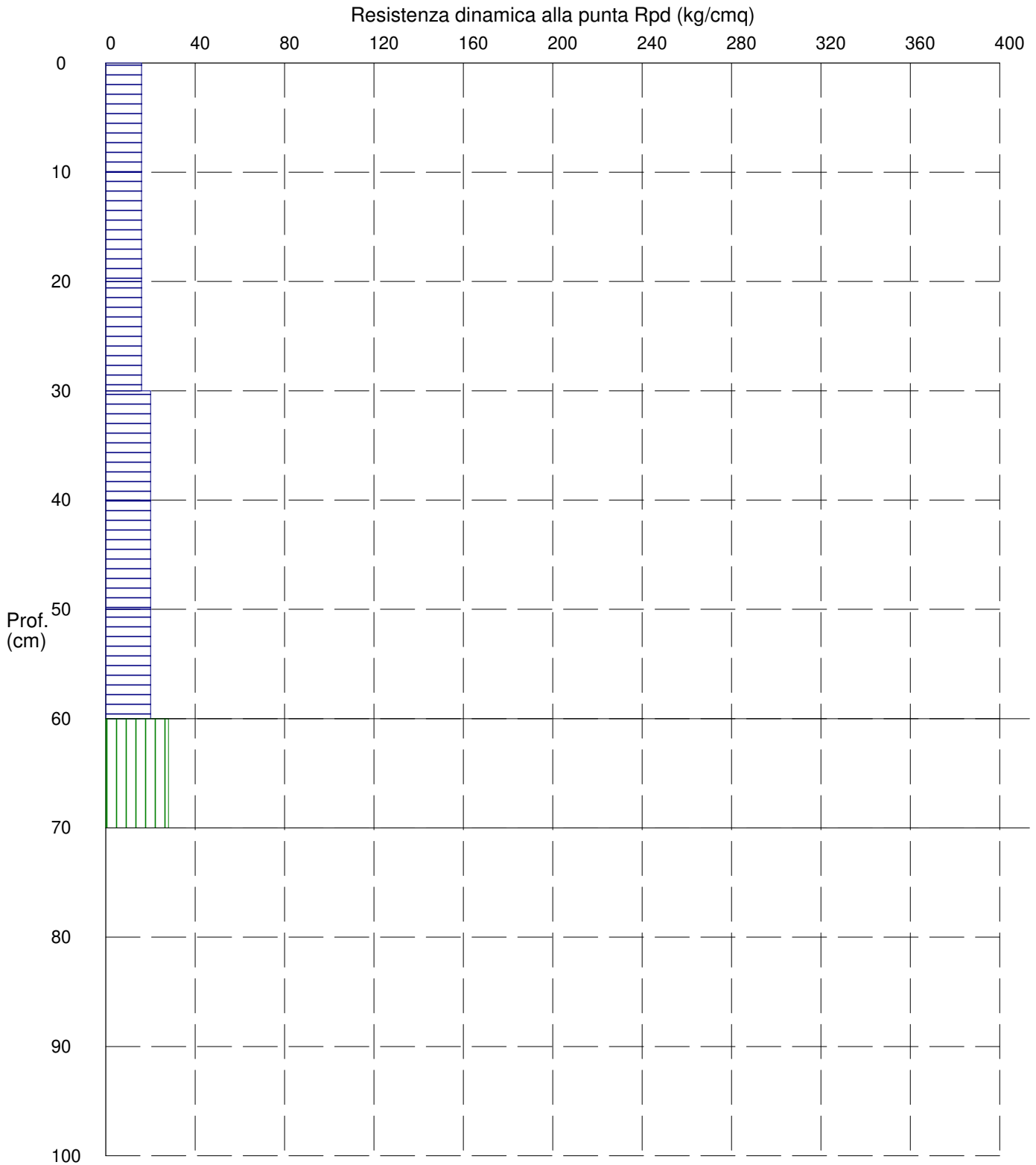
Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 100 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Grafico Qamm - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

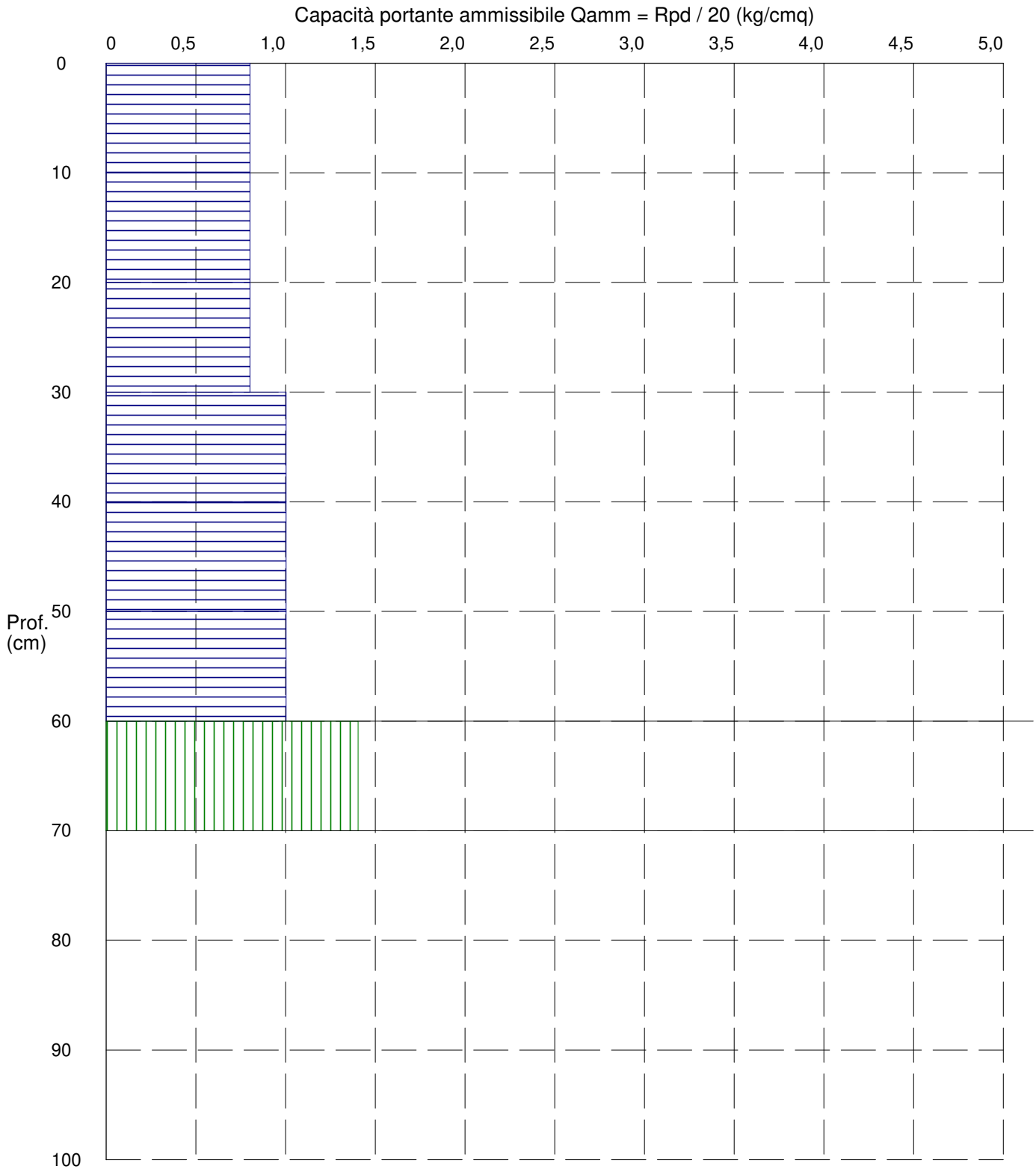
Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 100 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	27-1-2024
Cantiere:	Impianto Agrovoltaiico	Prof.tà prova:	100 cm
Località:	Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,60	Ndp	----	----	----	----
		Rpd (kg/cmq)	----	----	----	
2	da 0,60 a 0,70	Ndp	7	7	7,0	100,0
		Rpd (kg/cmq)	28,1	28,1	28,1	

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	ϕ (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,60	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	0,70	100,0	33,9	2,30	392,0	338,0	13238	216,3	----	----	----	----	----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	27-1-2024
Cantiere:	Impianto Agrovoltaiico	Prof.tà prova:	100 cm
Località:	Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA: VALORI NORMALIZZATI

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,60	Ndp	-----	-----	-----	-----
		Rpd (kg/cmq)	-----	-----	-----	
2	da 0,60 a 0,70	Ndp	16,59366295757666,6	16,59366295757666,6	16,59366295757666,6	16,6
		Rpd (kg/cmq)	28,1	28,1	28,1	

PARAMETRI GEOTECNICI: VALORI NORMALIZZATI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	ϕ (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,60	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2	0,70	93,8	31,1	1,72	96,7	69,4	4418	158,5	-----	-----	-----	-----	-----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	27-1-2024
Cantiere:	Impianto Agrovoltaico	Prof.tà prova:	90 cm
Località:	Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO

TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFSSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = $10/N$ [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

ϕ = Angolo attrito interno [°]

γ = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

γ = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: M2 ENERGIA SRL

Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaico

Prof.tà prova: 90 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
<i>da 0 a 10</i>	4	25	16,04	1	<i>da 40 a 50</i>	4	11	16,04	1
<i>da 10 a 20</i>	5	22	20,04	1	<i>da 50 a 60</i>	4	10	16,04	1
<i>da 20 a 30</i>	4	14	16,04	1	<i>da 60 a 70</i>	4	9	16,04	1
<i>da 30 a 40</i>	4	12	16,04	1	<i>da 70 a 80</i>	4	8	16,04	1
					<i>da 80 a 90</i>	100	100	400,89	1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

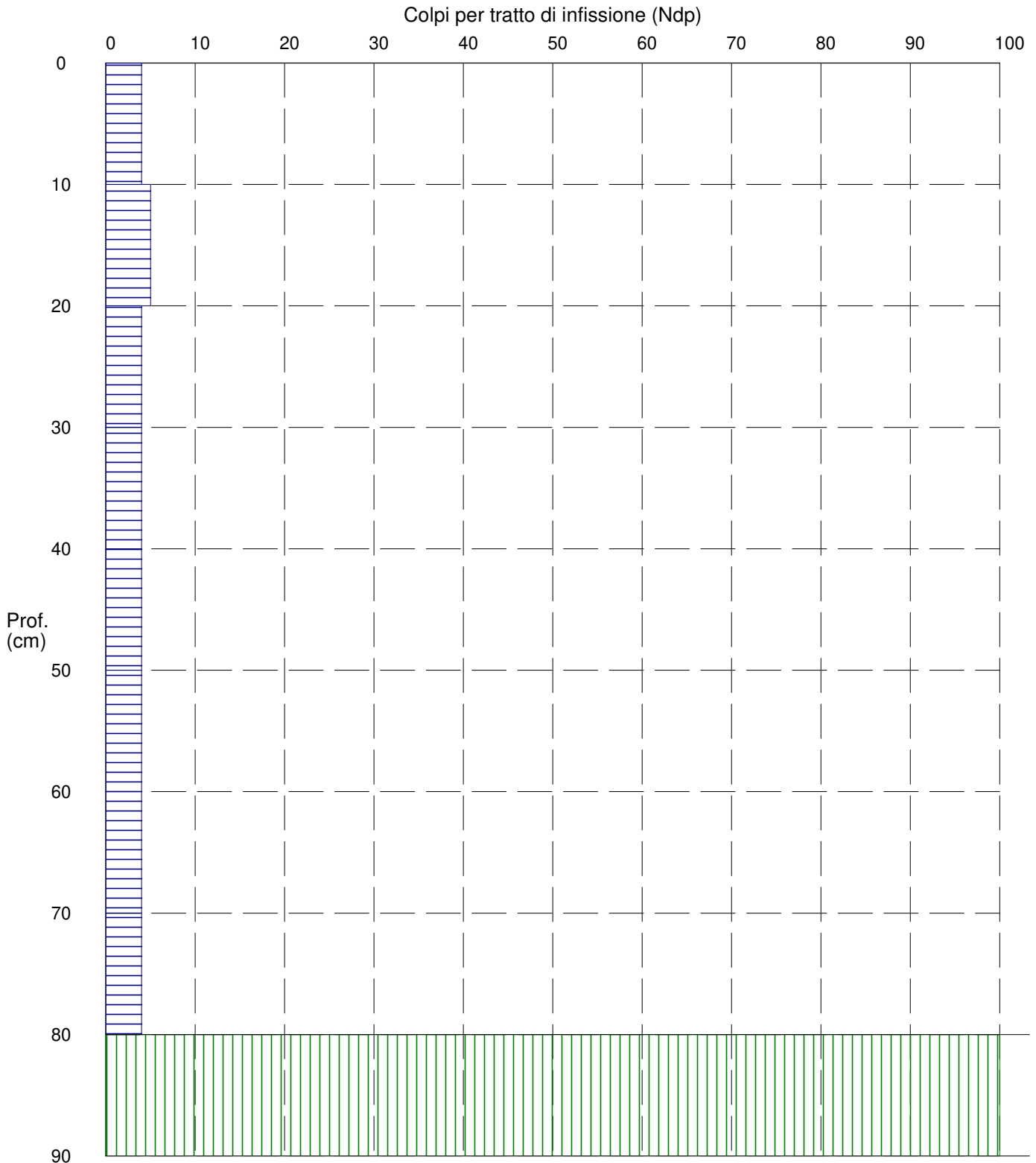
Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 90 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata



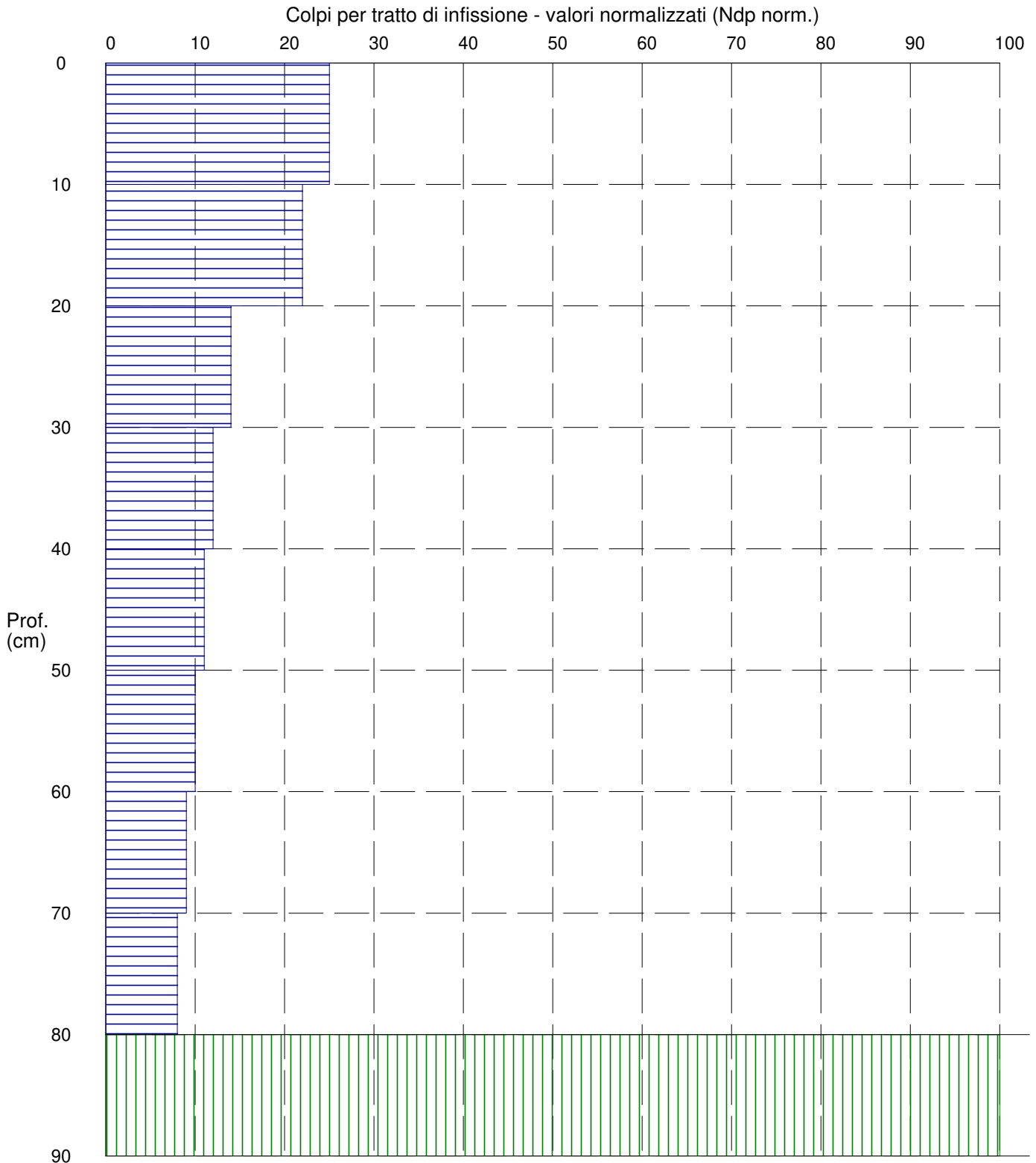
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Grafico Ndp - Profondità (valori normalizzati)

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Impianto Agrovoltaiico
Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Data: 27-1-2024
Prof.tà prova: 90 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Grafico Rpd - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

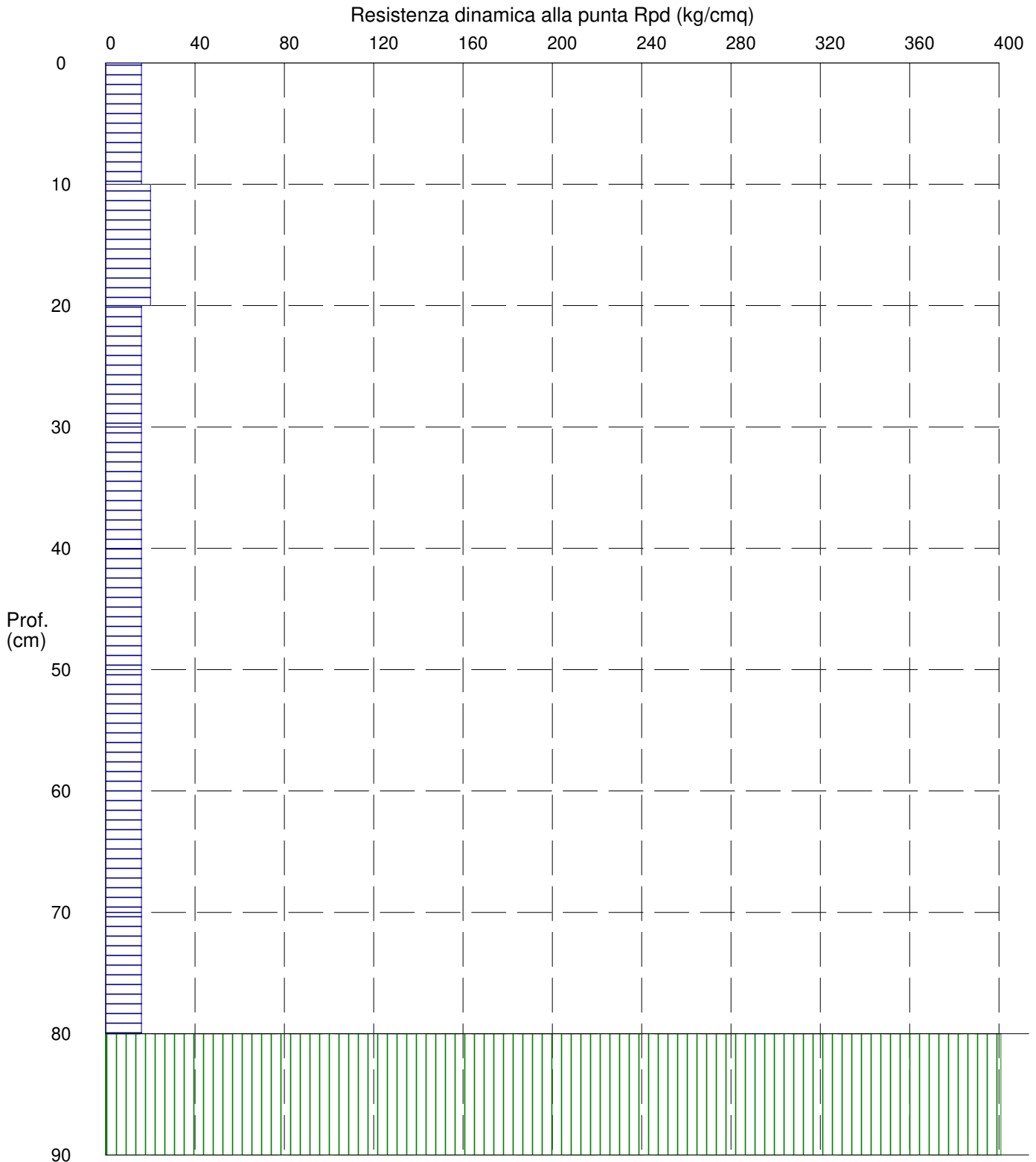
Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 90 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Grafico Qamm - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

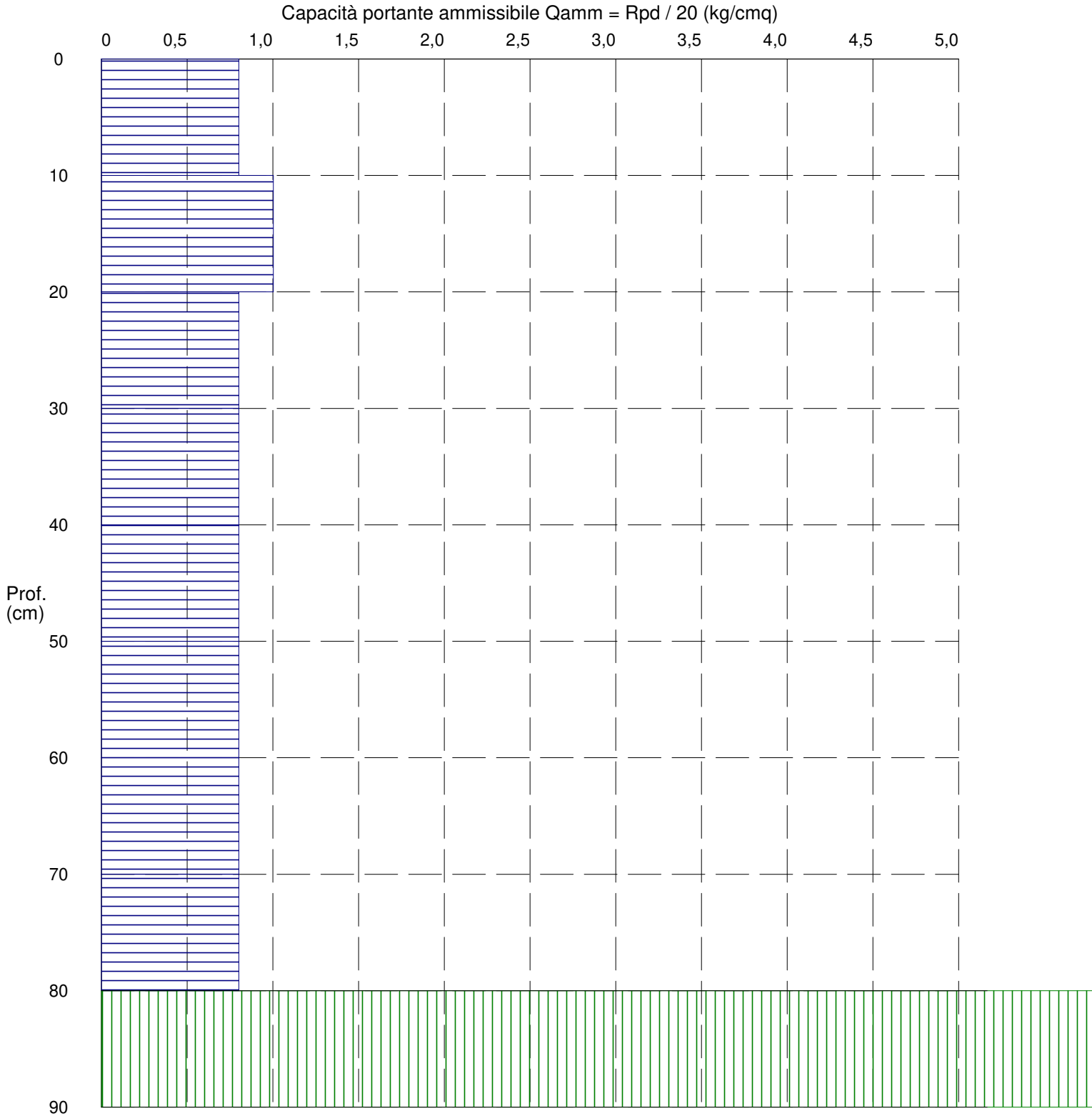
Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 90 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 90 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,80	Ndp	----	----	----	----
		Rpd (kg/cmq)	----	----	----	
2	da 0,80 a 0,90	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cmq)	400,9	400,9	400,9	

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	ϕ (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	0,90	100,0	33,9	2,30	392,0	338,0	13238	216,3	----	----	----	----	----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	27-1-2024
Cantiere:	Impianto Agrovoltaiico	Prof.tà prova:	90 cm
Località:	Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA: VALORI NORMALIZZATI

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 0,80	Ndp	----	----	----	----
		Rpd (kg/cmq)	----	----	----	
2	da 0,80 a 0,90	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cmq)	400,9	400,9	400,9	

PARAMETRI GEOTECNICI: VALORI NORMALIZZATI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	ϕ (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	0,80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	0,90	100,0	33,6	2,30	392,0	338,0	13238	216,3	----	----	----	----	----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	27-1-2024
Cantiere:	Impianto Agrovoltaiico	Prof.tà prova:	150 cm
Località:	Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO

TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFISSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = $10/N$ [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

ϕ = Angolo attrito interno [°]

y = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

y = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: M2 ENERGIA SRL

Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaico

Prof.tà prova: 150 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata

Prof. (cm)	Ndp	Ndp norm.	Rpd (kg/cmq)	aste	Prof. (cm)	Ndp	Ndp norm.	Rpd (kg/cmq)	aste
da 0 a 10	4	25	16,04	1	da 70 a 80	5	11	20,04	1
da 10 a 20	5	22	20,04	1	da 80 a 90	7	14	28,06	1
da 20 a 30	4	14	16,04	1	da 90 a 100	8	15	30,13	2
da 30 a 40	4	12	16,04	1	da 100 a 110	9	16	33,89	2
da 40 a 50	5	14	20,04	1	da 110 a 120	78	100	293,72	2
da 50 a 60	4	10	16,04	1	da 120 a 130	85	100	320,08	2
da 60 a 70	5	11	20,04	1	da 130 a 140	88	100	331,38	2
					da 140 a 150	100	100	376,57	2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

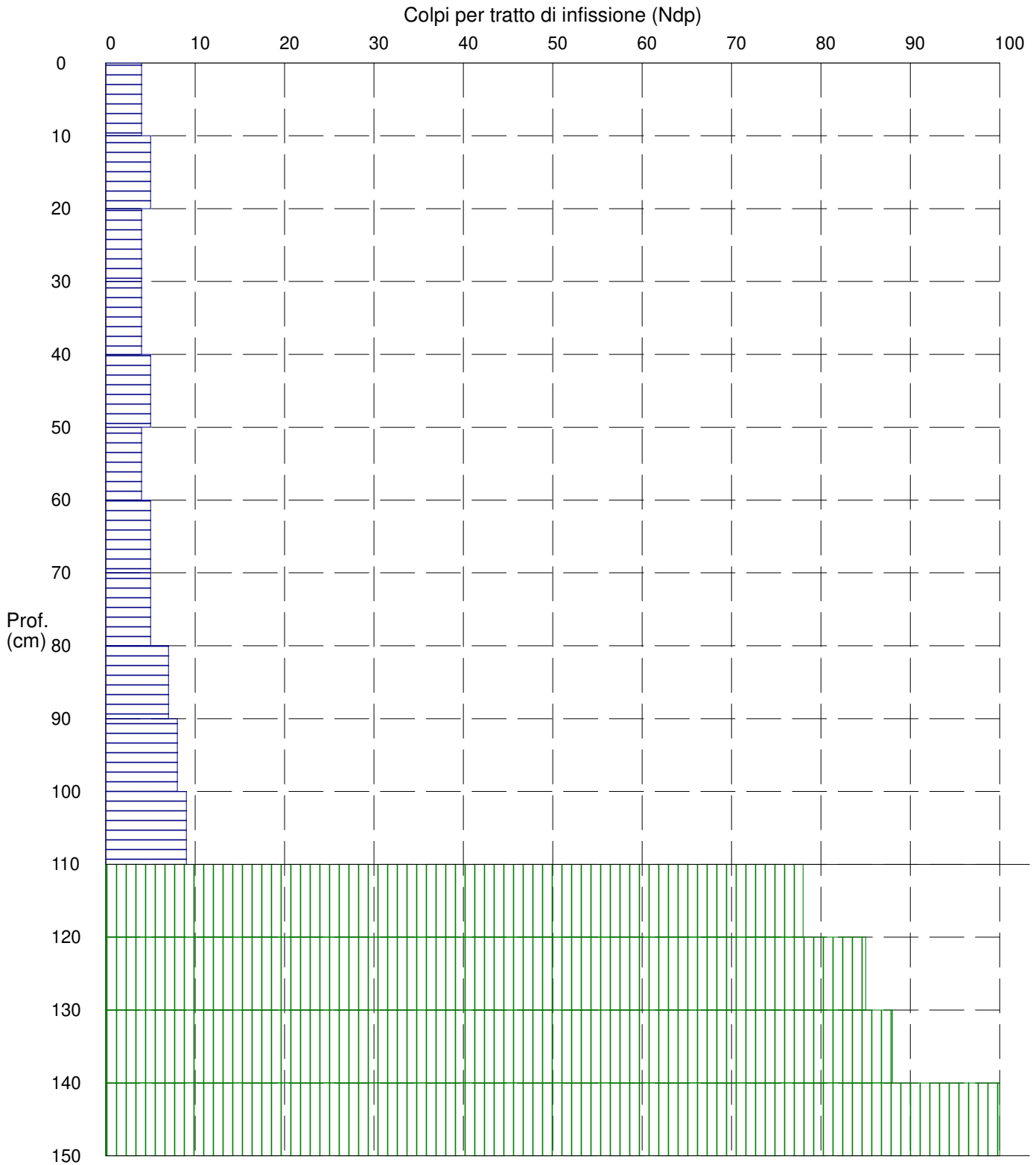
Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 150 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata



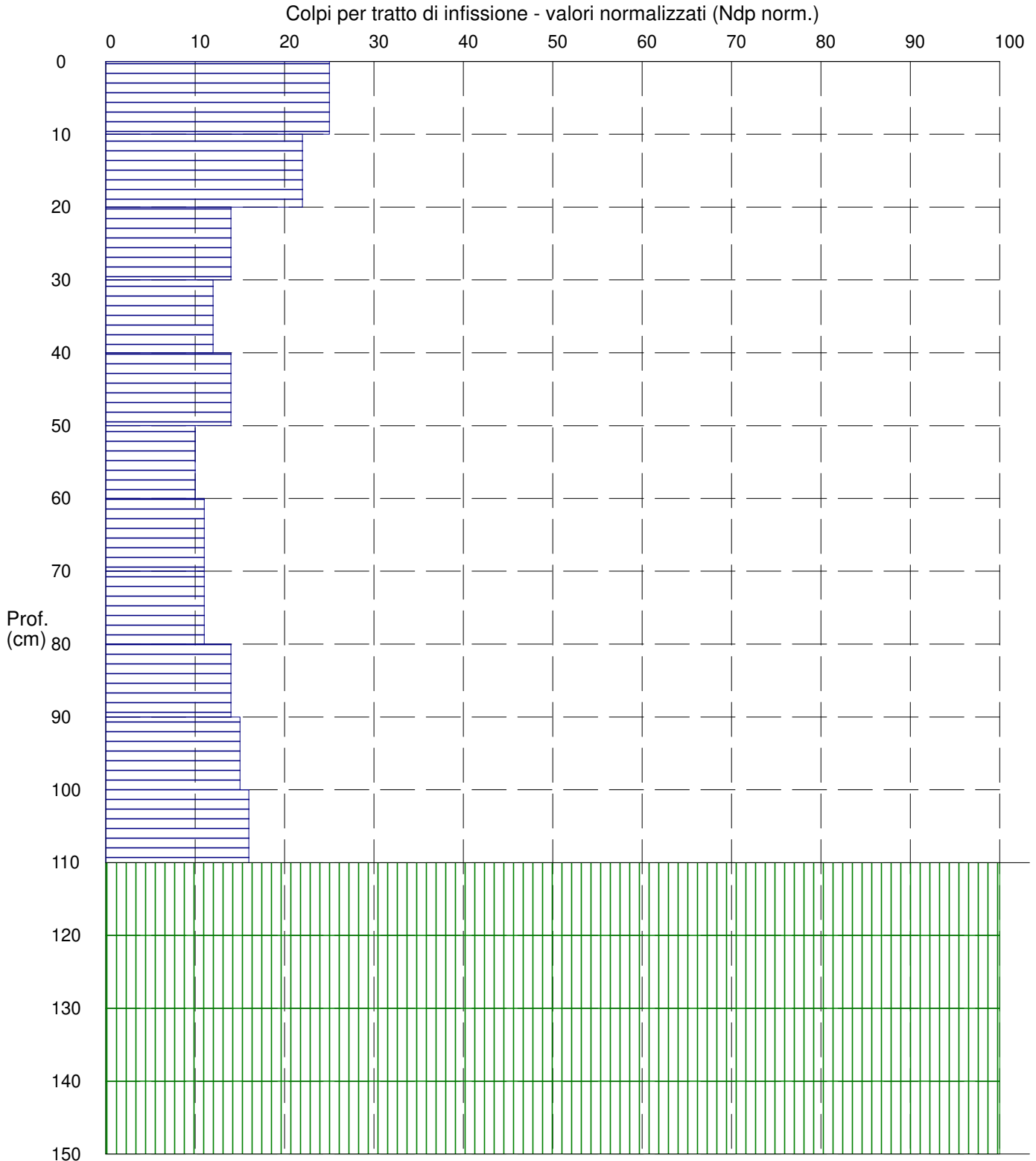
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Grafico Ndp - Profondità (valori normalizzati)

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Impianto Agrovoltaiico
Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Data: 27-1-2024
Prof.tà prova: 150 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



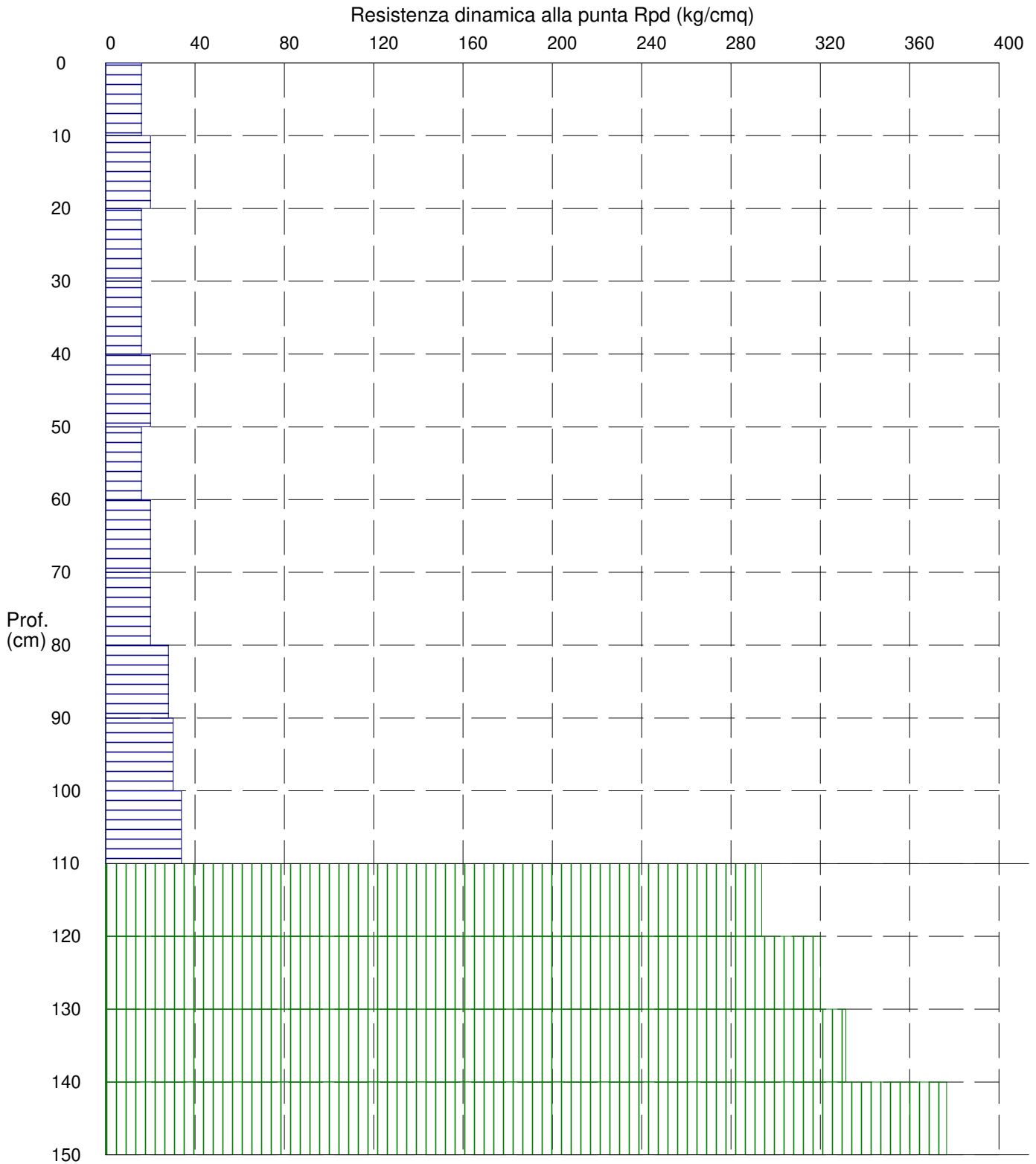
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Grafico Rpd - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Impianto Agrovoltaiico
Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Data: 27-1-2024
Prof.tà prova: 150 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



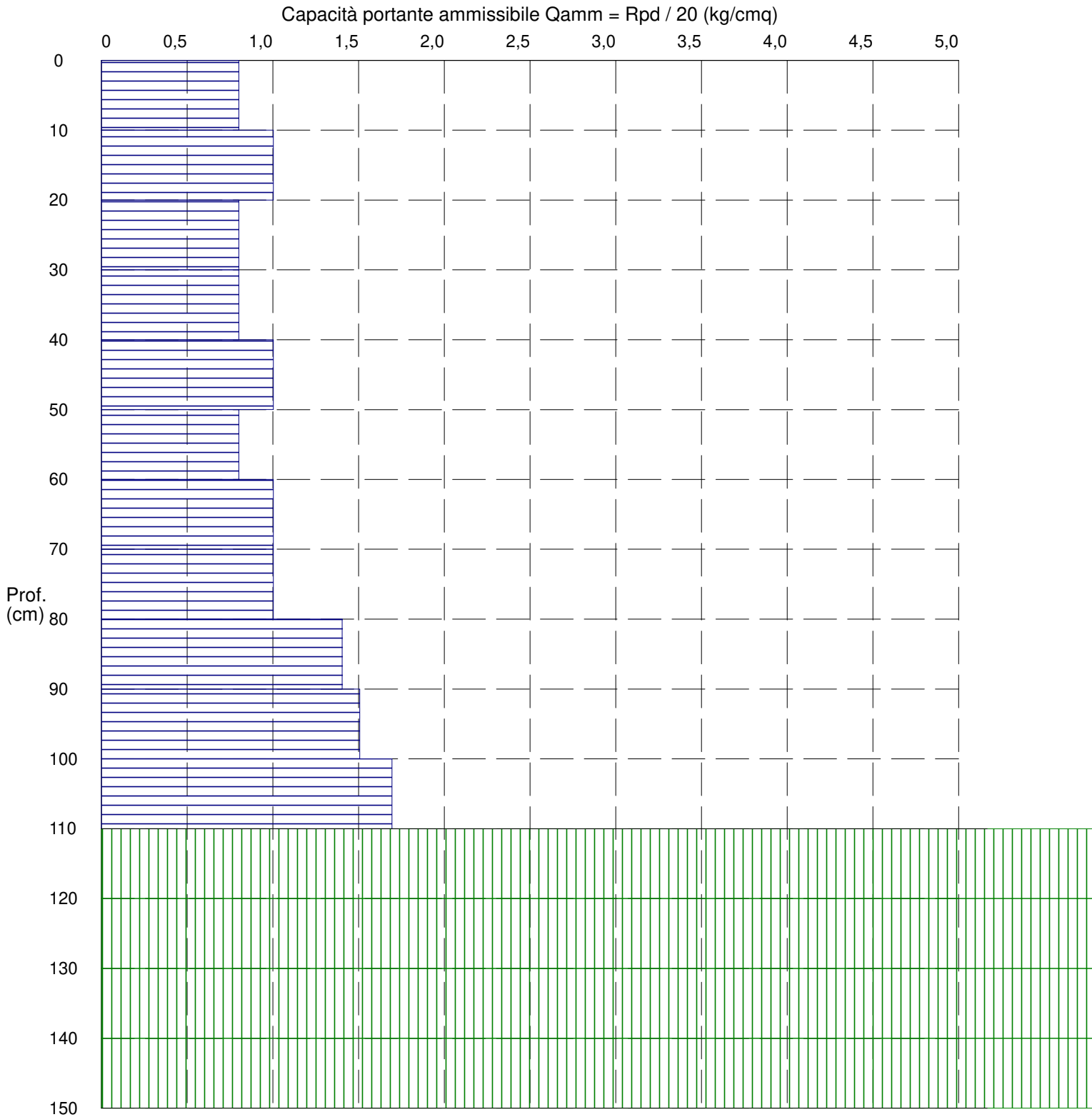
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Grafico Qamm - Profondità

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL
Cantiere: Impianto Agrovoltaiico
Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Data: 27-1-2024
Prof.tà prova: 150 cm
Prof.tà falda: Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente: M2 ENERGIA SRL

Data: 27-1-2024

Cantiere: Impianto Agrovoltaiico

Prof.tà prova: 150 cm

Località: Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta

Prof.tà falda: Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 1,10	Ndp	-----	-----	-----	-----
		Rpd (kg/cmq)	-----	-----	-----	
2	da 1,10 a 1,50	Ndp	78	100	87,8	100,0
		Rpd (kg/cmq)	293,7	376,6	330,4	

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	ϕ (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	1,10	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2	1,50	100,0	33,9	2,30	392,0	338,0	13238	216,3	-----	-----	-----	-----	-----

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

GENERALITA'

Committente:	M2 ENERGIA SRL	Data:	27-1-2024
Cantiere:	Impianto Agrovoltaiico	Prof.tà prova:	150 cm
Località:	Loc. Orta Nova- Stornara- La Paludetta	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

ELABORAZIONE STATISTICA: VALORI NORMALIZZATI

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 1,10	Ndp	-----	-----	-----	-----
		Rpd (kg/cmq)	-----	-----	-----	
2	da 1,10 a 1,50	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cmq)	293,7	376,6	330,4	

PARAMETRI GEOTECNICI: VALORI NORMALIZZATI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE							COESIVO				
		Dr (%)	ϕ (°)	y (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cmq	y (t/mc)	Ed kg/cmq	Go (t/mq)
1	1,10	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2	1,50	100,0	32,0	2,30	392,0	338,0	13238	222,1	-----	-----	-----	-----	-----

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. Legge n. 64 del 02.02.1974. *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;
2. D.M. 11.03.1988 - *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri...”*;
3. Circolare Min. LL. PP. n. 30483 del 24.09.1988 - *“Norme di attuazione del D.M. 11.03.1988”*;
4. Circolare Ministero Lavori Pubblici 9 gennaio 1996 n. 218/24/3. Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. *“Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica”*;
5. Legge Regionale 9 dicembre 2002, n. 19 - *Istituzione dell’Autorità di bacino della Puglia*;
6. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274 – *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*;
7. Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 – *“Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell’articolo 10 Legge 6 luglio 2002, n. 137 e succ. mod. e integr.”*;
8. Autorità di Bacino della Puglia - Deliberazione del Comitato Istituzionale del 15.12.2004 - *“Adozione del Piano di Bacino della Puglia, stralcio “assetto idrogeologico” e delle relative misure di salvaguardia e NTA del PAI 30/11/2005*
9. D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006 – *“Norme in Materia Ambientale”* e succ. mod. ed int.; 10. Deliberazione della Giunta Regionale n. 176 del 16/02/2015 – *Approvazione del Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia (PPTR)*;
11. Regolamento Regionale 11 marzo 2015, n. 9 – *“Norme per i terreni sottoposti a vincolo idrogeologico”*;
12. Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 – *“Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni”*;
13. Circolare 21 gennaio 2019 n.7 *“Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”»* .
14. Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 19 giugno 2019 – *“Approvazione di varianti al Piano stralcio assetto idrogeologico (PAI), assetto geomorfologico e assetto idraulico del territorio della ex Autorità di Bacino della Puglia”*.

BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI B., PALMIERI E.L.-PAROTTO M.- Il globo terrestre e la sua evoluzione- Zanichelli 1973-2008
- TERZAGHI K., PECK R.B. – Geotecnica- UTET-1967-1996
- LANCELLOTTA R. “*Geotecnica*” – Zanichelli 1987-1993
- GASPARINI P., MANTOVANI M.S.M.- Fisica della terra solida -Liguori Editori 1984
- LAMBE T. WILLIAM, WHITMAN ROBERT V. (1979) – “*Meccanica dei terreni*” – Dario Flaccovio Editore, 1997.
- PARRIAUX A.- Fondamenti di geologia per l'ingegneria- Dario Flaccovio Editore, 2013
- IPPOLITO F., NICOTERA P., LUCIANA P., CIVITA M., DE RISO R.- Geologia tecnica- ISEDI 1993
- BALDUZZI A., CASNEDI R., CRESCENTI U. & TONNA M. (1982) – “*Il Plio-Pleistocene del sottosuolo del bacino pugliese (Avanfossa Appenninica)*”. Geologia Romana, 21, 1- 28, 20 figg., 1984, Roma.
- BOENZI F. (1983)– *Il quadro geografico-fisico in: Puglia, un mezzogiorno diverso*”. La Geografia nelle scuole, 28(2), 69-82, Opicina, Trieste.
- A.MALATESTA, U.PERNO,G. STAMPANONI. (1969) - *Note illustrative alla Carta geologica d'Italia: F° 175 “Cerignola”*. - Serv. Geol. d'Italia, 1- 24, Roma
- BOSCHI, E. GUIDOBONI, E. FERRARI, G. MARIOTTI, D. VALENSISE, G. GASPERINI, P. (2000) – “*Catalogue of strong Italian earthquakes from 461 B.C. to 1997*”. Annali di Geofisica, 43, 609-868.
- BOWLES J. E. (1991) – Fondazioni, progetto e analisi – McGraw-Hill.
- CALDARA M. & PENNETTA L. (1993) – “*Nuovi dati per la conoscenza geologica e morfologica del Tavoliere di Puglia*”. Bonifica, 3, 25-42, 12 figg., Foggia.
- CASNEDI R. (1988) – “*La fossa Bradanica: origine, sedimentazione e migrazione*”. Mem. Soc. Geol. It. 41, 439-448, 7 figg., 1992, Roma.
- CASNEDI R., CRESCENTI U. & TONNA M. (1982) – “*Evoluzione della avanfossa adriatica meridionale nel Plio- Pleistocene, sulla base dei dati di sottosuolo*”. Mem. Soc. Geol. It., 24,243-260, 10 figg., 1984, Roma.
- CELICO P. (1986) – “*Prospezioni idrogeologiche*” Volume I e II, Liguori editore s.r.l.
- CHERUBINI (2000), (*Reliability evaluation of shallow foundation bearing capacity on c'phi'soils, Canadian Geotechnical Journal*,37,264-269
- CIARANFI N., GALLICCHIO S., LOIACONO F., - *Note illustrative alla carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 422 “CERIGNOLA”* - ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) – Servizio Geologico d'Italia.
- COTECCHIA V. (1956) – “*Gli aspetti idrogeologici del Tavoliere delle Puglie*”. L'Acqua, 11- 12, 168-180, 6 figg..
- COTECCHIA V. (2014) – “*Memorie descrittive della carta geologica d'Italia. Vol. 92: Le acque sotterranee e l'intrusione marina in Puglia: dalla ricerca all'emergenza nella salvaguardia della risorsa*”. ISPRA Serv. Geologico d'Italia,
- DEL GAUDIO V. – “*Elementi per la stima della pericolosità sismica in Puglia*”. Geologi e Territorio n. 2/2007.
- FACCIORUSSO J., MADIAI C., VANNUCCHI G. – “*Dispense di Geotecnica, cap. 4 Idraulica dei terreni*” – Università degli Studi di Firenze – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambiente.
- Database Macrosismico Italiano (DBMI15). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).
- MAGGIORE M., NUOVO G. & PAGIARULO P. (1996) – “*Caratteristiche idrogeologiche e principali differenze idrochimiche delle falde sotterranee del Tavoliere di Puglia*”. Mem. Soc. Geol. It., 51, 669-684, 12 figg., Roma.
- MORSILLI M. – “*Sintesi delle conoscenze geologiche e stratigrafiche del Promontorio del Gargano* - Geologi e Territorio, n. 2/2016, pagg. 15-30.
- PATACCA E., SCANDONE P. & MAZZA P. (2008) – *Oligocene migration path for Apulia macromammals: the Central-Adriatic bridge*. Boll. Soc. Geol. It, 127, 337-355.
- RICCHETTI G., CIARANFI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F. & PIERI P. (1988) – “*Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'Avanpaese Apulo*”. Mem. Soc. Geol. It., 41 (I), 57-82, 15 figg., 1992, Roma.
- ZORZI L., REINA C., (1956) - “*Sulla presunta idrografia sotterranea profonda della capitanata*”. «Geotecnica» A. 3°, n. 1.