

21_14_PV_ALF_AU_RE_03_00	LUGLIO 2022	RELAZIONE GEOTECNICA	Geol. Leonardo Gioia	Geol. Leonardo Gioia	Geol. Leonardo Gioia
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

OGGETTO:
 Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n. 881 nel Comune di Roma.

COMMITTENTE:

CAVA ALFA S.r.l.
Via della Stazione di S. Pietro, 65
00165 Roma (RM)

TITOLO:
A. ELABORATI TECNICI
 Relazione Geotecnica

PROJETTO engineering s.r.l.
 società d'ingegneria
 direttore tecnico
Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO



Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)
 tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914
 studio@projetto.eu
 web site: www.projetto.eu P.IVA: 02658050733



NOME FILE
 21_14_PV_ALF_AU_RE_03_00

SOSTITUISCE:

 SOSTITUITO DA:

CARTA:
A4

SCALA: / **ELAB. RE.03**

Indice

1. Premessa	2
2. Ubicazione del sito di studio.....	3
3. Geomorfologia di dettaglio.....	5
4. Inquadramento geologico di dettaglio	8
5. Caratterizzazione sismica dell'area	13
5.1 Classificazione categoria di sottosuolo con metodologia Masw	16
6. Prove Penetrometriche dinamiche continue (DPM)	19
6.1 Ubicazione indagini.....	21
7. Conclusioni	25
-ALLEGATI-	

1. Premessa

Lo scrivente Geol. Leonardo Gioia, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n. 749, su incarico conferitogli dalla Progetto Engineering s.r.l. per conto di CAVA ALFA S.r.l. Via della Stazione di S. Pietro, 65, 00165 Roma (RM), ha effettuato il presente studio geologico, geotecnico generale e di dettaglio a corredo del progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n. 881 nel Comune di Roma.

Lo studio geologico si è svolto in ottemperanza al D.M del 11/03/1988, all'OPCM n° 3274 del 20/03/2003 e alle disposizioni dettate dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. del 17/01/2018 al fine di ricostruire un modello geologico atto a fornire i caratteri stratigrafici, litologici, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità geologica del sito. La prima fase ha previsto un rilevamento geologico di dettaglio, avvalendosi della cartografia dell'area, ed è stato fatto riferimento alle informazioni bibliografiche disponibili e a precedenti lavori svolti nelle stesse aree. Successivamente si è giunti ad una ricostruzione del modello geologico e stratigrafico del sito come previsto dalle normative vigenti.

A tale scopo sono state effettuate una serie di indagini geognostiche specifiche, in particolare:

-n.2 Indagini penetrometriche dinamiche;

-n.2 Indagini sismiche tipo Masw per la valutazione delle $V_{s_{eq}}$ 30.

Inoltre è stato utilizzato uno studio del 2021 a cura del Geol. Zaffiro per comprendere meglio lo stato dei fronti di scavo e il recupero ambientale generale.

2. Ubicazione del sito di studio

Il sito di studio è ubicato a sud-ovest rispetto all'abitato del Comune di Roma (RM), precisamente in località "Tenuta Somaini" (Magliana - Ponte Galeria) tra via Portuense a Nord, il Fosso della Magliana a Est, il centro direzionale dell'Alitalia (Autostrada Roma – Fiumicino) a Sud e il G.R.A. a Est. Topograficamente l'area, essendo di notevole estensione, varia dai 30 metri circa della zona più a sud a 60 metri circa di quella più a nord. L'area ricade interamente nel Foglio 149 (Cerveteri) della Carta geologica d'Italia al 100.000 e all'interno del Foglio 374 (Roma) della carta geologica al 50.000. Altimetricamente la zona risulta da sub-pianeggiante a debolmente acclive con blandi cambi di pendenza, i fronti di scavo risultano stabilizzati con dislivelli variabili.

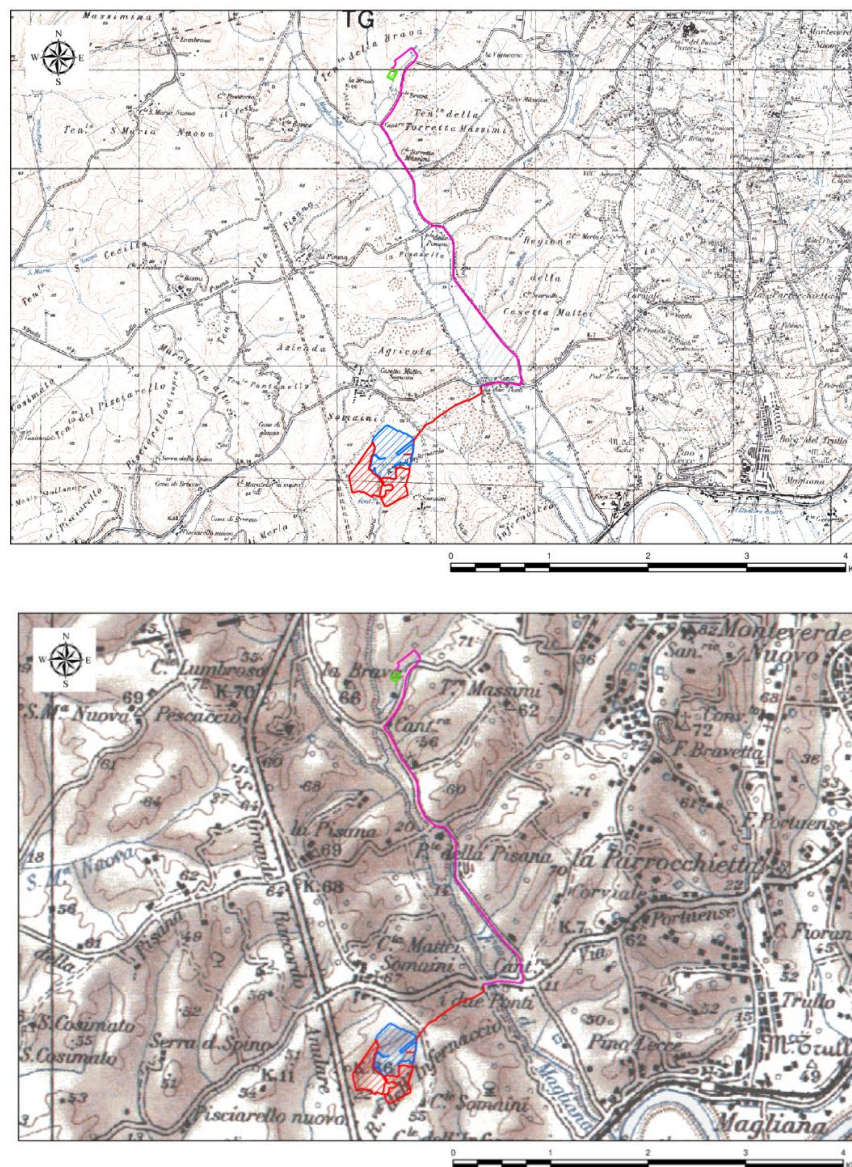
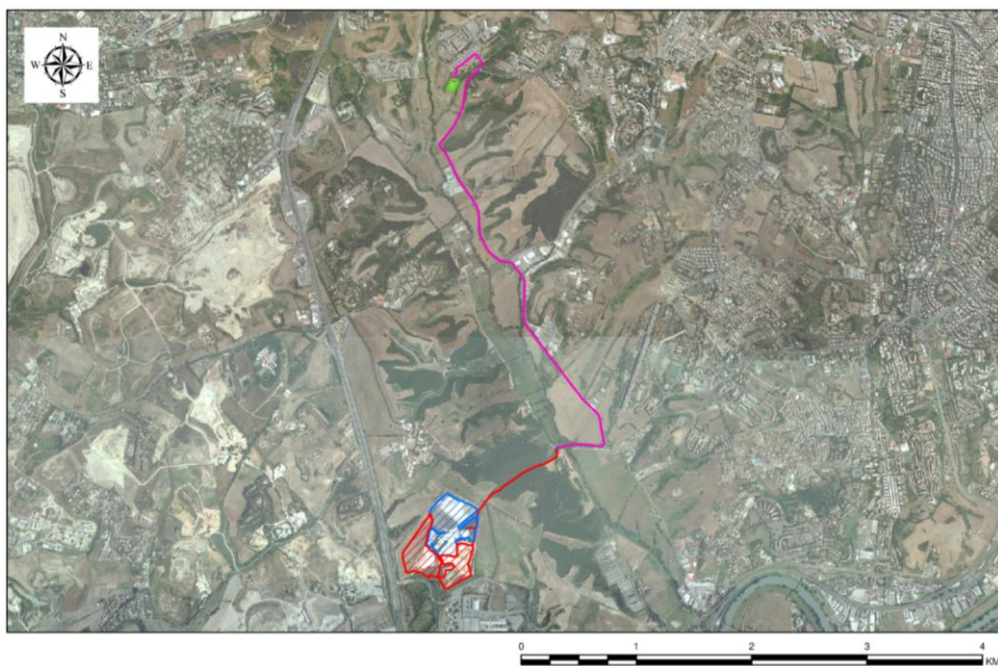


Fig.1: Ubicazione su cartografia IGM in scala 1:25.000 generale



Legenda

-  Area Impianto Cava ALFA
-  Area Impianto Cava BETA
-  Cabina di consegna_Cava ALFA
-  Cabina di consegna_Cava BETA
-  Cabina primaria Vignaccia
-  Cavidotto interconnessione_20kV
-  Cavidotto_20kV

Fig.2: Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto

3. Geomorfologia di dettaglio

Nel settore settentrionale la ridefinizione morfologica finale è stata realizzata con una morfologia dalle scarpate molto blande con inclinazioni dell'ordine dei 10° - 15° costituite dallo sterile di coltivazione che ha obliterato i fronti di scavo finali della cava. Il settore centrale dell'area è invece caratterizzato da diversi cumuli di materiale lavorato, aree ritombate e settori rilevati non scavati a protezione e conservazione di alberature di pregio presenti. Il progetto di riassetto prevede l'omogenizzazione e il raccordo di tali aree. Il settore orientale della cava, infine, costituisce la porzione con i fronti di scavo finali solo parzialmente ridefiniti e con sviluppo ed inclinazioni maggiori di tutta l'area estrattiva; è questo il settore geomorfologicamente più delicato.



Fig.3: Panoramiche dei fronti di scavo in varie attività estrattive



Fig.4: Panoramiche dei fronti di scavo del settore nord e settore centrale



Fig.5: Panoramiche dei fronti di scavo del settore NE e settore SE

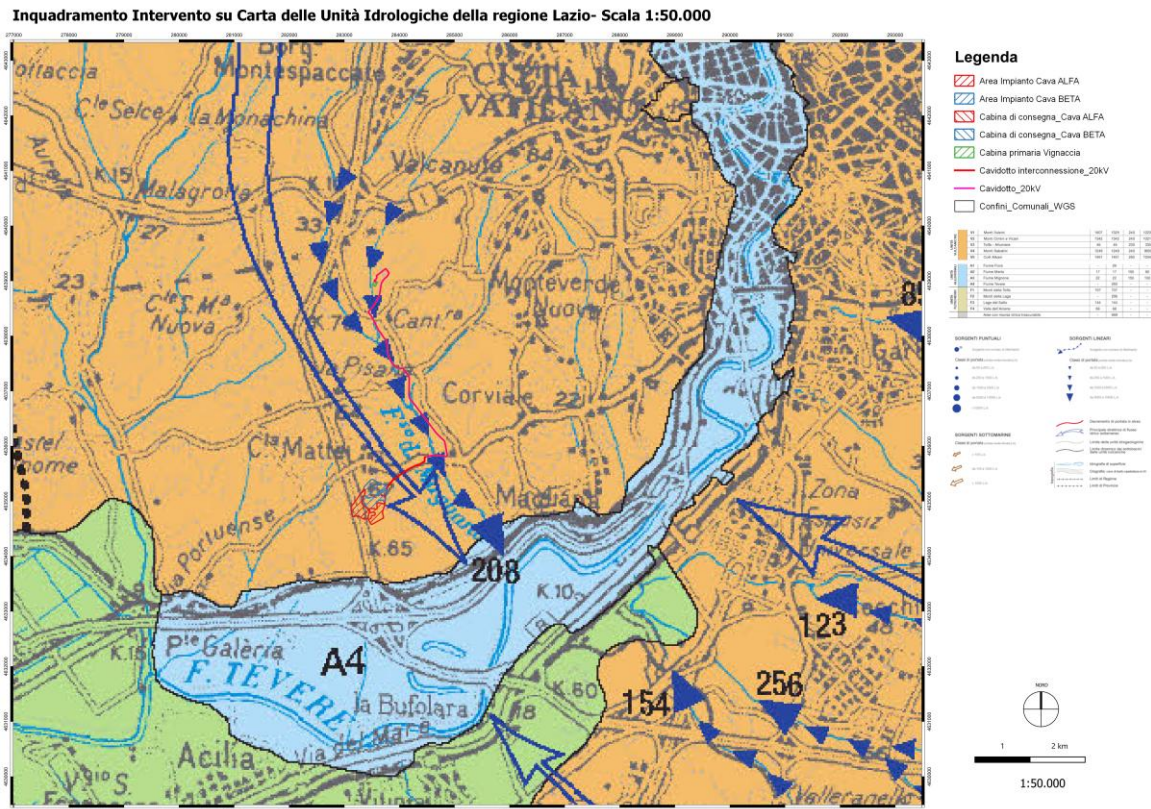


Fig.6: Stralcio carta idrogeomorfologica

4. Inquadramento geologico di dettaglio

L'area in oggetto di studio è caratterizzata dall'affioramento di successioni ghiaioso-sabbioso-argillose pleistoceniche riferibili alle diverse fasi deposizionali del Paleo-Tevere, seguite da depositi vulcanici; completano la successione i depositi di riporto intesi come sterili di coltivazione e utilizzati per il ritombamento di alcuni settori della cava.

In particolare la stratigrafia può essere così sintetizzata a partire dalla quota topografica più elevata del piano campagna:

- Terreno vegetale con spessore variabile da qualche cm al metro
- 13 m (spessore massimo) di depositi vulcanici riferibili ai *Tufi stratificati varicolori di Sacrofano (SKF)*;
- 10 - 14 m di sabbie e ghiaie e limi della *Formazione di Santa Cecilia (CIL)*;
- 5 – 7 m di sabbie e limi riferibili alla *Formazione di Ponte Galeria (PGL3c)*;
- 0 – 3 m di argille grigio azzurre con contenuto fossilifero *Formazione di Ponte Galeria (PGL3b)*;
- 3 – 7 m di sabbie e ghiaie *Formazione di Ponte Galeria (PGL3a)*;

- 2 – 4 m di argille grigio azzurre con contenuto fossilifero *Formazione di Ponte Galeria (PGL2)*;
- 8 - 12 m di sabbie e ghiaie *Formazione di Ponte Galeria (PGL1)*;
- 1,5 m di argille che per la quota del tetto (circa 13 m s.l.m.) rappresentano, come confermano i dati di letteratura, le “argille di base” attribuibili dagli Autori alla *Formazione di Monte delle Piche (MDP)* Le caratteristiche litostratigrafiche di dettaglio delle formazioni sopra elencate, dalla più recente alla più antica, sono descritte qui di seguito.

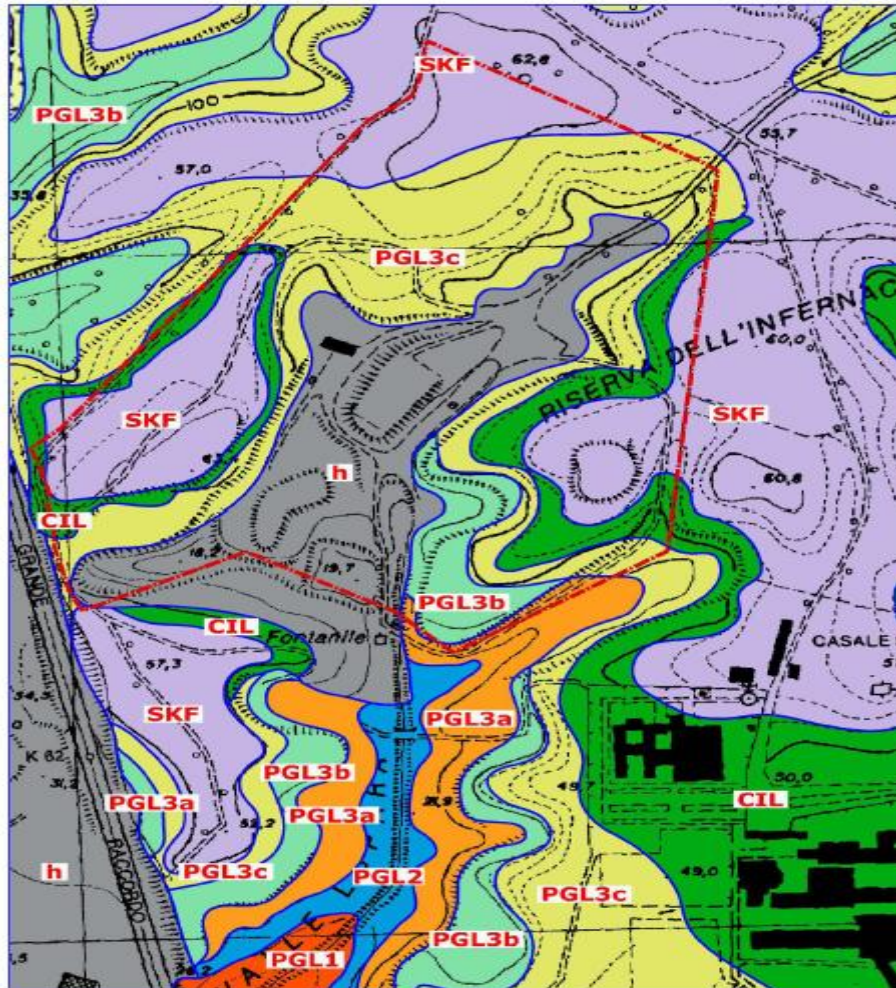


Fig.7: Stralcio carta Geologica in scala 1:10.000

- Depositi di riporto (h)

Sabbie, limi e argille con percentuale di ghiaia variabile in alternanza e frammisti in modo caotico tra loro. Tale materiale costituisce lo sterile di coltivazione dell'attività estrattiva.

Attuale

- Tufi stratificati varicolori di Sacrofano (SKF)

La successione è composta da una alternanza di depositi piroclastici lapillosi e cineritici in strati contenenti scorie e litici lavici di dimensioni centimetriche da ricaduta, intercalati a livelli vulcanoclastici rimaneggiati, orizzonti pedogenizzati e depositi limno-palustri. Spessore fino a 14 m. Pleistocene medio p.p.

- Formazione di Santa Cecilia (CIL)

Alternanze ed interstratificazioni di conglomerati, sabbie e limi di ambiente fluviale ad elementi vulcanici (zona di Ponte Galeria). Alternanze di strati cineritici a lapilli accrezionari, pomice e ceneri avana con orizzonti pedogenizzati (zona Flaminia). Spessore: fino a 40 m. Pleistocene medio.

- Formazione di Ponte Galeria (PGL)

I litotipi (sabbie e ghiaie) che caratterizzano la Formazione di Ponte Galeria risultano l'oggetto dell'escavazione. Come già accennato nell'inquadramento geologico questi terreni derivano dalla sedimentazione di ghiaie, sabbie e argille in un ambiente in continua evoluzione da una facies di delta marino ad una continentale di pianura alluvionale. Gli autori (BELLOTTI et alii, 1993; AA.VV., 1995) distinguono, dall'alto verso il basso, diverse litofacies (tutte attribuibili al Pleistocene medio - superiore).

- Formazione di Monte delle Picche (MDP)

Costituita, nella porzione basale, da una successione di argille grigio-verdastre e grigio-azzurre a fiamme gialle, intercalate a livelli sabbiosi e limosi gialli, di ambiente infra-circalitorale; verso l'alto si chiude con argille sabbiose che testimoniano le fasi di chiusura dell'ingressione marina emiliana. Tale formazione costituisce il basamento impermeabile della soprastante Formazione di Ponte Galeria. Il tetto della formazione, nell'area in esame, si trova a circa 13 m s.l.m. Pleistocene inferiore (Emiliano).

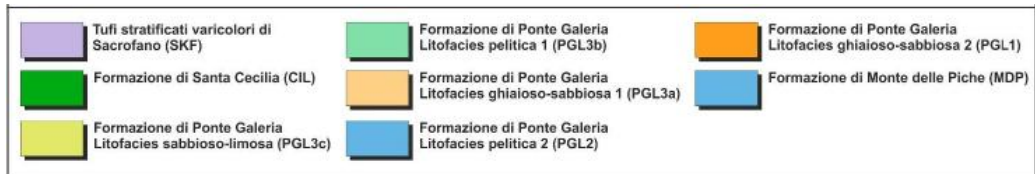


Figura 4.2 – Correlazioni stratigrafiche dei sondaggi eseguiti per il progetto di coltivazione.

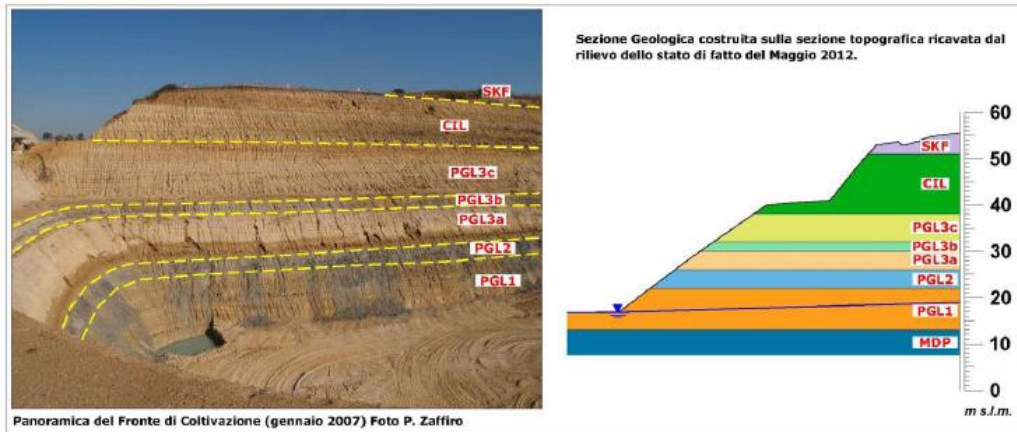
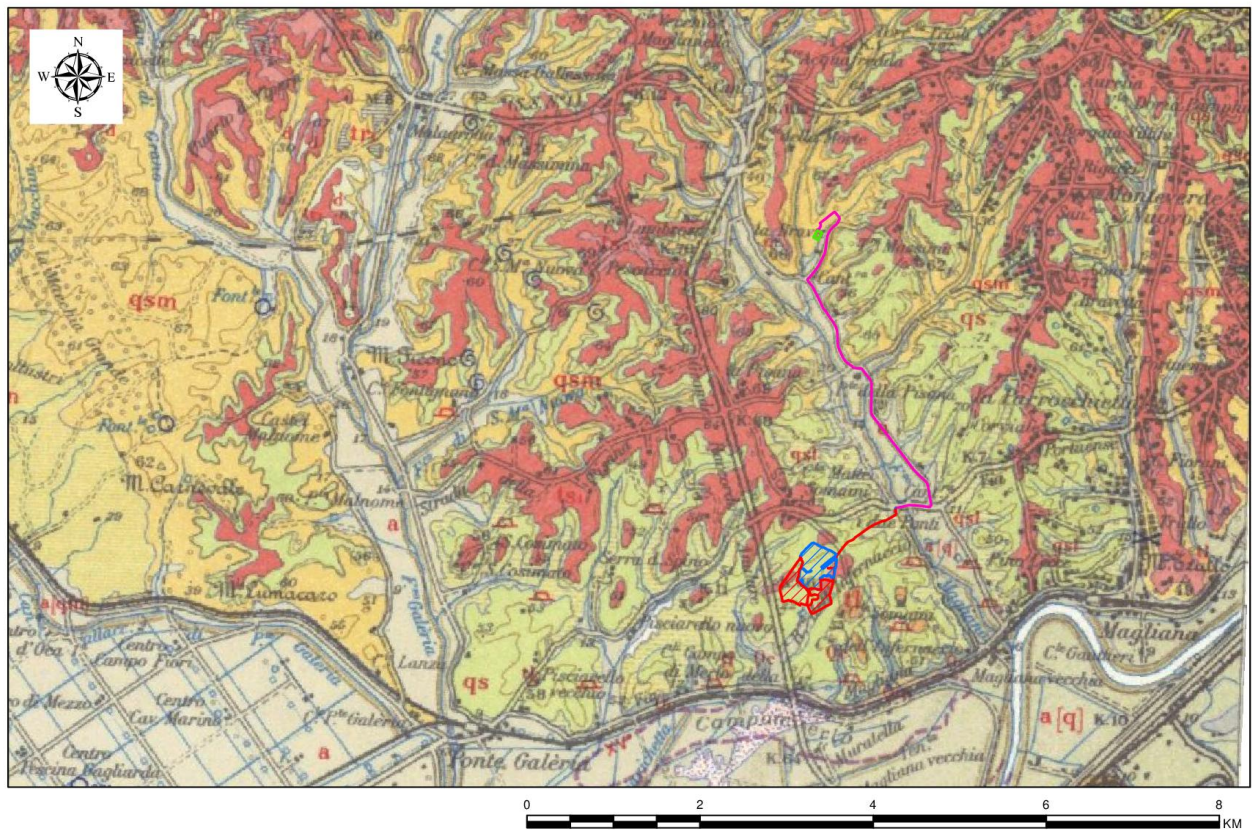
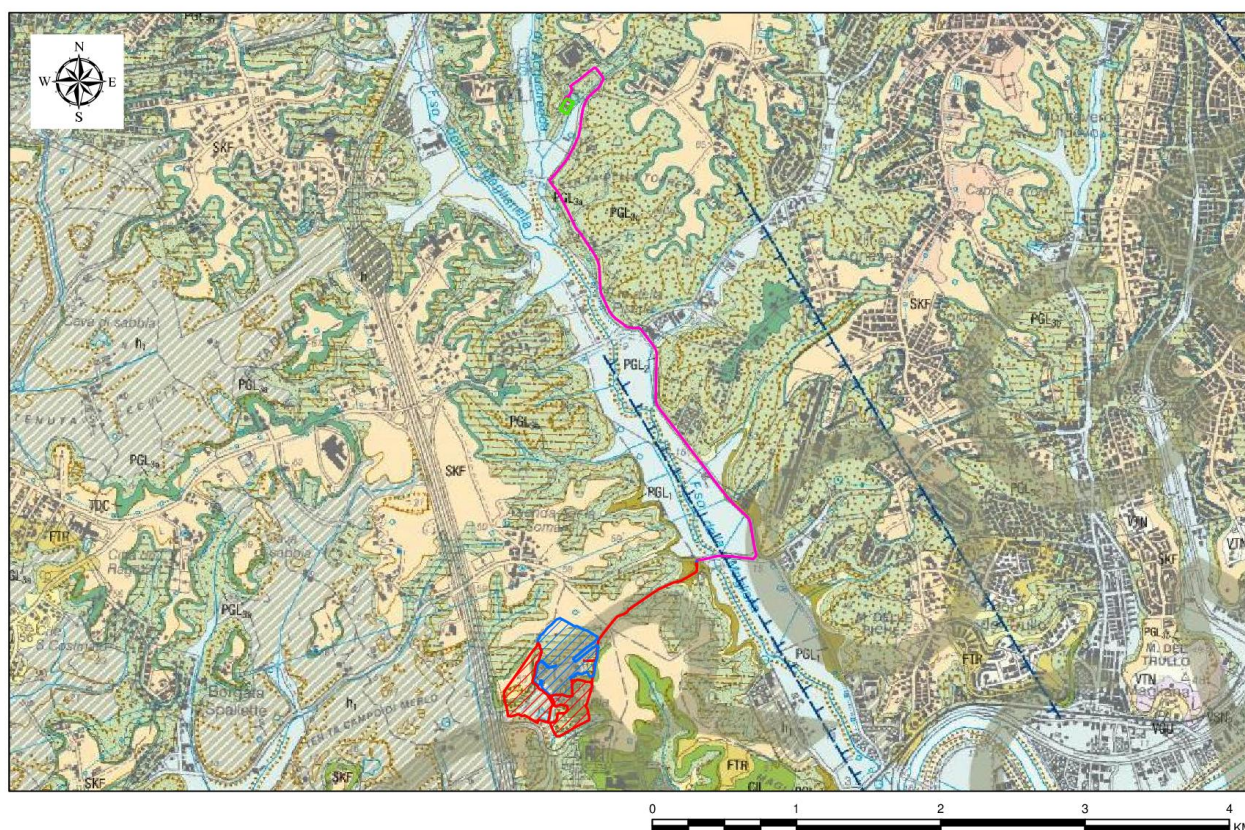


Fig.8: Modello geologico-stratigrafico della cava

INQUADRAMENTO SU CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - CERVETERI FOGLIO 149





FORMAZIONE DI PONTE GALERIA

La formazione è composta da una successione complessa di sedimenti di ambiente da transizionale a continentale affiorante nel quadrante occidentale.

PLEISTOCENE MEDIO p.p.-INFERIORE p.p.

Membro della Pisana (PGL₃)

Nella zona di Ponte Galeria la formazione è costituita da varie litofacies.

litofacies sabbiosa (PGL_{3a}). Sabbie e sabbie limose, silicee, locali *stone lines* composti da ciottoli silicei, con frequenti patine di ossidazione, rubefatte o grigiastre. Ambiente eolico e di piana *braided*. Spessori compresi tra 10 m nella zona di Casaiotti e 4-5 m nell'area compresa tra La Giustiniana e Palmarola. ("Sabbie salmonate" Aucutt, p.p.)

litofacies argilloso-sabbiosa (PGL_{3b}). Alternanze irregolari di argille grigie e limi sabbiosi, più sabbiose verso il tetto, con abbondanti resti di *Cerastoderma Lamarki*, *Ostrea edulis* e *Venerupis senescens*. Ambiente da lagunare a litorale. Spessore 5 m ("Argille a *Venerupis senescens*" Aucutt.)

litofacies conglomeratico-sabbiosa (PGL_{3c}). Ghiaie a stratificazione incrociata a basso angolo in matrice sabbioso-quarzosa, costituite da ciottoli eterometrici, arrotondati e/o appiattiti, calcarei (80%) e silicei, con intercalate lenti sabbiose. Ambiente fluvo-deltizio. Spessore massimo 35 m, zona Valle della Breccia ("Sabbie e ghiaie a laminazione incrociata" Aucutt.)

PLEISTOCENE MEDIO p.p.

Argille ad *Helicella* (PGL₂). Argille grigie e grigio-azzurre e limi sabbiosi, più sabbiosi verso il tetto, contenenti *Ostrea edulis* e *Venerupis senescens* e *Helicella encetorum*. Ambiente lagunare e litorale. Spessori tra 4 m e 6 m.

PLEISTOCENE INFERIORE p.p.

Conglomerati di Casale dell'Infernaccio (PGL₁). Ghiaie costituite da ciottoli eterometrici, arrotondati e appiattiti, calcarei (80%) e silicei, con stratificazione incrociata a basso angolo. Al tetto possono essere fortemente cementate. Ambiente fluviale. Spessore medio compreso in genere tra i 5 ed i 10 m. ("Conglomerati basali" Aucutt.)

PLEISTOCENE INFERIORE p.p.

Nella zona di Monte Mario-Gianicolo è riconosciuta una successione attribuibile genericamente a PGL, in cui si distinguono due litofacies.

Litofacies argilloso-sabbiosa (PGL_b). Depositi argillosi con *Venerupis senescens* e sabbie grossolane ocracee a stratificazione incrociata di ambiente eolico e sabbie-limose ossidate. Spessore massimo 24 m, nella zona di via Gregorio VII.

Litofacies conglomeratica (PGL_a). Ghiaie a clasti calcarei e di silice molto evolute, eterometriche, di ambiente di spiaggia, intercalate a livelli di sabbie quarzose a laminazione incrociata ("unità di Monte Ciocci" Aucutt.). Spessore massimo 30 m, nella zona Balduina.

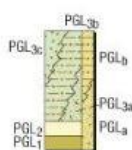


Fig.9: Carte geologiche ufficiali Ispra

opere strategici e rilevanti - Approvazione del programma temporale e delle indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi.”

In relazione alla deliberazione suddetta sono stati predisposti quattro appositi elaborati, rispettivamente concernenti:

- la nuova, ancorché temporanea, classificazione sismica del territorio regionale pugliese, operata estrapolando dall'Allegato A all'ordinanza 3274/03 i comuni pugliesi ivi classificati;
- l'individuazione delle concordate tipologie degli edifici e delle opere infrastrutturali strategici e rilevanti per le finalità di protezione civile, sussistenti sul territorio regionale;
- il programma temporale delle verifiche tecniche da operare su tali edifici ed opere infrastrutturali;
- le concordate indicazioni da fornire ai soggetti competenti per le verifiche tecniche da effettuare sui predetti edifici ed opere infrastrutturali.

Tali elaborati, rispettivamente indicati con i numeri 1, 2, 3, 4, sono allegati alla deliberazione per farne parte integrante. L'allegato 1 riporta la classificazione delle zone sismiche regionali con la categoria di classificazione precedente.

Rischio sismico di Roma

Condividi

Le zone sismiche assegnate al territorio dei Municipi di Roma per le normative edilizie. Zone sismiche. Fenomeni riscontrati. Accelerazione al suolo (a_g max).

Classificazione sismica

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso sono riportate le zone sismiche per il territorio di Roma, indicate nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Lazio n. 387 del 22 maggio 2009, successivamente modificata con la D.G.R. n. 571 del 2 agosto 2019.

L'analisi della sismicità storica dell'area di Roma Capitale evidenzia che i danneggiamenti risentiti dalle costruzioni durante gli eventi sismici sono differenti nelle diverse zone del territorio. Ad esempio, i valori di accelerazione al suolo (a_g) della zona costiera (Ostia) differiscono significativamente da quelli delle zone in prossimità dei Colli Albani o dei Monti Tiburtini e Prenestini.

Per questi motivi, la classificazione in zone sismiche di Roma Capitale ha tenuto conto dei confini territoriali dei quindici Municipi, così come ridefiniti con la deliberazione di Giunta Capitolina n.392/2013.

Zona sismica 2B	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti. La sottozona 2B indica un valore di $a_g < 0,20g$. Comprende le aree territoriali dei Municipi IV, V, VI, VII, VIII, IX di Roma.
Zona sismica 3A	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti. La sottozona 3A indica un valore di $a_g \geq 0,10g$. Comprende le aree territoriali dei Municipi I, II e III più i Municipi X, XI, XII, XIII, XIV e XV di Roma.
Zona sismica 3B	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti. La sottozona 3B indica un valore di $a_g < 0,10g$. Comprende l'area territoriale dell'isola amministrativa (Municipio XV).

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a_g]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a_g]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25 g$	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 g$	0,05 g	1.982

Zona	Intervalli di accelerazione a_g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	$a_g > 0,25$
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$
4	$a_g \leq 0,05$

Tabella 6.1 - Zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido

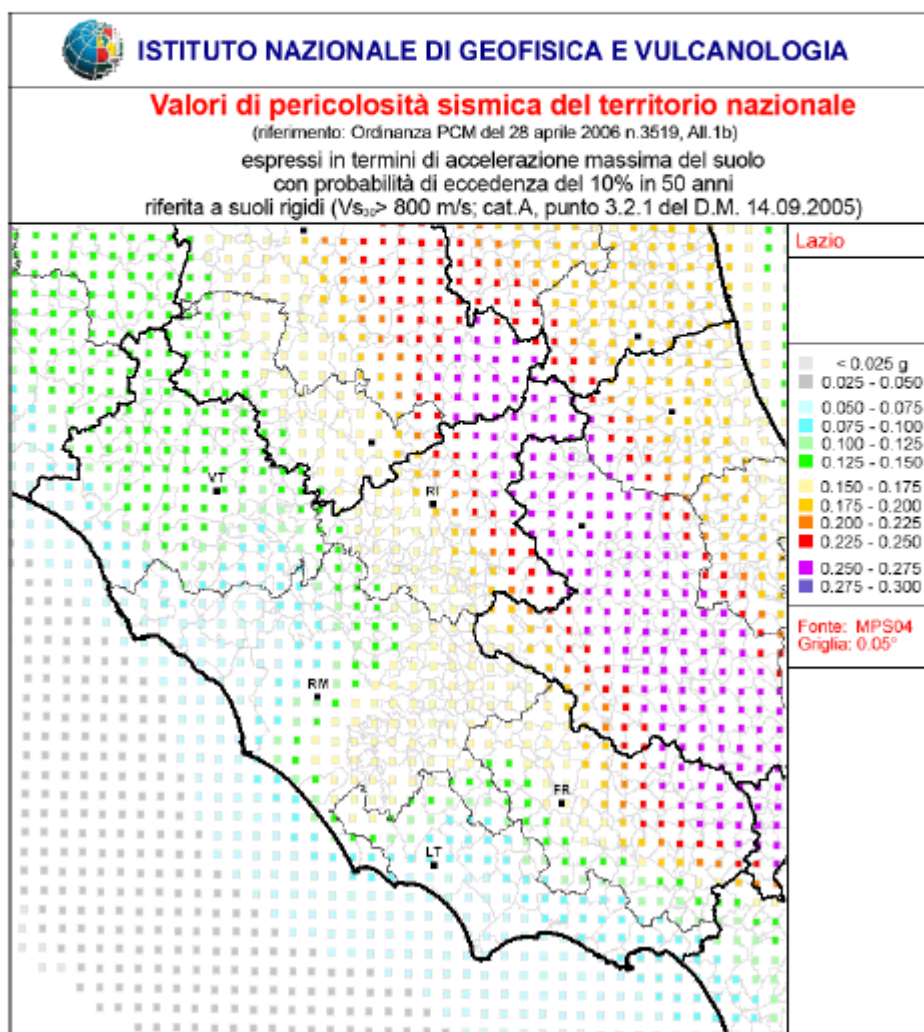


Fig. 11: Mappe di pericolosità sismica generale e di dettaglio

La nuova riclassificazione sismica della regione Lazio (DGR 387 del 22 maggio 2009) si basa soltanto su 3 zone sismiche a differenza delle quattro della precedente classificazione del 2003, con la scomparsa della zona sismica 4 e la suddivisione per le zone 2 e 3 di sottozone. In particolare la Zona Sismica 1, quella più gravosa in termini di pericolosità sismica, non presenta sottozone in quanto il massimo valore di a_g previsto per il Lazio non giustifica ulteriori suddivisioni. Le zone sismiche 2 e 3, sono state suddivise in

4 sottozone sismiche (dalla 2A, ovvero la maggiore sottozona della zona sismica 2, fino alla sottozona sismica 3B, corrispondente alla sottozona meno pericolosa della zona sismica 3).

L'area in esame si trova all'interno del Comune di Roma (Municipio XI) classificato in sottozona sismica 3A vale a dire con valori dell'accelerazione di picco a_g compresa tra 0.10 e 0.15 m/s.

Zona	Sottozona	Intervalli di accelerazione a_g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1		$0.25 \leq a_g < 0,278$ (valore max. per il Lazio)
2	2A	$0.20 \leq a_g < 0,25$
	2B	$0.15 \leq a_g < 0,20$
3	3A	$0.10 \leq a_g < 0,15$
	3B	(valore min. per il Lazio) $0.062 \leq a_g < 0,10$

Tabella 6.2 - Zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido della Regione Lazio.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	-	1,0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 6.4 - Categorie topografiche e valori del coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Il sito in esame rientra nella categoria topografica T2 e quindi con un coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1,2.

5.1 Classificazione categoria di sottosuolo con metodologia Masw

L'indagine geofisica è stata realizzata mediante l'impiego della tecnica MASW. Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, finalizzata ad individuare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s basandosi sulla misura delle onde superficiali effettuata in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo fondamentale alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. Il metodo di indagine MASW si

distingue in *metodo attivo* e *metodo passivo* o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5 Hz e 70 Hz, quindi da informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30-50 m, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10 Hz, quindi da informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50 m, in funzione della rigidità del suolo (Roma, 2006).

L'indagine geofisica di tipo MASW consente la classificazione del suolo secondo la nuova normativa sismica OPCM 3274 il DM 19/09/2005 e il DM 14/01/2008 e 17/01/2018, ed è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 metri di profondità:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{V_{si}} \right)}$$

Dove V_{si} e h_i sono la velocità delle onde di taglio verticali e lo spessore dello strato i -esimo.

La fase di elaborazione dei dati consiste in tre fasi:

1. La prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale;
2. La seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica;
3. La terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s .

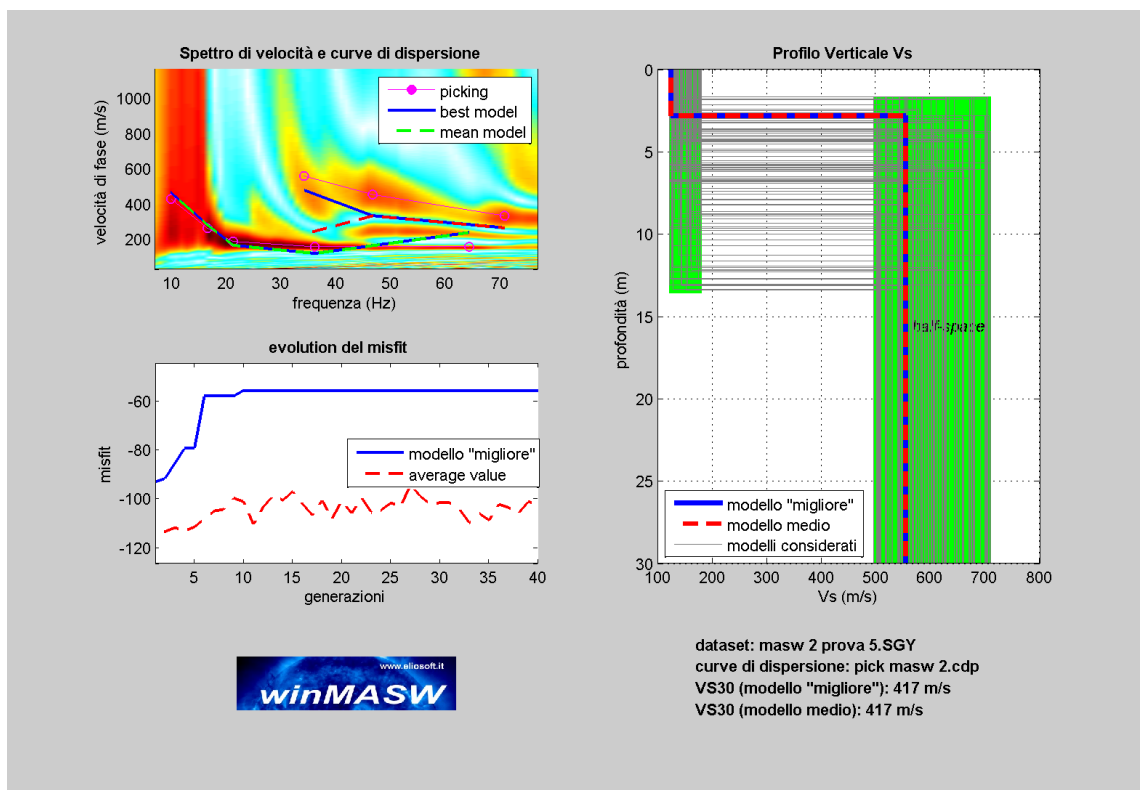
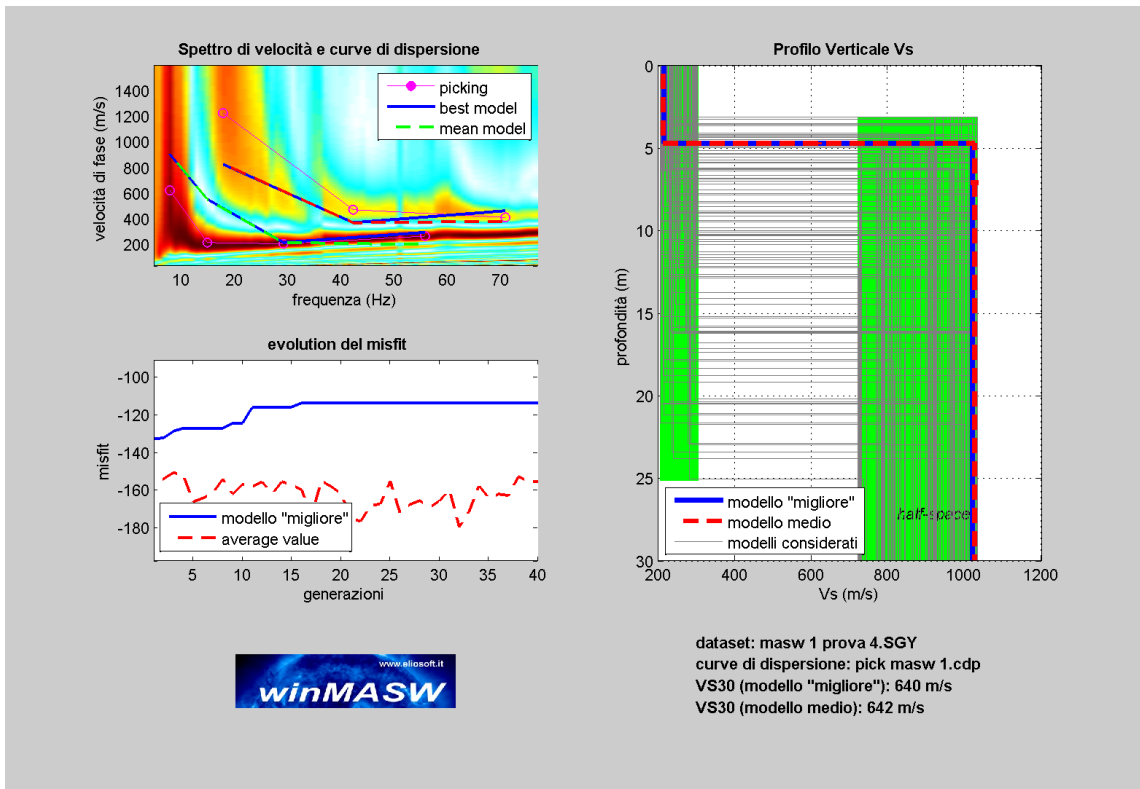


Fig. 12: Picking e modello risultanti delle indagini sismiche di tipo MASW

CategoriaA

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.

CategoriaB

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.

CategoriaC

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.

CategoriaD

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

CategoriaE

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 30m.

6. Prove Penetrometriche dinamiche continue (DPM)

La prova penetrometrica dinamica continua, è stata realizzata mediante l'utilizzo del penetrometro medio-leggero TG 30-20 dotato di un maglio da 30 Kg, con un'altezza di caduta di 0,2 metri. Per l'esecuzione della prova vengono utilizzate aste \varnothing 20 mm della lunghezza di 1000 mm, dotate di estremità filettate MF/M14; la punta conica ha un diametro di base di 35,7 mm e un angolo di apertura di 60°. Il valore della resistenza alla perforazione è rappresentato dal numero di colpi necessari per ciascun affondamento di 10 cm (N_{10}).

Di seguito si riportano le caratteristiche principali dello strumento utilizzato.

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPM (Medium)**

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

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPM (Medium)

PESO MASSA BATTENTE	M = 30.00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0.20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30.00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35.70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10.00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1.00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2.06 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0.80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0.10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(As) = 6.00 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\rho_t = Q/Q_{spt} = 0.766$ (teoricamente : Nspt = $\rho_t N$)

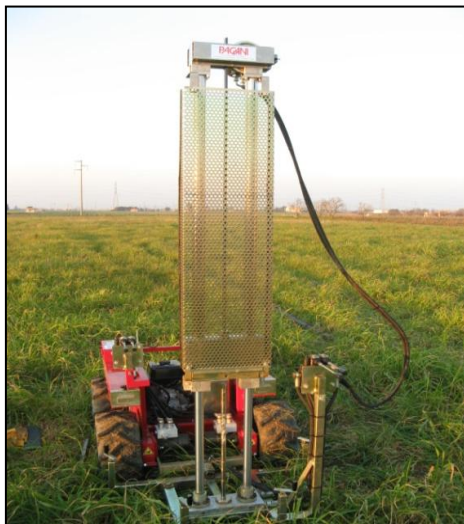


Fig.13: Penetrometro dinamico continuo (DPM – PAGANI Geotechnical Equipment)

6.1 Ubicazione indagini

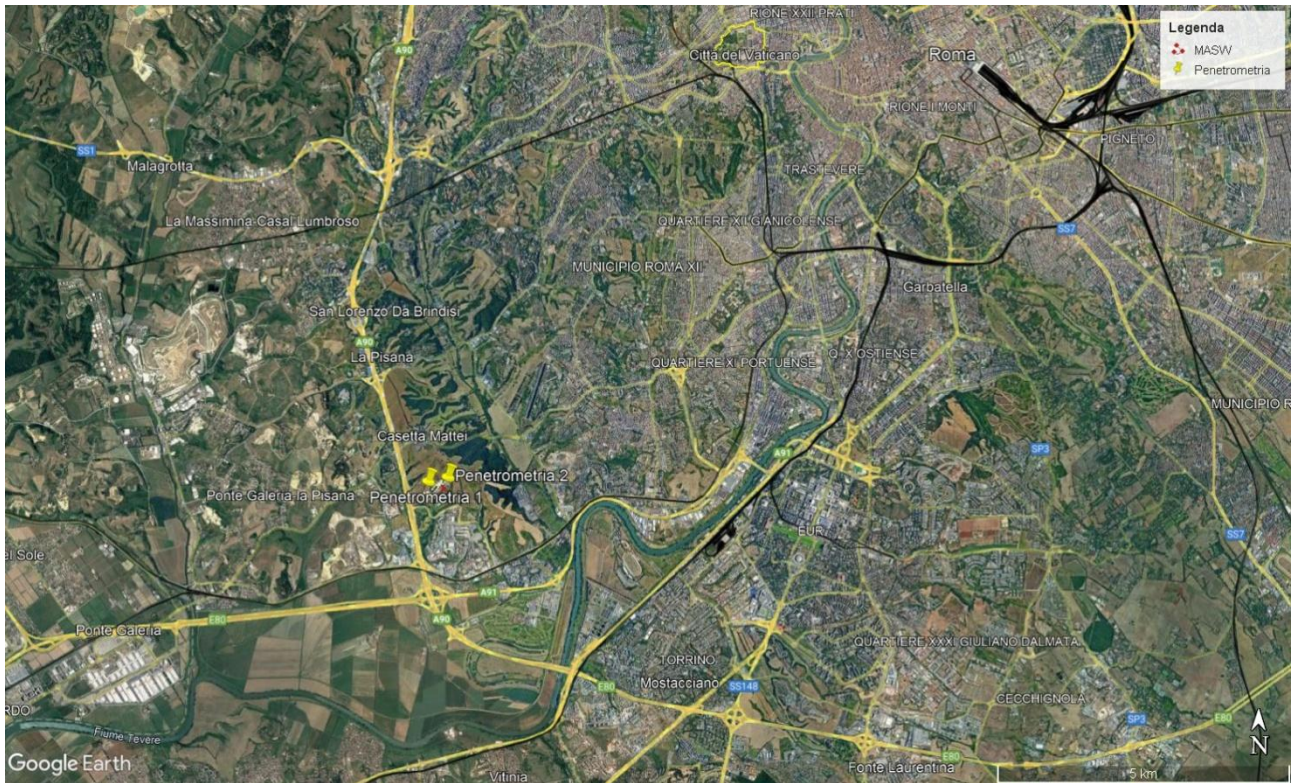


Fig.14: Ubicazione delle indagini in sito





Fig.15: Report delle indagini

Stratigrafia media semplificata:

Da 0 - fino ad 1 metro Terreno vegetale

Fino a 1 - 10 metri alternanza Sabbie, limi e argille con percentuale di ghiaia variabile e frammisti in modo caotico tra loro, insieme a conglomerati, sabbie e limi di ambiente fluviale.

In generale si evidenzia un miglioramento delle caratteristiche tecniche dei terreni con l'aumentare della profondità. Probabilmente l'aumento del peso litostatico e della componente ghiaiosa e conglomeratica, porta ad un conseguente aumento del grado di resistenza complessivo. Non è possibile definire una continuità stratigrafica ed una regolarità nei parametri geotecnici sia in senso orizzontale che verticale. L'eterogeneità dei terreni attraversati data dall'alternanza di sabbie e limi più o meno addensati con componente argillosa e/o ghiaiosa variabile è tipica della Formazione di Ponte Galeria depositata in ambiente in continua evoluzione da facies di delta marino ad una continentale di pianura alluvionale.

Di seguito si riportano i parametri di massima per i terreni di riferimento dedotti dallo studio ufficiale redatto nell'ambito della analisi di stabilità dei fronti di scavo da Geol. Zaffiro.

Tufi stratificati varicolori di Sactofano (SKF)	
Parametro	Valore
Angolo d'attrito (ϕ')	35°
Coesione (c)	40 kPa
Peso dell'unità di volume naturale (γ_n)	18 kN/m ³
Formazione di Santa Cecilia (CIL)	
Parametro	Valore
Angolo d'attrito (ϕ')	35°
Coesione (c)	30 kPa
Peso dell'unità di volume naturale (γ_n)	19 kN/m ³
Formazione di Ponte Galeria Litofacies sabbioso - limosa (PGL3c)	
Parametro	Valore
Angolo d'attrito (ϕ')	30°
Coesione (c)	35 kPa
Peso dell'unità di volume naturale (γ_n)	19 kN/m ³
Formazione di Ponte Galeria Litofacies pelitica 1 Argille a Venerupis (PGL3b)	
Formazione di Ponte Galeria Litofacies pelitica 2 Argille a Helicella (PGL2)	
Parametro	Valore
Angolo d'attrito (ϕ')	25°
Coesione (c)	50 kPa
Peso dell'unità di volume naturale (γ_n)	22 kN/m ³
Formazione di Ponte Galeria Litofacies ghiaioso-sabbiosa 1 (PGL3a)	
Formazione di Ponte Galeria Litofacies ghiaioso-sabbiosa 2 (PGL1)	
Parametro	Valore
Angolo d'attrito (ϕ')	40°
Coesione (c)	25 kPa
Peso dell'unità di volume naturale (γ_n)	21 kN/m ³

Per quanto concerne le caratteristiche geotecniche risultanti dalle penetrometrie effettuate in sito, si rimanda agli allegati.

7. Conclusioni

Ubicazione

Il sito di studio è ubicato a sud-ovest rispetto all'abitato del Comune di Roma (RM), precisamente in località "Tenuta Somaini" (Magliana - Ponte Galeria) tra via Portuense a Nord, il Fosso della Magliana a Est, il centro direzionale dell'Alitalia (Autostrada Roma – Fiumicino) a Sud e il G.R.A. a Est. Topograficamente l'area, essendo di notevole estensione, varia dai 30 metri circa della zona più a sud a 60 metri circa di quella più a nord. L'area ricade interamente nel Foglio 149 (Cerveteri) della Carta geologica d'Italia al 100.000 e all'interno del Foglio 374 (Roma) della carta geologica al 50.000. Altimetricamente la zona risulta da sub-pianeggiante a debolmente acclive con blandi cambi di pendenza, i fronti di scavo risultano stabilizzati con dislivelli variabili.

Morfologia

Nel settore settentrionale la ridefinizione morfologica finale è stata realizzata con una morfologia dalle scarpate molto blande con inclinazioni dell'ordine dei 10° - 15° costituite dallo sterile di coltivazione che ha obliterato i fronti di scavo finali della cava. Il settore centrale dell'area è invece caratterizzato da diversi cumuli di materiale lavorato, aree ritombate e settori rilevati non scavati a protezione e conservazione di alberature di pregio presenti. Il progetto di riassetto prevede l'omogenizzazione e il raccordo di tali aree. Il settore orientale della cava, infine, costituisce la porzione con i fronti di scavo finali solo parzialmente ridefiniti e con sviluppo ed inclinazioni maggiori di tutta l'area estrattiva; è questo il settore geomorfologicamente più delicato.

Geologia

Le principali formazioni interessate dalle fondazioni di progetto sono descritte di seguito:

- Depositi di riporto (h)

Sabbie, limi e argille con percentuale di ghiaia variabile in alternanza e frammisti in modo caotico tra loro. Tale materiale costituisce lo sterile di coltivazione dell'attività estrattiva.

Attuale

- Formazione di Ponte Galeria (PGL)

I litotipi (sabbie e ghiaie) che caratterizzano la Formazione di Ponte Galeria risultano l'oggetto dell'escavazione. Come già accennato nell'inquadramento geologico questi terreni derivano dalla sedimentazione di ghiaie, sabbie e argille in un ambiente in continua evoluzione da una facies di delta marino ad una continentale di pianura alluvionale. Gli autori (BELLOTTI et alii, 1993; AA.VV., 1995) distinguono, dall'alto verso il basso, diverse litofacies (tutte attribuibili al Pleistocene medio - superiore).

Litostratigrafia

Da 0 - fino ad 1 metro Terreno vegetale

Fino a 1 - 10 metri alternanza Sabbie, limi e argille con percentuale di ghiaia variabile e frammisti in modo caotico tra loro, insieme a conglomerati, sabbie e limi di ambiente fluviale.

In generale si evidenzia un miglioramento delle caratteristiche tecniche dei terreni con l'aumentare della profondità. Probabilmente l'aumento del peso litostatico e della componente ghiaiosa e conglomeratica, porta ad un conseguente aumento del grado di resistenza complessivo. Non è possibile definire una continuità stratigrafica ed una regolarità nei parametri geotecnici sia in senso orizzontale che verticale. L'eterogeneità dei terreni attraversati data dall'alternanza di sabbie e limi più o meno addensati con componente argillosa e/o ghiaiosa variabile è tipica della Formazione di Ponte Galeria depositata in ambiente in continua evoluzione da facies di delta marino ad una continentale di pianura alluvionale.

Sismica

Per ciò che concerne l'aspetto sismico, si ricorda che l'area in esame si trova all'interno del Comune di Roma (Municipio XI) classificato in sottozona sismica 3A vale a dire con valori dell'accelerazione di picco a_g compresa tra 0.10 e 0.15 m/s.

Il calcolo delle V_{s30} , $V_{s_{eq}}$ permette di classificare il terreno di fondazione in una delle categorie di suolo in ottemperanza del D.M 14/09/2005 e D.M 14/01/2008 ed infine 17/01/2018. Le aree oggetto di indagine **Masw 1 e 2** rientrano in **CATEGORIA B**.

CategoriaB

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.

Categoria topografica (DM 17/01/2018): T2 pendii con inclinazione media > 15°



PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DPM (Medium)

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

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPM (Medium)

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2,06 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 6,00 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

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

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

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

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 1

- committente :	- data :	26/04/2021
- lavoro :	- quota inizio :	45
- località :	- prof. falda :	0,00 m da quota inizio
- note :	- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	8	23,2	----	1	0,20 - 0,30	25	72,5	----	1
0,10 - 0,20	8	23,2	----	1					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPM (Medium)**

- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,00** cm² - D(diam. punta)= **35,70** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 2

- committente :
- lavoro :
- località :
- note :

- data : 26/04/2021
- quota inizio : 37
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	4	11,6	----	1	3,30 - 3,40	4	10,6	----	4
0,10 - 0,20	14	40,6	----	1	3,40 - 3,50	4	10,6	----	4
0,20 - 0,30	24	69,6	----	1	3,50 - 3,60	5	13,2	----	4
0,30 - 0,40	40	116,0	----	1	3,60 - 3,70	4	10,6	----	4
0,40 - 0,50	42	121,8	----	1	3,70 - 3,80	5	13,2	----	4
0,50 - 0,60	35	101,5	----	1	3,80 - 3,90	3	7,7	----	5
0,60 - 0,70	28	81,2	----	1	3,90 - 4,00	4	10,2	----	5
0,70 - 0,80	14	40,6	----	1	4,00 - 4,10	4	10,2	----	5
0,80 - 0,90	11	30,9	----	2	4,10 - 4,20	3	7,7	----	5
0,90 - 1,00	11	30,9	----	2	4,20 - 4,30	3	7,7	----	5
1,00 - 1,10	8	22,5	----	2	4,30 - 4,40	3	7,7	----	5
1,10 - 1,20	9	25,3	----	2	4,40 - 4,50	4	10,2	----	5
1,20 - 1,30	7	19,7	----	2	4,50 - 4,60	3	7,7	----	5
1,30 - 1,40	7	19,7	----	2	4,60 - 4,70	3	7,7	----	5
1,40 - 1,50	8	22,5	----	2	4,70 - 4,80	4	10,2	----	5
1,50 - 1,60	7	19,7	----	2	4,80 - 4,90	4	10,0	----	6
1,60 - 1,70	5	14,0	----	2	4,90 - 5,00	6	14,9	----	6
1,70 - 1,80	5	14,0	----	2	5,00 - 5,10	7	17,4	----	6
1,80 - 1,90	5	13,6	----	3	5,10 - 5,20	6	14,9	----	6
1,90 - 2,00	4	10,9	----	3	5,20 - 5,30	5	12,4	----	6
2,00 - 2,10	3	8,2	----	3	5,30 - 5,40	4	10,0	----	6
2,10 - 2,20	3	8,2	----	3	5,40 - 5,50	4	10,0	----	6
2,20 - 2,30	4	10,9	----	3	5,50 - 5,60	4	10,0	----	6
2,30 - 2,40	4	10,9	----	3	5,60 - 5,70	4	10,0	----	6
2,40 - 2,50	4	10,9	----	3	5,70 - 5,80	4	10,0	----	6
2,50 - 2,60	3	8,2	----	3	5,80 - 5,90	4	9,7	----	7
2,60 - 2,70	3	8,2	----	3	5,90 - 6,00	5	12,1	----	7
2,70 - 2,80	3	8,2	----	3	6,00 - 6,10	6	14,5	----	7
2,80 - 2,90	4	10,6	----	4	6,10 - 6,20	5	12,1	----	7
2,90 - 3,00	4	10,6	----	4	6,20 - 6,30	6	14,5	----	7
3,00 - 3,10	4	10,6	----	4	6,30 - 6,40	5	12,1	----	7
3,10 - 3,20	4	10,6	----	4	6,40 - 6,50	5	12,1	----	7
3,20 - 3,30	3	7,9	----	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPM (Medium)**

- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

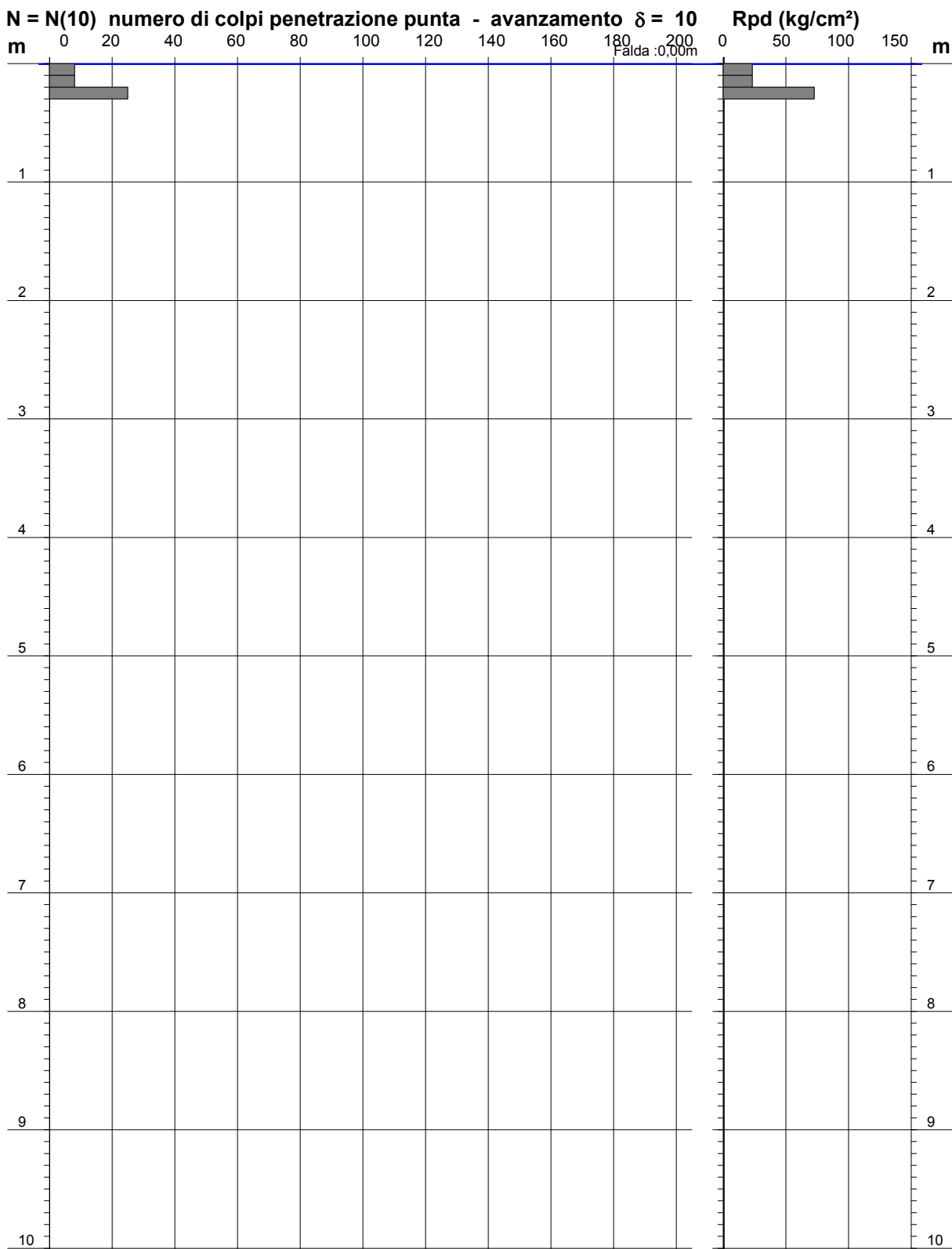
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 50

- committente :
- lavoro :
- località :
- note :

- data : 26/04/2021
- quota inizio : 45
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- pagina : 1



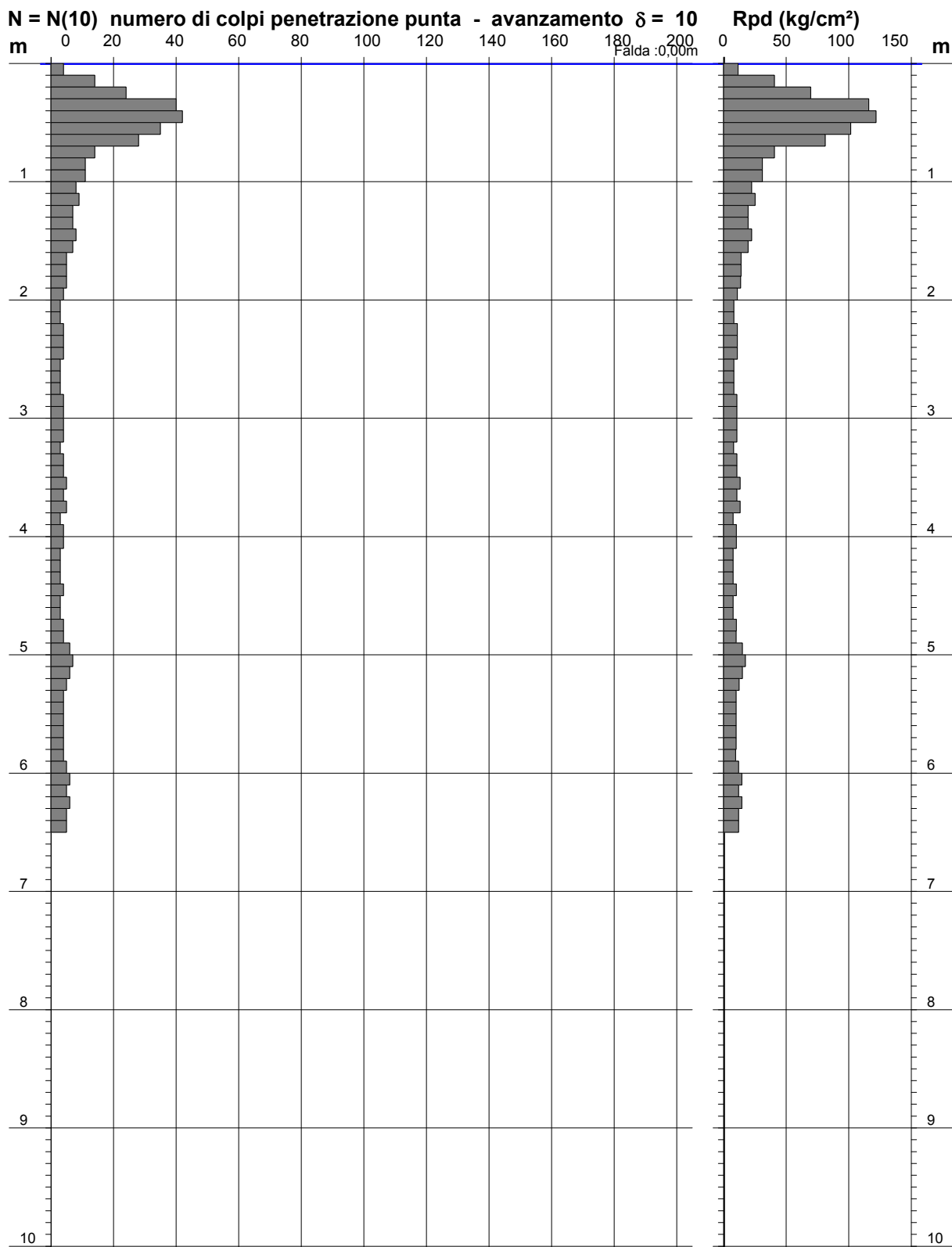
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

Scala 1: 50

- committente :
- lavoro :
- località :
- note :

- data : 26/04/2021
- quota inizio : 37
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

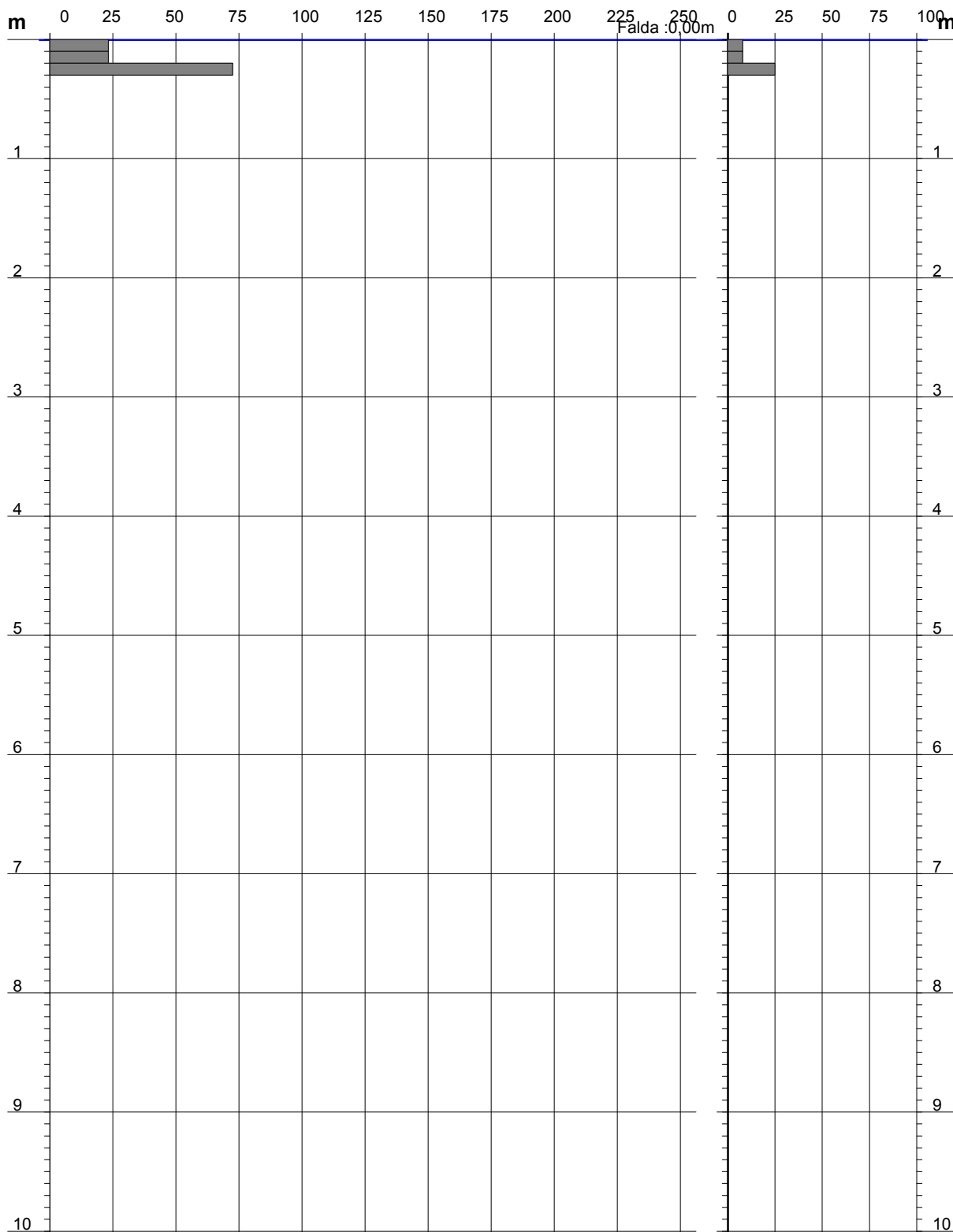
DIN 1
Scala 1: 50

- committente :
- lavoro :
- località :

- data : 26/04/2021
- quota inizio : 45
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(10) n° colpi $\delta = 10$



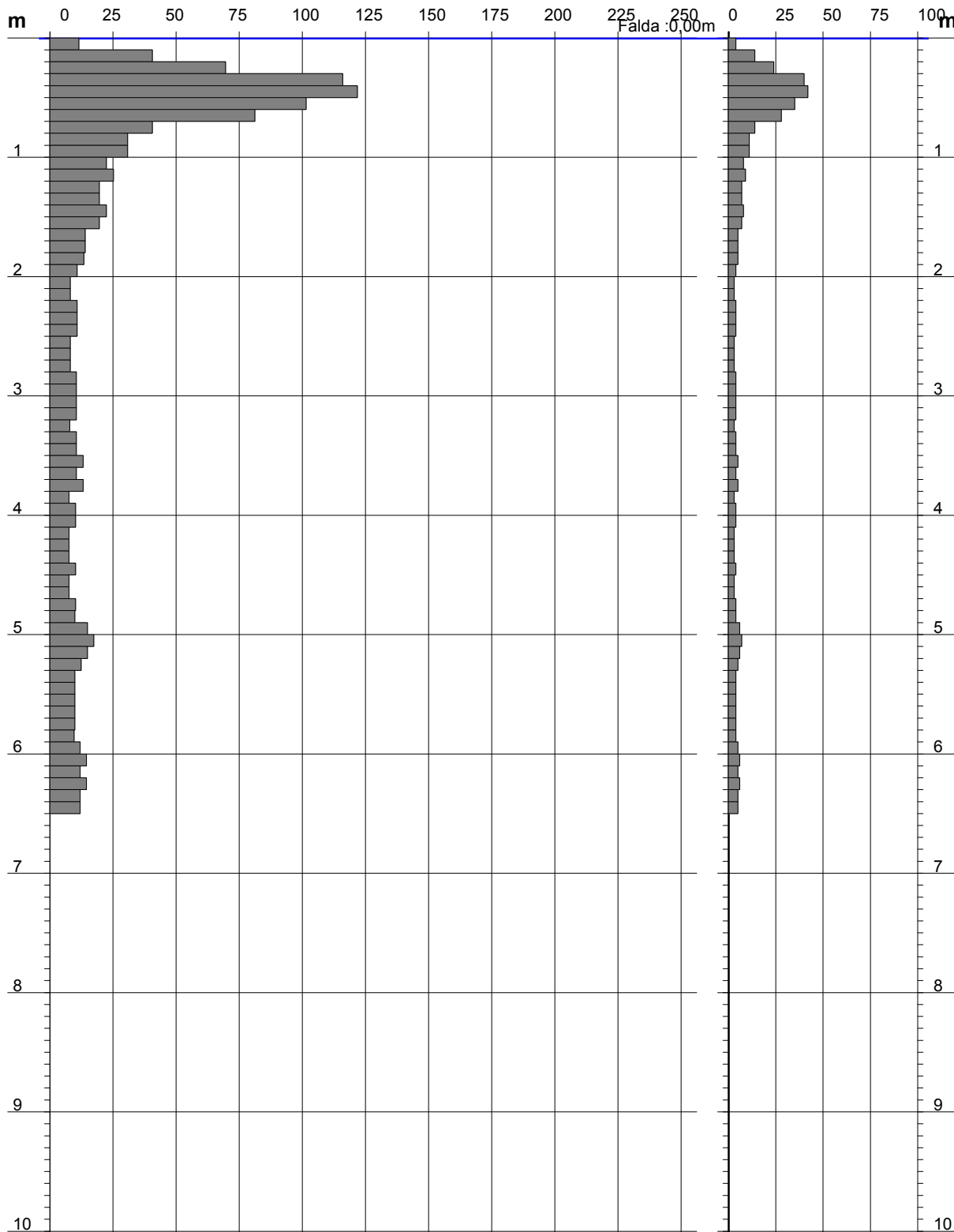
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 2
Scala 1: 50

- committente :
- lavoro :
- località :

- data : 26/04/2021
- quota inizio : 37
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(10) n° colpi $\delta = 10$



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 1

- committente :
- lavoro :
- località :
- note :

- data : 26/04/2021
- quota inizio : 45
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,30	N Rpd	13,7 39,6	8 23	25 73	10,8 31,4	----	----	----	14 41	0,77	11

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente :	- data :	26/04/2021
- lavoro :	- quota inizio :	45
- località :	- prof. falda :	0,00 m da quota inizio
- note :	- pagina :	1

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.30	Terreno sabbioso	11	36.5	27.8	276	1.94	1.51	----	----	----	----

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 2

- committente :	- data :	26/04/2021
- lavoro :	- quota inizio :	37
- località :	- prof. falda :	0,00 m da quota inizio
- note :	- pagina :	1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,70	N	26,7	4	42	15,4	13,9	12,8	40,7	27	0,77	21
		Rpd	77,5	12	122	44,5	40,4	37,1	117,9			
2	0,70 6,50	N	4,9	3	14	4,0	2,2	2,7	7,2	5	0,77	4
		Rpd	13,1	8	41	10,4	6,4	6,6	19,5			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente :	- data :	26/04/2021
- lavoro :	- quota inizio :	37
- località :	- prof. falda :	0,00 m da quota inizio
- note :	- pagina :	1

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.70	Terreno sabbioso addensato	21	51.5	32.7	353	2.00	1.60	----	----	----	----
2	0.70 6.50	Terreno sabbioso	4	15.0	22.7	222	1.87	1.39	----	----	----	----

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno