

COMUNE di MONZA
Provincia di MONZA e BRIANZA



RELAZIONE GEOLOGICA

"Relazione geologica per la realizzazione di un nuovo complesso residenziale a Monza, in Viale Europa"

Marzo 2025

Dott.ssa Geol. Federica RAVASI

IDROTECNA

di Federica RAVASI

*Geologia, Idrogeologia,
Ambiente, Energie alternative*

Via Vittorio Gussi, 25 – Vimercate MB
Tel. +39 3471074160



INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	RIFERIMENTO NORMATIVO	1
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	2
4.	STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE	4
5.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
5.1.	Stratigrafia di dettaglio	7
6.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	9
6.1.	Caratteristiche piezometriche	10
7.	USO DEL SUOLO	11
8.	INDAGINE SISMICA	12
8.1.	Inquadramento sismico	12
8.2.	Analisi di primo livello – Carta della Pericolosità Sismica Locale	13
8.3.	La prova sismica tipo MASW	15
8.4.	Calcolo delle Vs,30 e definizione della Categoria di Suolo	15
8.5.	Analisi di secondo livello – Effetti Sismici di sito	16
8.6.	Esecuzione della verifica a liquefazione	18
9.	INDAGINI GEOGNOSTICHE	18
9.1.	Risultati delle prove DPSH	18
9.2.	Modello geologico e modello geotecnico	19
9.3.	Elaborazione della prova	20
10.	PROVE DI DISPERSIONE	26
10.1.	Risultati delle prove di dispersione	26

ALLEGATI

- All. 1 – Tabulati di prova;
- All. 2 – Parametri geotecnici;
- All. 3 – Ubicazione indagini;
- All. 4 – Report indagine sismica Masw.

ANNESI

- Anx 1 – Report risultati indagine ambientale.



1. PREMESSA

La presente relazione geologica ha come scopo la caratterizzazione geologica, geotecnica, geomorfologica e idrogeologica dell'area sita in Viale Europa nel comune censuario di Monza.

La relazione è a corredo del progetto di realizzazione di un parcheggio annesso al nuovo complesso residenziale identificato come Lotto 5.

Si rimanda alla relazione del Progettista per i dettagli costruttivi.

Le indagini sono consistite nell'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche dinamiche, 1 prova MASW, 2 prove di dispersione eseguite tutte nel mese di novembre 2024 in lotti limitrofi.

2. RIFERIMENTO NORMATIVO

- *Decreto Ministeriale 17.01.2018* Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. *Circolare 2 febbraio 2009 n. 617*;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. *Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007*;
- *Eurocodice 8 (1998)* - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);
- *Eurocodice 7.1 (1997)* - Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . – UNI;
- *Eurocodice 7.2 (2002)* - Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI;
- *Eurocodice 7.3 (2002)* - Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI;
- *Decreto ministeriale 11/03/1988*;
- *D.g.r 30 marzo 2016 – n.X/5001 – Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (art. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015).*

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è ubicata nel comune di Monza nella porzione a sud-ovest del territorio comunale.

Il sito in esame è situato lungo la Viale Europa, con accesso al sito da Via Carlo Meda (Figura 1).



Figura 1 – Foto area della zona in esame; In rosso è indicata la zona di interesse.

L'area di studio insiste sul mappale 221 del foglio 83 del comune di Monza. Il riferimento cartografico è il foglio B5e5 alla scala 1:10.000 della cartografia tecnica regionale.



Figura 2 - Stralcio della mappa catastale (Geoportale Regione Lombardia, scala 1: 5.000). In rosso è indicata la zona di interesse.

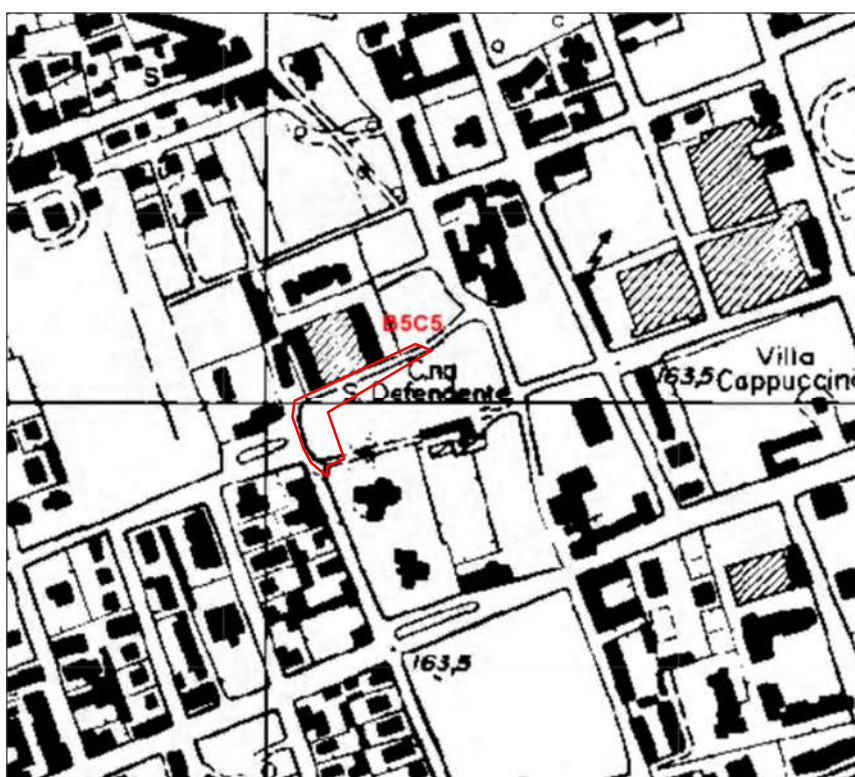


Figura 3 - stralcio della carta tecnica regionale (Geoportale Regione Lombardia, scala 1: 5.000). In rosso è indicata la zona di interesse.

Da questa si ricava che altimetricamente l'area è ubicata ad una quota topografica media pari a circa 162,8 m s.l.m.

Le coordinate geografiche dell'area riferite all'ingresso (WGS84) sono:

Lotto 5: Lat 45.575887, Long 9.256451

4. STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

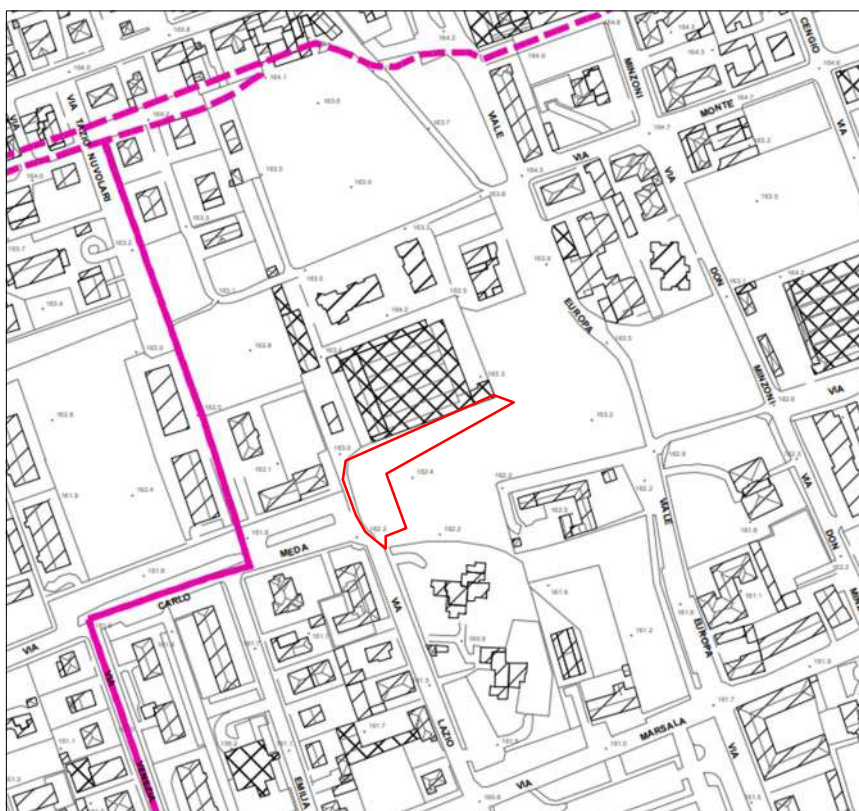


Figura 4 - Stralcio carta dei vincoli (Tav. 7c, Piano di governo del territorio comunale 2021, scala 1: 5.000); In rosso è indicata la zona di interesse.

Dall'analisi del Piano di Governo del Territorio del comune di Monza sono stati tratti gli stralci della cartografia e la descrizione delle legende di seguito riportate che mostrano la situazione riguardante la fattibilità geologica relativa alla zona di studio (**Figura 5**).

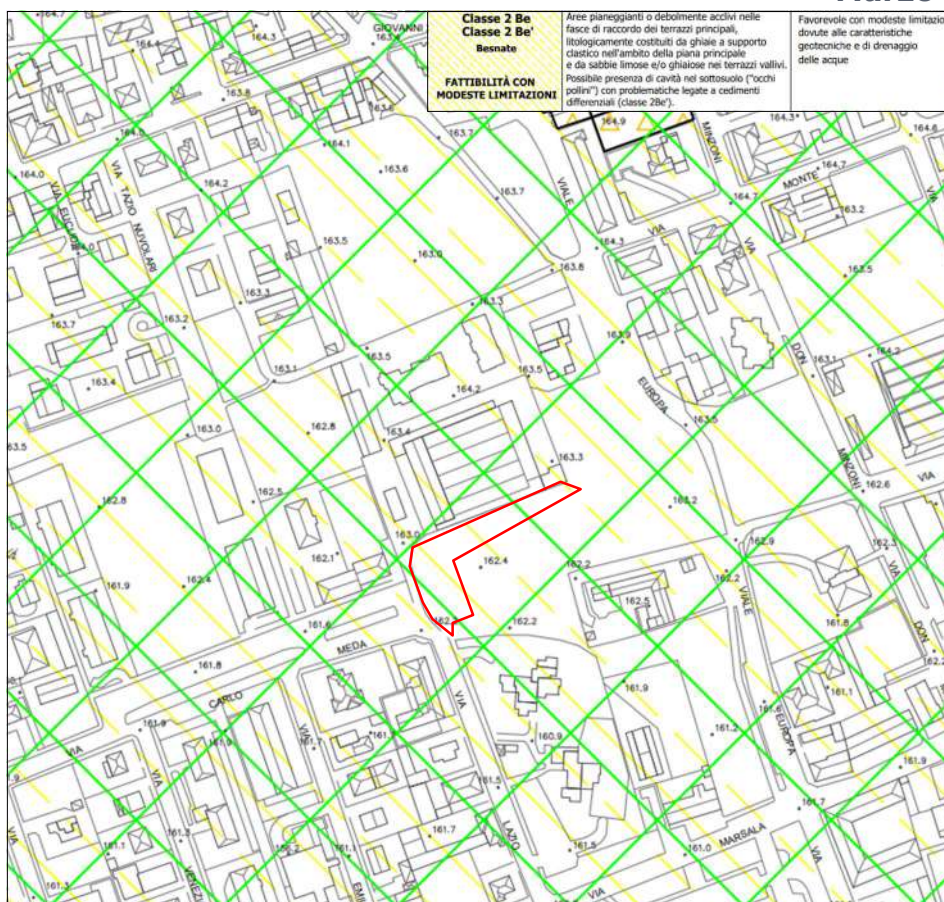


Figura 5 - Stralcio della Carta della Fattibilità Geologica del comune di Monza (PGT comunale, tav 9c 2022); in rosso l'area di studio.

Di seguito si riporta uno stralcio delle norme tecniche di fattibilità geologica descritte nel PGT comunale per la classe in cui ricade la zona di interesse.

Classe 2- Fattibilità con modeste limitazioni

In particolare, l'area ricade nella Classe 2Be-Besnate.

Accorpa tutte quelle zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso del territorio, a seguito dell'entità e della natura dei rischi individuati.

Si tratta di aree pianeggianti o debolmente acclivi nelle fasce di raccordo dei terrazzi principali, litologicamente costituiti da ghiaie a supporto clastico nell'ambito della piana principale e da sabbie limose e/o ghiaiose nell'ambito dei terrazzi vallivi. Possibile presenza di cavità nel sottosuolo ("occhi pollini") che non generano particolari evidenze morfologiche sul terreno, con problematiche di tipo geotecnico legate a cedimenti differenziali sino a eventuali collassi e/o sprofondamenti dei terreni (2Be').

Sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali previa verifica come di seguito descritto. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro,

manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 3 del D.P.R. 380/2001), nel rispetto delle normative vigenti.

La definizione della classe di fattibilità è subordinata al riscontro di problematiche che dipendono sostanzialmente dai caratteri geotecnici e/o geomeccanici dei terreni e/o dei litotipi presenti, dall'assetto morfologico (acclività), dagli aspetti connessi con le problematiche idrogeologiche quali la regimazione idraulica e la predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le notizie fondamentali per l'inquadramento geologico, idrogeologico e morfologico sono state desunte, nella gran parte, dalla documentazione tecnica reperita, nonché dagli studi geologici realizzati a supporto della progettazione comunale della città di Monza (Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT comunale, 2018).

L'area in esame di Viale Europa, come visibile dalla analisi della Carta Geologica del PGT comunale, (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**6), rientra nel

Allogruppo di Besnate: è costituito esclusivamente da depositi fluvioglaciali, caratterizzati da profili d'alterazione moderatamente evoluti, che strutturano gran parte del territorio del comune di Monza. Al suo interno sono state individuate, su base geomorfologica, due distinte unità, leggermente differenti per sequenze sommitali e suoli supportati.

La litologia dell'Allogruppo è, nell'ambito del territorio in esame, piuttosto omogenea e risulta costituito da ghiaie a supporto clastico, con matrice sabbiosa o sabbioso limosa, da massive a grossolanamente stratificate; clasti da arrotondati a sub arrotondati, in prevalenza centimetrici, a petrografia poligenica (depositi fluvioglaciali). Prevalgono rocce endogene-metamorfiche (a metamorfiti dominanti) e rocce carbonatiche, a cui seguono rocce terrigene, tra cui Verrucano e rocce flyschoidi. Alla sommità delle ghiaie si sviluppano suoli moderatamente evoluti, con orizzonte diagnostico di tipo argillico (Alfisuoli), di spessore compreso tra 1 e 2 m.

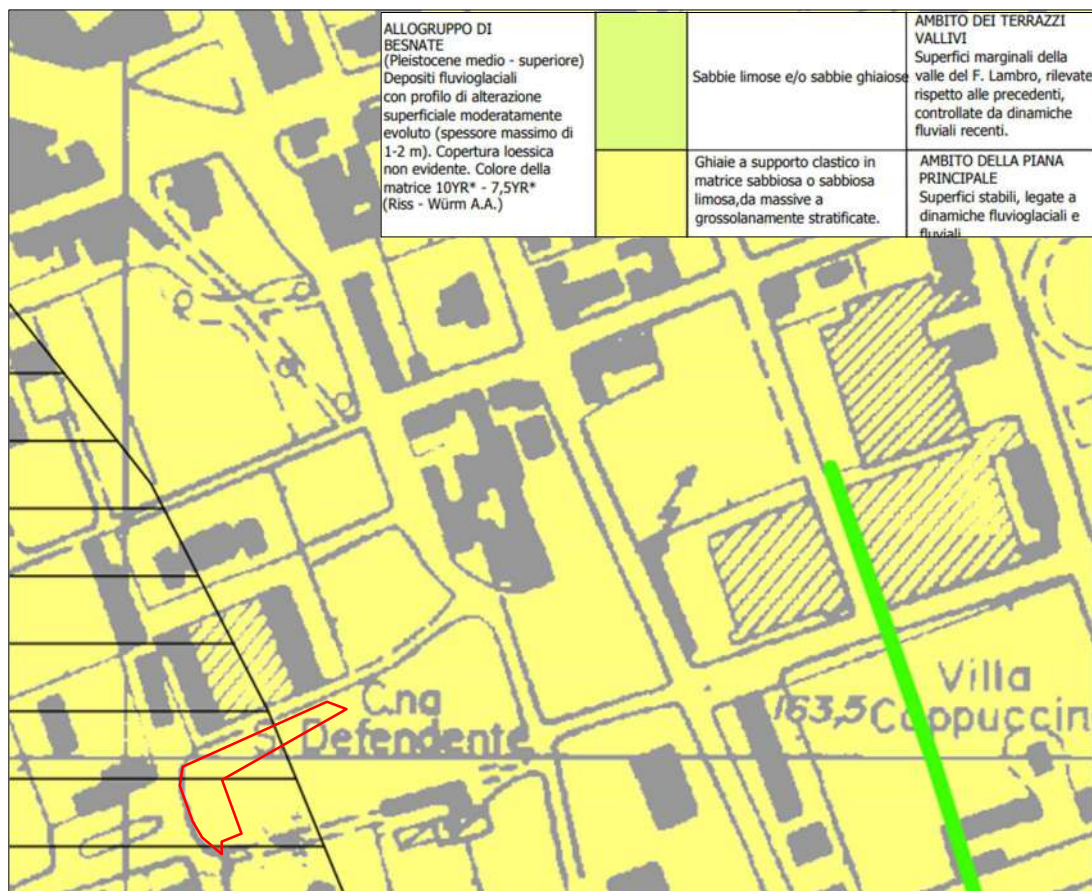


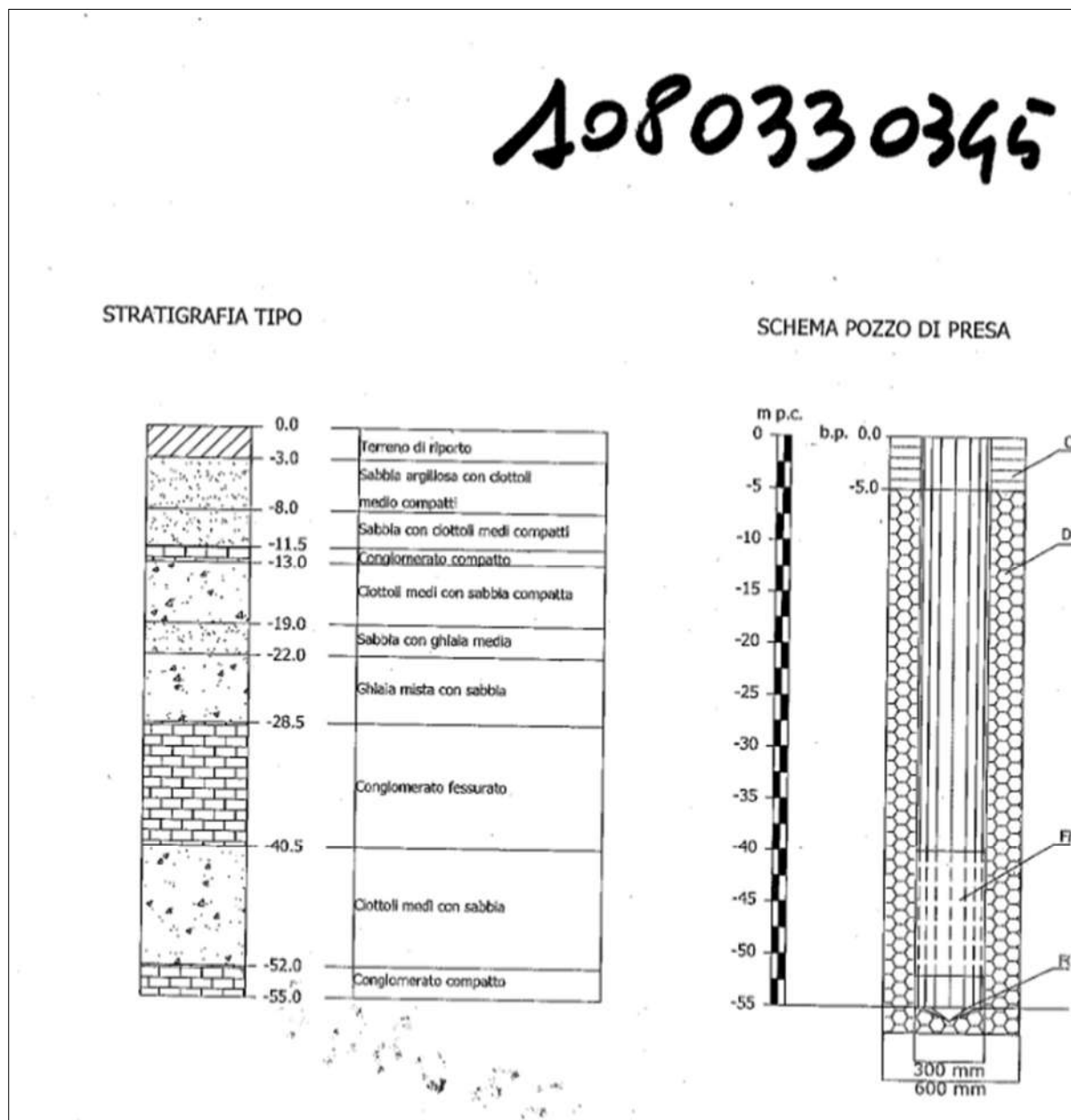
Figura 6- stralcio carta geologica (PGT comunale, Tav.1, 2017). In rosso è indicata la zona di interesse.

5.1. Stratigrafia di dettaglio

Con lo scopo di descrivere la stratigrafia locale della zona di interesse, sono stati ripresi i dati disponibili sul portale web della Provincia di Lecco (

Tabella 1, 7).

Tabella 1 – Stratigrafia pozzo pubblico codsif:1080330345



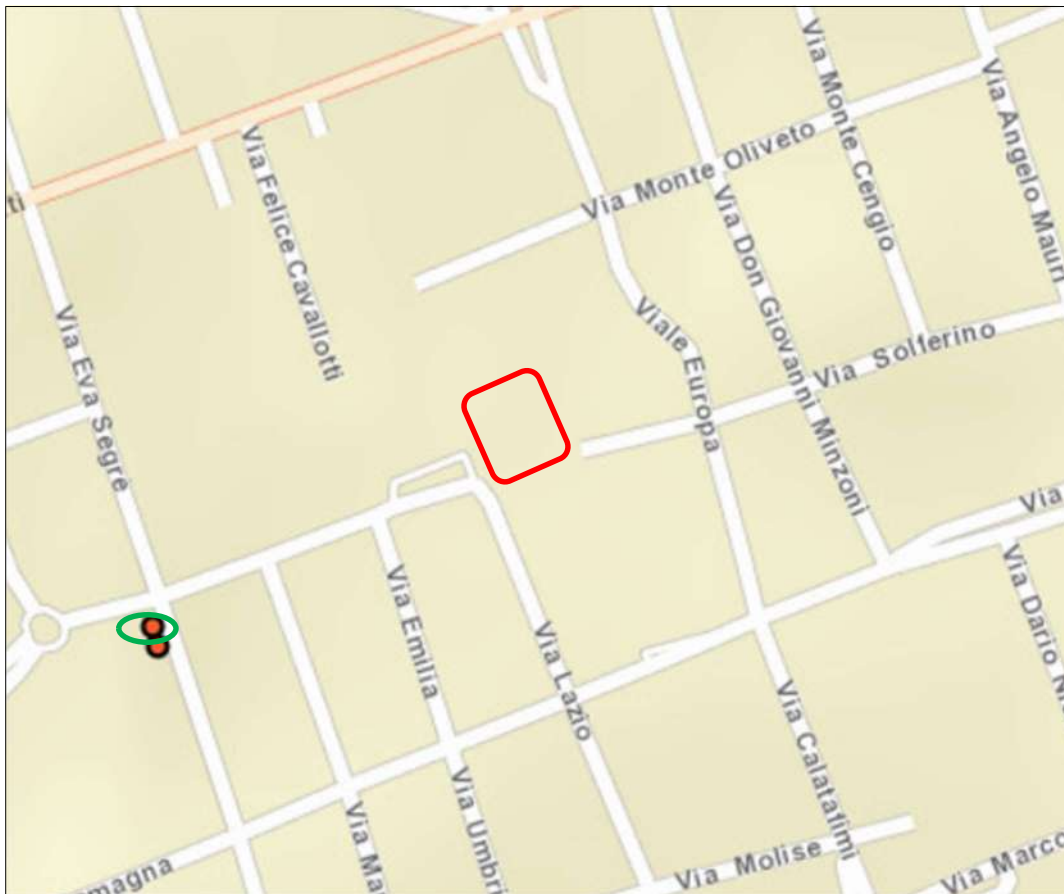


Figura 7 – Ubicazione pozzi pubblici e privati posti nelle vicinanze del sito, in verde il pozzo preso come riferimento

6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Sulla base delle caratteristiche litologiche dedotte dalle stratigrafie dei pozzi esistenti nel territorio di Monza e nei comuni limitrofi, si riconoscono nel sottosuolo varie unità idrogeologiche, distinguibili per la loro omogeneità di costituzione e di continuità orizzontale e verticale.

La suddivisione dell'acquifera proposta considera le risultanze dello studio "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia" (2002, Regione Lombardia in collaborazione con Eni-Divisione Agip) ed il relativo "Aggiornamento geologico-stratigrafico" (2005).

Esso individua un modello geologico del sottosuolo della pianura milanese a scala regionale che accorpa quattro Gruppi Acquiferi sovrapposti (A, B, C e D); fatte salve le comuni differenziazioni proprie del settore pedemontano in essere rispetto a quello di riferimento della pianura, si presenta la seguente classificazione:

- Gruppo Acquifero A (Olocene, Pleistocene superiore - Pleistocene medio); corrisponde all'unità ghiaioso- sabbiosa e costituisce la porzione superiore del cosiddetto acquifero tradizionale (depositi del Würm Auct.);
- Gruppo Acquifero B (Pleistocene medio); corrisponde all'unità sabbioso-ghiaiosa che accorpa la serie dei fluviali Mindel-Riss ed i conglomerati e arenarie basali. Costituisce la porzione inferiore del cosiddetto acquifero tradizionale;
- Gruppo Acquifero C (Pleistocene inf. [Siciliano ed Emiliano]); corrisponde alla porzione superiore dell'unità sabbioso-limoso-argillosa ovvero le Argille Villafranchiane in facies continentale;
- Gruppo Acquifero D (Pleistocene inf. [Santerniano]); corrisponde alla porzione basale dell'unità sabbioso- limoso-argillosa ovvero le Argille Villafranchiane in facies marina.

6.1. Caratteristiche piezometriche

La ricostruzione delle variazioni dei livelli piezometrici è stata possibile grazie ai dati estrapolati dalle tavole del PGT del comune di Monza del 2017.

Nel territorio di Monza, la morfologia della superficie piezometrica evidenzia una falda radiale da debolmente divergente nel settore N a debolmente convergente nel settore centrale, con quote piezometriche comprese tra 176 e 130 m s.l.m.; le direzioni del flusso idrico sotterraneo sono orientate NNE-SSW e N-S e il gradiente idraulico varia da valori dell'ordine dell'8-10‰ a NE a valori 2-5‰ nel settore centrale e meridionale. La piezometria presenta oscillazioni nel tempo, con innalzamenti e abbassamenti periodici dovuti a diversi fattori, tra cui gli andamenti stagionali e meteo-climatici di più lungo intervallo o lo sfruttamento delle risorse idriche sotterranee.

Inoltre, stando alla tavola idrogeologica del PGT del comune di Monza, (**Figura 8**) il sito si trova nei pressi dell'isobata dei 139,5 metri s.l.m e il piano campagna è ad un'altitudine media di 162,8 m s.l.m., ne consegue che il livello statico della falda si posiziona è di circa 23,3 metri.



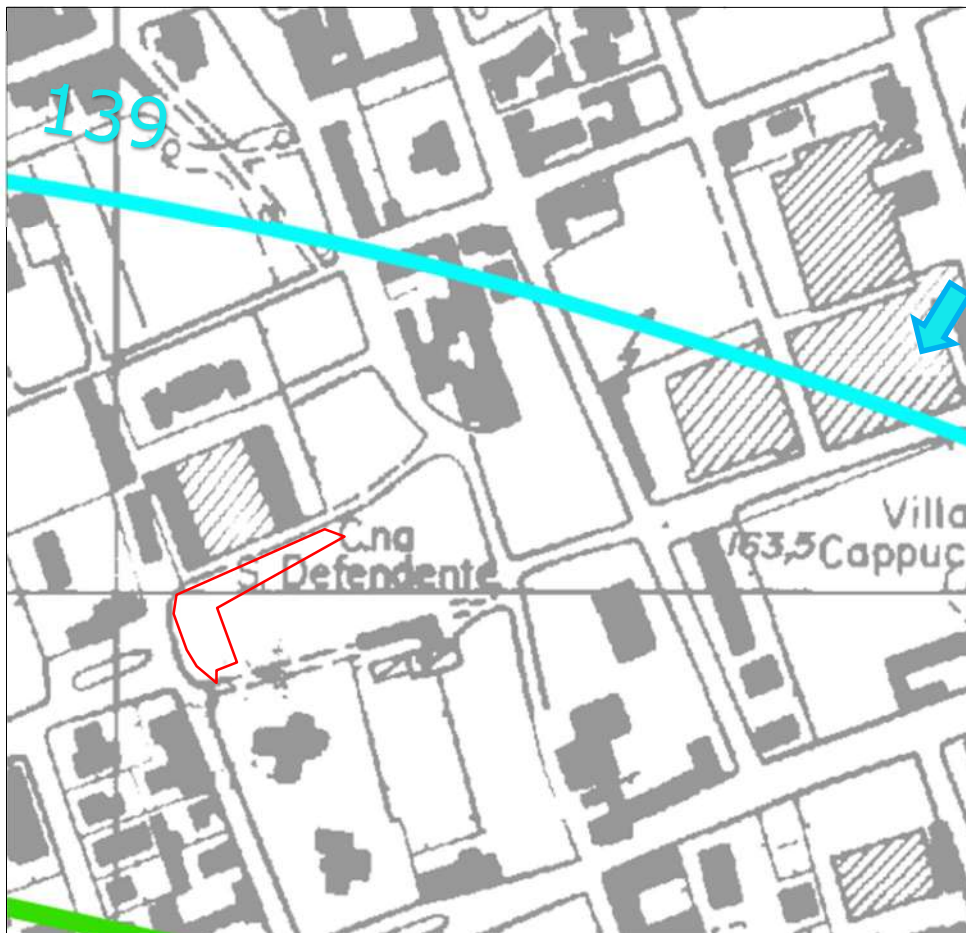


Figura 8 – Stralcio della Carta idrogeologica del comune di Monza (PGT comunale, Tav. 2, 2018); in rosso l'area di studio.

7. USO DEL SUOLO

La classificazione delle unità dell'uso del suolo e il riconoscimento delle stesse sul territorio comunale è stata possibile dalla consultazione della banca dati provinciale.

Infatti, secondo la cartografia disponibile online, l'area oggetto di studio ricade, per quanto concerne l'uso del suolo in 3242 - cespuglieti in aree di agricole abbandonate (**Figura 9**):



Figura 9 - Stralcio della carta uso del suolo (WebGIS Regione Lombardia, Uso e copertura del suolo 2021, DUSAF 6.0)

8. INDAGINE SISMICA

8.1. Inquadramento sismico

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. n. 3274 del 23/03/2003, che ha classificato l'intero territorio nazionale, il territorio comunale di Monza ricade in zona sismica 4, corrispondente alla pericolosità sismica più bassa (ag convenzionale pari a 0.05 g). In seguito all'introduzione della nuova classificazione sismica del 2014, il comune è stato declassato alla zona sismica 3.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è indispensabile valutare l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali. Sulla base dei parametri di velocità delle onde Vs entro i 30 m di profondità, è possibile classificare il terreno dal piano

di imposta delle fondazioni, fino ad una profondità commisurata all'estensione e all'importanza delle opere.

8.2. Analisi di primo livello – Carta della Pericolosità Sismica Locale

Il territorio comunale di Monza è classificato in **Zona Sismica 4** sulla base della O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/03 e successive modifiche ed integrazioni.

L'area in esame ricade nella sottozona Z4a come si vede dalla Carta di Pericolosità Sismica Locale riportata di seguito, (

Figura 10)

SCENARIO Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi.

L'intero territorio comunale di Monza, in ragione della presenza di depositi alluvionali in corrispondenza dell'area di fondovalle del F. Lambro e di depositi fluvioglaciali nelle aree di pianura, è attribuibile allo scenario Z4a ove sono prevedibili effetti di amplificazione della sollecitazione sismica attesa, conseguenti a fenomeni di amplificazione litologica.

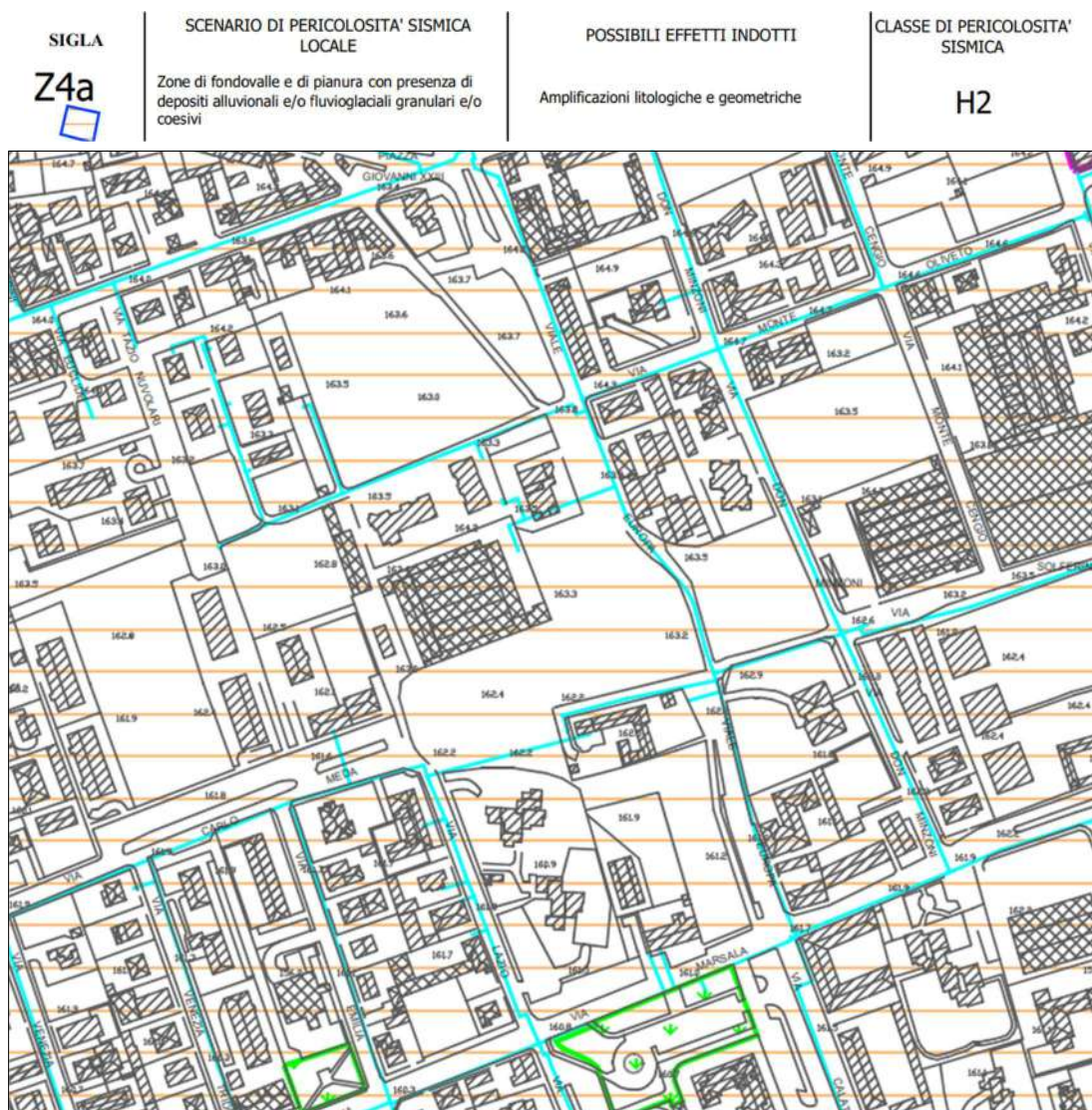


Figura 10 - Stralcio della Carta della Pericolosità Sismica Locale del comune di Monza (PGT comunale, Tav. 6, 2017); in rosso l'area di studio.

8.3. La prova sismica tipo MASW

L'analisi delle onde di taglio (Vs) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e relative velocità di taglio, come riportato nella tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore Vs30 per la sezione indagata.

Il valore di Vs30 è riferito ai primi 30,00 m a partire dal piano campagna attuale.

Dall'interpretazione dei dati si può ricostruire la seguente situazione sismostratigrafica:

- SISMOSTRATO 1: da p.c. a -3.2 m (Vs 113 m/s);
SISMOSTRATO 2: da -3.2 a -8,6 m (Vs 216 m/s);
SISMOSTRATO 3: da -8.6 a -41.6 m (Vs 574 m/s);
SISMOSTRATO 4: >41.6 m (Vs 698 m/s);

L'analisi ha evidenziato la presenza di 4 sismostrati di cui il primo presenta velocità piuttosto basse; il secondo sismostrato ha velocità che migliorano con la profondità.

8.4. Calcolo delle Vs,30 e definizione della Categoria di Suolo

A partire dal modello sismico monodimensionale ricostruito attraverso l'indagine geofisica effettuata, è possibile calcolare il valore delle Vs,30, che rappresenta la "velocità equivalente" di propagazione fino alla profondità del bedrock sismico H (substrato con VS>800 m/s) delle onde di taglio.

Per il calcolo delle Vs,30 si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 17.01.2018 ("Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni") considerando per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio definita dal parametro VS,30 ottenuto ponendo H=30 m:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove hi e VS,i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo (fino al bedrock sismico o a 30 m dalla quota di imposta delle fondazioni), N il numero di strati e H la profondità del substrato con VS>800 m/s.

A partire dal piano di esecuzione dello stendimento Masw si ottiene

Tabella 2 – Categoria del suolo di fondazione

Profondità Bedrock sismico.	Vs,30 [m/s]	Categoria sottosuolo
oltre 30,0 m	303	C

Tabella 3: Categorie di sottosuolo (D.M. 17.01.2018).

Categoria	Descrizione	Vs [m/sec]
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m	> 800
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360 - 800
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	180 - 360
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	<180
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).	

8.5. Analisi di secondo livello – Effetti Sismici di sito

In merito alla valutazione di eventuali fenomeni di amplificazione sismica si è proceduto secondo quanto indicato dalla normativa regionale ad effettuare una verifica di II livello, seguendo la procedura descritta nell'allegato 5 alla DGR n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 comma

1 della l.r. n. 12 del 11 marzo 2005 " e successive modifiche; essa ha consentito di valutare il valore del fattore di amplificazione Fa del sito di studio.

Nel caso specifico è stato considerato esclusivamente il Fa relativo agli effetti litologici che è stato determinato attraverso l'impiego delle schede Litologia opportunamente predisposte. Tale metodologia permette, in relazione alle caratteristiche litologiche, geotecniche e sismiche dei terreni presenti, una valutazione di tipo semiquantitativo degli effetti di amplificazione sismici attesi.

Il valore del Fa viene poi utilizzato per valutare i gradi di protezione raggiunto dall'applicazione della normativa vigente.

La valutazione del grado di protezione fornito dall'applicazione dei parametri di normativa è effettuata in termini di contenuto energetico, confrontando il valore dei Fa ottenuto con le schede di valutazione con il parametro di analogo significato definito come Valore Soglia e fornito per ciascun Comune dalla Regione Lombardia. Tale valore è stato valutato per qualunque categoria di suolo relativamente ai due intervalli del periodo proprio di oscillazione delle tipologie edilizie presenti con maggior frequenza in Lombardia (0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s). Per il comune di Monza (Tabella 4):

Tabella 4 - Corrispondenza tra Fa calcolato e categoria di suolo.

classificazione	Fa calcolato	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
3	0.1-0.5	1.4	1.9	2.2	2.0
	0.5-1.5	1.7	2.4	4.2	3.1

Il valore soglia rappresenta, quindi, il numero limite oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione l'amplificazione realmente presente nel sito di studio.

Nel caso in esame, l'andamento delle velocità con la profondità è stato confrontato con le schede litologiche proposte ed è stata scelta quella "Effetti litologici - scheda sabbiosa".

Dall'elaborazione effettuata per il sito in esame, sulla base dei dati a disposizione, si è ottenuto un valore del periodo proprio del sito pari a $T=0,47$ secondi.

Adottando la procedura regionale ed adottando le formule riportate nella scheda scelta, si è ottenuto un valore del $Fa = 1,49$ per l'intervallo di T compreso tra 0.1-0.5 s e un valore di $Fa = 1,77$ per l'intervallo compreso tra 0.5-1.5 s.

Nessun valore del F_a risulta superiore al valore soglia fissato dalla normativa regionale per un suolo di tipo C come ricavato da elaborazione della Masw. Pertanto, la normativa è da considerarsi sufficiente per poter comprendere anche gli effetti di amplificazione sismica locale.

8.6. Esecuzione della verifica a liquefazione

Il sito in esame presenta una accelerazione massima attesa al piano di campagna in assenza di manufatti minore di 0,1 g (0,021 g per SLD). Ai sensi del DM 14-01-2018 (rif: 7.11.3.4.2) è pertanto possibile omettere la verifica a liquefazione.

9. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini geognostiche eseguite il giorno 11 novembre 2024 nei lotti limitrofi sono consistite nell'esecuzione complessiva di:

- n°4 prove penetrometriche dinamiche, con penetrometro pesante
- n°2 prove di dispersione in pozzetto superficiale
- n°4 saggi mediante escavatore e contestuale prelievo di campioni ambientali
- n°1 indagine sismica mediante metodologia MASW

L'ubicazione delle prove viene riportata in Annesso 3.

9.1. Risultati delle prove DPSH

La prova penetrometrica eseguita secondo le Raccomandazioni A.G.I. (Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1977), consiste nell'infissione nel terreno di una punta conica, collegata ad una batteria di aste metalliche, mediante la battitura con un maglio che cade liberamente da altezza costante. Si misura il numero di colpi necessari per l'infissione della punta conica nel terreno per tratti consecutivi di lunghezza nota, ottenendo in questo modo la resistenza del terreno alla penetrazione della punta.

Il tabulato di registrazione ed i diagrammi relativi sono riportati in Annesso 1.

La prova è stata spinta fino ad una profondità massima pari a circa 9,60 m da piano campagna, posto a circa 162.5 m slm.

Durante l'esecuzione delle prove in sito è stata rilevata la presenza di umidità diffusa a partire dalla quota di circa 4-5 m rispetto al piano di esecuzione delle prove (Tabella 5).



Tabella 5 - RegISTRAZIONI prove penetrometriche novembre 2024.

	SCPT 1	SCPT 2	SCPT 3	SCPT 4
0,30	2	3	2	4
0,60	2	2	2	19
0,90	6	3	7	9
1,20	7	2	8	3
1,50	9	8	6	3
1,80	10	8	4	2
2,10	4	4	4	7
2,40	5	4	4	9
2,70	5	4	3	7
3,00	7	2	3	4
3,30	5	3	6	6
3,60	4	4	6	5
3,90	2	6	3	4
4,20	2	8	4	7
4,50	2	9	6	6
4,80	1	7	7	7
5,10	2	7	7	6
5,40	2	7	4	6
5,70	2	4	3	4
6,00	6	4	5	3
6,30	6	6	4	5
6,60	11	5	5	3
6,90	11	10	8	8
7,20	9	11	6	13
7,50	10	13	4	27
7,80	5	21	6	54
8,10	4	14	7	100
8,40	2	31	8	
8,70	2	53	36	
9,00	31	100	54	
9,30	56		100	
9,60	100			

Con le prove è stato possibile indagare fino a 9,60m di profondità a partire dal piano campagna e verificare che in linea di massima è possibile identificare tre unità, aventi comportamento granulare/coesivo e riferibili litologicamente a limi sabbiosi con più o meno ghiaia, passante poi a sabbia.

9.2. Modello geologico e modello geotecnico

Sulla base dell'indagine eseguita è possibile ricostruire il modello geologico-stratigrafico dell'area in esame e, in seguito alla sua elaborazione, è possibile ricavare il seguente modello geotecnico dell'area.

Sono state individuate quattro unità geotecniche sulla base dei dati elaborati così come di seguito:

- **Unità geotecnica A0:** è individuata nella parte più alta di tutte le verticali di indagine, è riconducibile ad un limo sabbioso. Assume spessori medi pari a circa 7,0 m. Nspt medio circa 5 colpi.



- **Unità geotecnica A1:** si riconosce al di sotto dell'unità precedente in tutte le verticali di indagine, è riconducibile ad una sabbia. Assume spessori di circa 1,5 m. Nspt medio circa 17 colpi.
- **Unità geotecnica A2:** è individuata nella parte più profonda dell'indagine solo nelle prove DPSH 2 e 4, è riconducibile ad una ghiaia con sabbia. Assume spessori accertati pari a circa < 1 m. Nspt medio circa 46 colpi.

9.3. Elaborazione della prova

I valori di resistenza alla penetrazione dinamica ricavati dalle prove in sito sono stati normalizzati in funzione della profondità, del tipo di attrezzatura utilizzata e delle caratteristiche granulometriche generali dei terreni, secondo la seguente equazione

$$N'(60) = NSPT * 1.08 * Cr * Cd * Cn$$

dove: **N'(60)** = valore di resistenza normalizzato;

Cr = fattore di correzione funzione della profondità;

Cd = fattore di correzione funzione del diametro del foro;

Cn = fattore di correzione funzione della granulometria del terreno;

1,08 = valore di correzione funzione delle caratteristiche di restituzione dell'energia sviluppata dall'attrezzatura;

Infatti, a partire dai colpi di Nspt e delle tensioni litostatiche, sono stati ottenuti i valori di N60 (ovvero il valore corretto per le procedure esecutive) tramite la formula:

$$N60 = N_{SPT} * \left(\frac{ERr}{60} \right)$$

dove Nspt è il valore misurato sul campo e ERr è il valore energetico di riferimento che per l'Italia (Plico/Nenzi) è pari al 65%. Normalizzando al 60% l'indice ERr si arriva al valore di 1.08:

$$N60 = N_{SPT} * 1.08$$

In seguito, moltiplicando per i fattori di correzione C_R , C_S , C_D e C_N (Tabella) si ottiene il valore di N'60.

Tabella 6 - Fattori di correzione proposti da Skempton.

C_D (f (F))			C_R (f (L))			
F 65-115 mm	F 150 mm	F 200 mm	L 3-4m	L 4-6m	L 6-10m	L >10m



1	1.05	1.15	0.75	0.85	0.95	1
---	------	------	------	------	------	---

Successivamente è stata calcolata la correzione secondo le tensioni litostatiche N'60 secondo la formula:

$$N'60 = N60 * C_N * C_S * C_D * C_R$$

Dove C_N è il fattore di correzione per la tensione litostatica σ_{v0} :

$$C_N = \sigma'_{v0}{}^{(-n)}$$

σ_{v0} espresso in Kg/cm² e con n pari a 0.56 secondo Jamiolkowski (1985) o pari a 0.50 secondo Baldi (1985).

I valori di N'60 ricavati da ogni prova penetrometrica sono stati elaborati con software specifici (Geostru), così da individuare le unità geotecniche (strato) e per ciascuna di queste i parametri geotecnici (Tabella 7).

Tabella 7 - parametri geotecnici prova 1, 2, 3 e 4

Strato	Prof. Strato (m)	Napt	Tipo	Peso Unità di Volume (kN/m³)	Peso Unità di Volume Saturato	Angolo d'attrito ϕ' (°)	Coesione non drenata c_u	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
1	8,7	5,0	Incoerente	13,85	18,43	22,88	0	3,7	0,0	0,34	28,84	120,02	40,12
2	9,3	43,5	Incoerente	17,75	20,84	27,98	0	11,46	28,88	0,27	221,11	200,79	95,44
3	9,6	100,0	Incoerente	19,17	21,69	30,72	0	22,84	66,39	0,16	483,54	234,09	100

Strato	Prof. Strato (m)	Napt	Tipo	Peso Unità di Volume (kN/m³)	Peso Unità di Volume Saturato	Angolo d'attrito ϕ' (°)	Coesione non drenata c_u	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
1	8,6	5,0	Incoerente	13,85	18,43	23,17	0	3,7	0,0	0,34	28,84	113,79	42,72
2	8,1	13,8	Incoerente	14,86	19,11	24,66	0	5,47	14,12	0,33	75,15	153,31	57,26
3	8,7	42,0	Incoerente	17,64	20,77	28	0	11,15	27,95	0,27	213,94	196,94	94,82
4	9,0	100,0	Incoerente	19,17	21,69	30,9	0	22,84	66,39	0,16	483,54	231,14	100

Strato	Prof. Strato (m)	Napt	Tipo	Peso Unità di Volume (kN/m³)	Peso Unità di Volume Saturato	Angolo d'attrito ϕ' (°)	Coesione non drenata c_u	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
1	8,4	5,07	Incoerente	13,86	18,44	22,7	0	3,71	0,0	0,34	28,32	119,5	40,76
2	9,6	45,0	Incoerente	17,85	20,9	26,26	0	11,76	29,42	0,26	229,27	200,66	96,16
3	9,3	100,0	Incoerente	19,17	21,69	30,9	0	22,84	66,39	0,16	483,64	232,64	100

Strato	Prof. Strato (m)	Napt	Tipo	Peso Unità di Volume (kN/m³)	Peso Unità di Volume Saturato	Angolo d'attrito ϕ' (°)	Coesione non drenata c_u	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
1	6,9	5,98	Incoerente	13,98	18,51	23,7	0	3,69	0,0	0,34	34,13	116,31	45,95
2	7,5	20,0	Incoerente	15,85	19,55	25,99	0	8,72	17,16	0,31	108,51	168,14	55,06
3	7,8	54,0	Incoerente	18,4	21,24	29,4	0	13,57	33,63	0,25	270,95	202,01	100
4	8,1	100,0	Incoerente	19,17	21,69	31,47	0	22,84	66,39	0,15	483,54	229,41	100

Si è poi ottenuta la media dei vari parametri dai valori di ciascuna unità per ciascuna prova. Il valore del ϕ'_m è calcolato come media dei ϕ' di ciascuna unità.

Si consideri che i parametri geotecnici sono stati ottenuti a partire da prove che in terreni granulari hanno bassa attendibilità e tendono a sovrastimare i colpi.

Di seguito si riporta uno schema riassuntivo dei parametri geotecnici medi ricavati (Tabella 8).



Tabella 8- valori medi dei parametri geotecnici per le unità individuate nel modello geotecnico

	Nspt	Gamma (kN/m ³)	Gamma saturato (kN/m ³)	ϕ_m °)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
Unità A0	5	13,9	18,5	23,0	0	0,34	28,9
Unità A1	17	15,3	19,3	25,3	15,6	0,32	90,8
Unità A2	46	17,9	20,9	28,4	30,0	0,26	233,6

In Annesso 2 si riporta un report con esplicitate le relazioni di calcolo utilizzate nelle correlazioni per il calcolo dei parametri per ciascuna prova e per ciascuna unità geotecnica.

	
Postazione DPSH 1	Postazione DPSH 2
	
Postazione DPSH 3	Postazione DPSH 4



Stendimento MASW



Postazione T1



Fondo scavo T1



Postazione T2



Fondo scavo T2



Postazione T3



Fondo scavo T3

	
Postazione T4	Fondo scavo T4

	
Postazione prova dispersione 1	Postazione prova dispersione 2

10. PROVE DI DISPERSIONE

Per ottenere un valore indicativo della permeabilità sono state effettuate delle prove di dispersione in pozzetto cilindrico superficiale in corrispondenza delle trincee T1 e T3.

Le prove sono state eseguite infiggendo un cilindro metallico, infiltrometro, del diametro di 40 cm nei primi 12 cm di terreno; all'interno del cilindro è stato versato per tutte le prove un volume d'acqua di 20 l, raggiungendo battenti d'acqua iniziali dell'ordine di 24-25 cm dalla testa dell'anello. Le prove sono state eseguite a 'carico variabile', misurando gli abbassamenti del livello dell'acqua nel cilindro a intervalli di tempo stabiliti.

10.1. Risultati delle prove di dispersione

Di seguito vengono riportati i grafici dell'abbassamento (Dh) del livello d'acqua nel cilindro nel tempo (T) misurato a intervalli di tempo stabiliti di 30 sec.

	T (sec)	Hw (cm)	Dh (cm)
0	0	25	0.5
1	60	24.5	1.5
2	120	23.5	2.2
2.5	150	22.8	2.7
3	180	22.3	3
4	240	22	4
5	300	21	6.8
10.5	630	18.2	9.1
15	900	15.9	12.8
25	1500	12.2	17.3
40	2400	7.7	25
48	2880		

Tabella 9: Dati di tempo, altezza dell'acqua e abbassamento della prova 1.

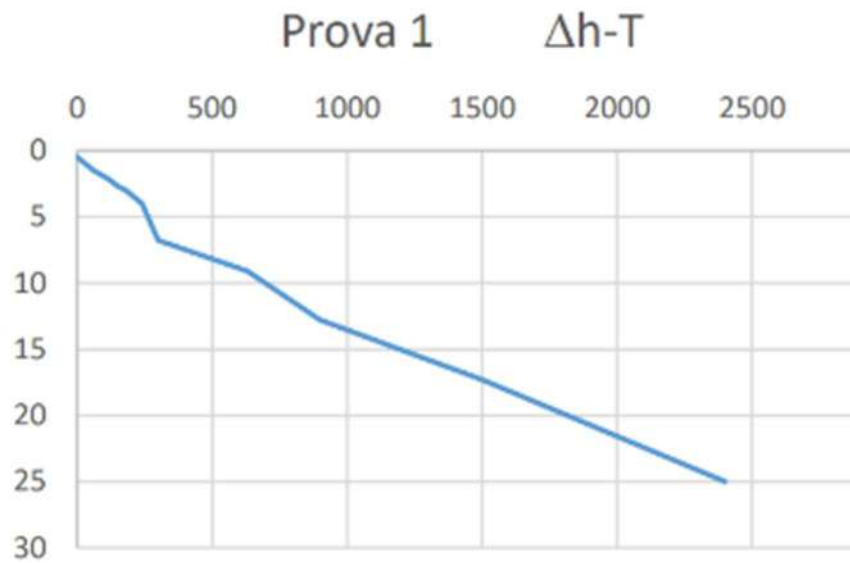


Figura 11: Grafico abbassamento-tempo per la prova 1.

	T (sec)	Hw (cm)	Δh (cm)
0	0	24	1.5
0.5	30	22.5	2.5
1	60	21.5	3.5
1.5	90	20.5	5
2	120	19	6
2.5	150	18	10.8
5	300	13.2	16.5
10	600	7.5	24
12.5	750		

Tabella 10: Dati di tempo, altezza dell'acqua e abbassamento della prova 1.

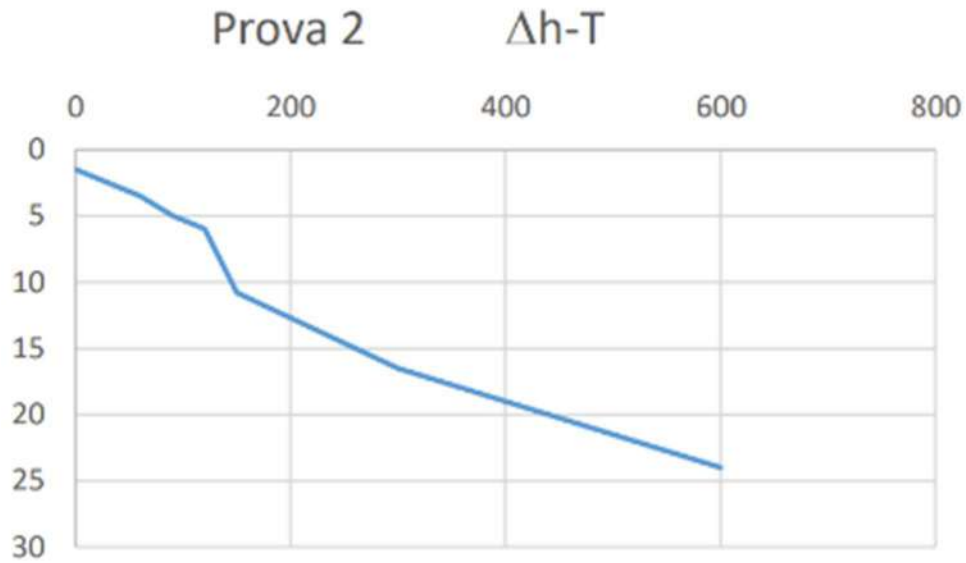


Figura 12: Grafico abbassamento-tempo per la prova 2.

L'elaborazione delle misure registrate consente di ricavare la permeabilità del terreno in esame. Il coefficiente di permeabilità k può essere così determinato:

$$k = \frac{d}{32} \cdot \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1}{h_m}$$

dove: d è il diametro dell'infiltrometro (cm), $(t_2 - t_1)$ l'intervallo di tempo [s] nel quale si misura la variazione di livello dell'acqua nel pozzetto ($h_1 - h_2$) [cm], h_m altezza media dell'acqua nel pozzetto (cm)

Il risultato di tali prove, pur fornendo un dato puntuale, in considerazione dell'omogeneità nella distribuzione del livello superficiale, si ritiene possa fornire valutazione di massima attendibile del valore della permeabilità in tale strato. I valori di permeabilità media così rilevati, espressi in m/s sono $8,68E - 6$ m/s per la prova 1 e di $3,33E - 6$ m/s per la prova 2.

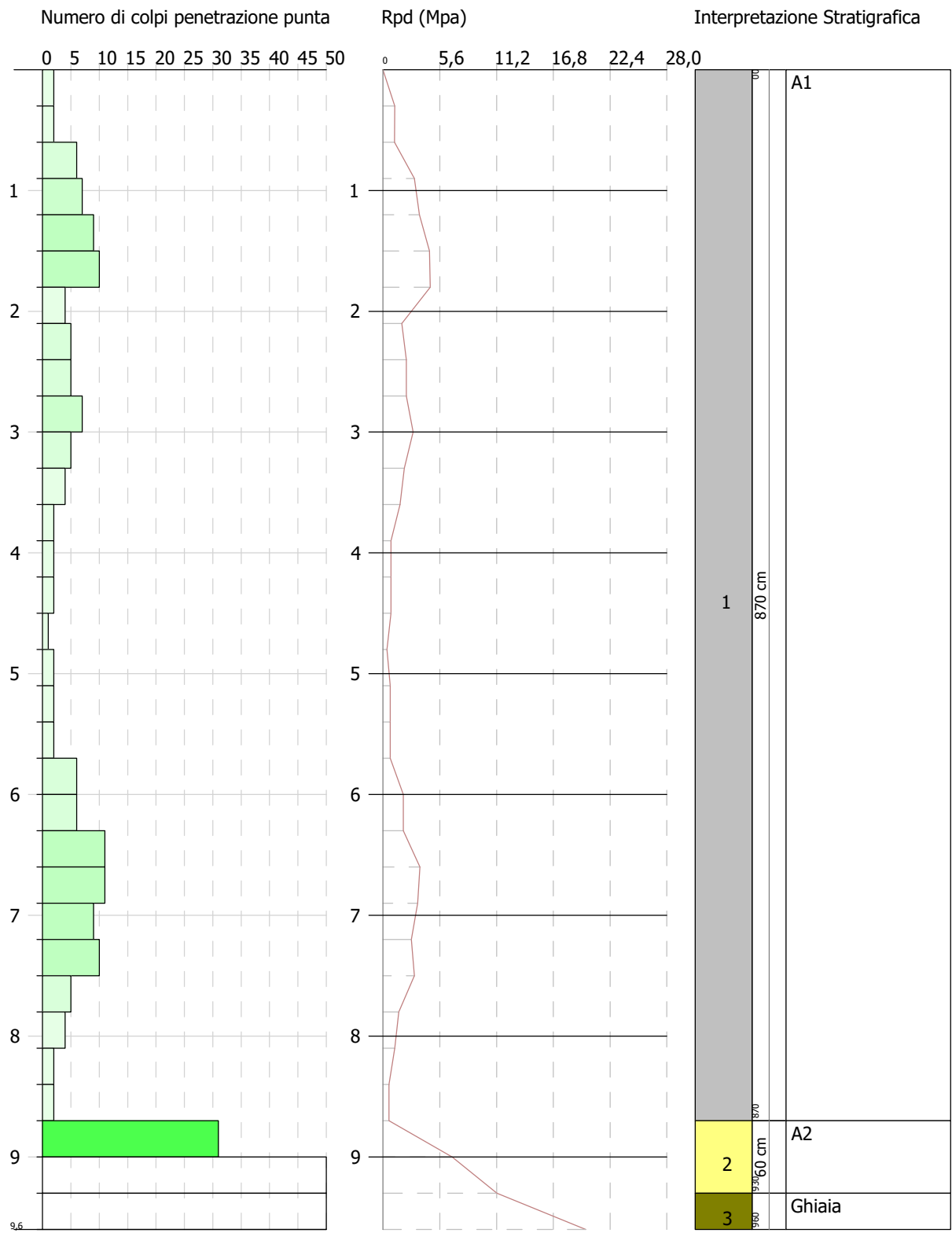
ALLEGATI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO

Committente: Gabri 2000 e Margi Imm. srl
Descrizione:
Localita': Monza

11/11/2024

Scala 1:47



SIGNATURE 1

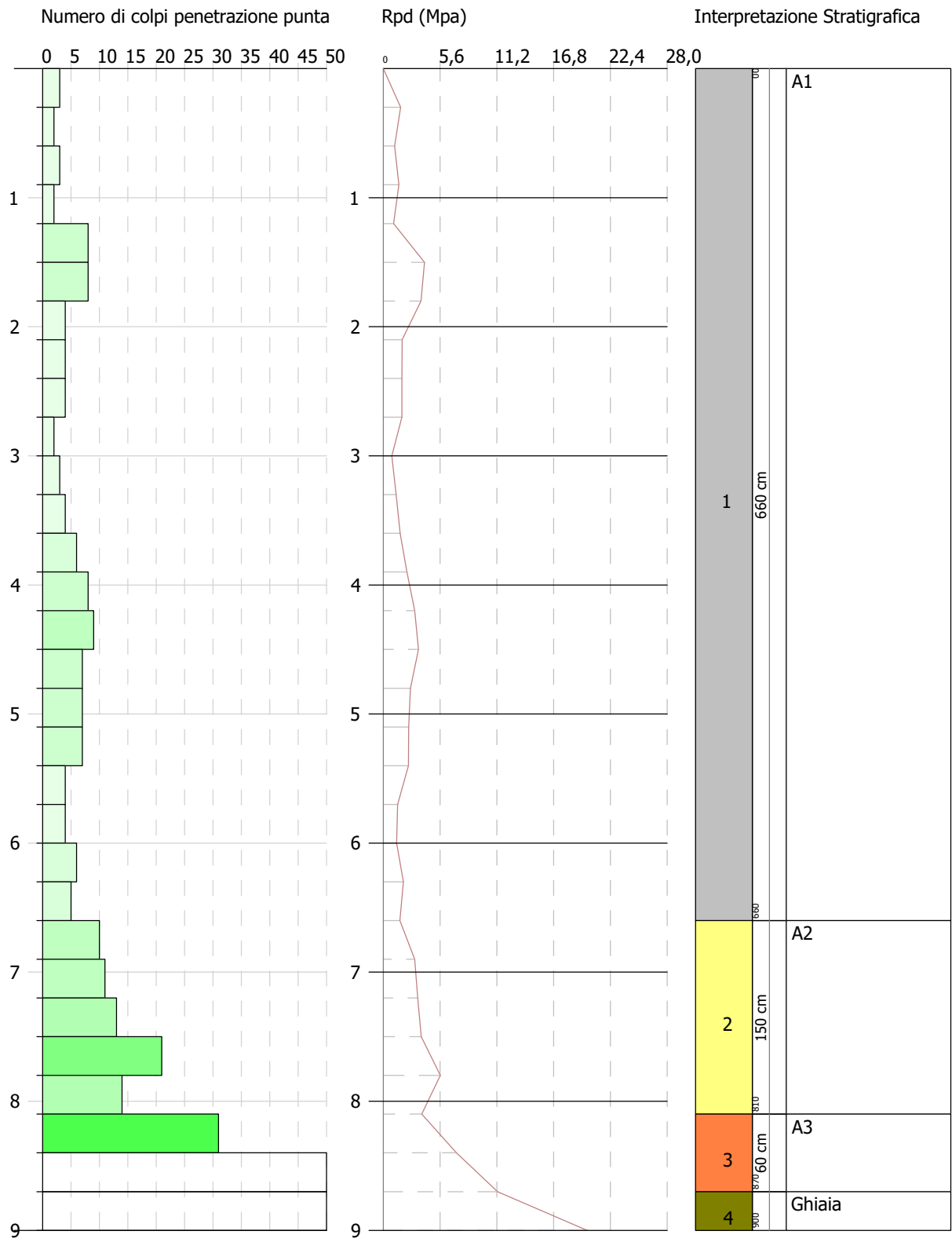
SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO

Committente: Gabri 2000 e Margi Imm. srl
Descrizione:
Localita': Monza

11/11/2024

Scala 1:44



SIGNATURE 1

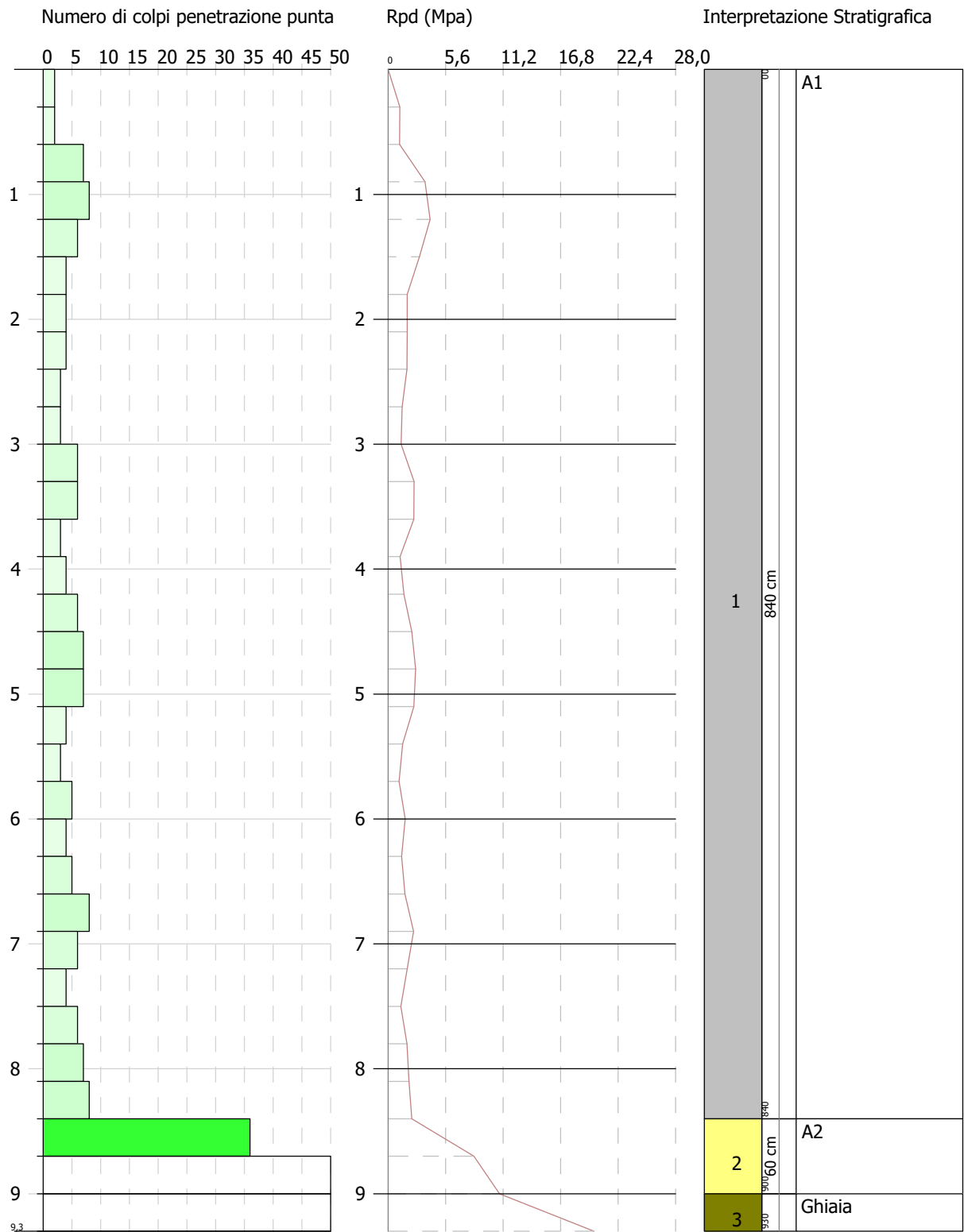
SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO

Committente: Gabri 2000 e Margi Imm. srl
Descrizione:
Localita': Monza

11/11/2024

Scala 1:46



SIGNATURE 1

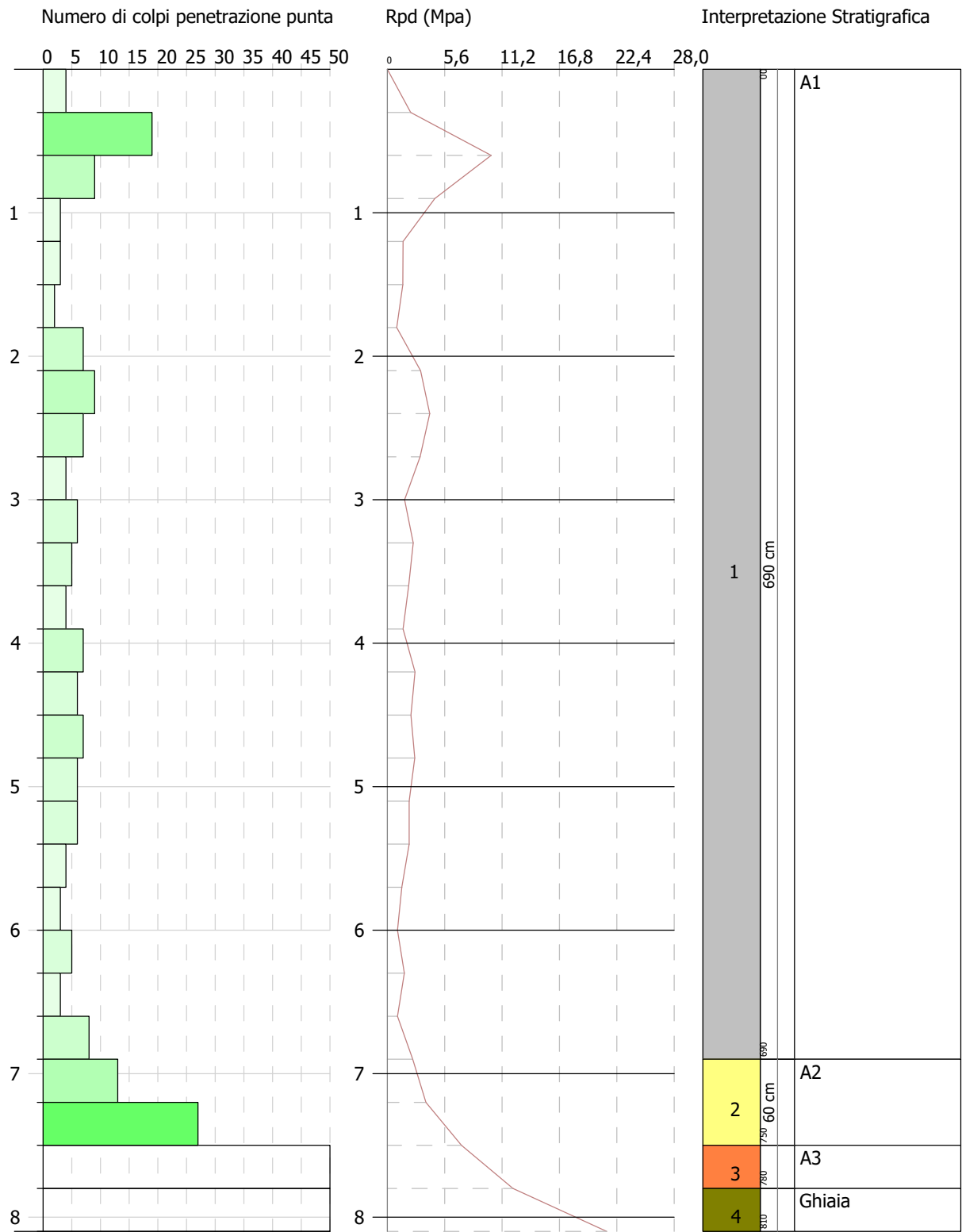
SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO

Committente: Gabri 2000 e Margi Imm. srl
Descrizione:
Localita': Monza

11/11/2024

Scala 1:40



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Descrizione: Localita':	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,76 m
Peso sistema di battuta	4,2 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1
Rivestimento/fanghi	No

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 11/11/2024

Profondita' prova 9,60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	2	0,853	1,14	1,34	57,17	67,05
0,60	2	0,847	1,14	1,34	56,79	67,05
0,90	6	0,842	3,10	3,68	154,78	183,92
1,20	7	0,836	3,59	4,29	179,44	214,57
1,50	9	0,831	4,59	5,52	229,31	275,88
1,80	10	0,826	5,07	6,13	253,30	306,53
2,10	4	0,822	1,86	2,26	92,79	112,94
2,40	5	0,817	2,31	2,82	115,36	141,17
2,70	5	0,813	2,29	2,82	114,75	141,17
3,00	7	0,809	2,96	3,66	148,14	183,18
3,30	5	0,805	2,11	2,62	105,29	130,85
3,60	4	0,801	1,68	2,09	83,83	104,68
3,90	2	0,797	0,78	0,98	38,88	48,77
4,20	2	0,794	0,77	0,98	38,71	48,77
4,50	2	0,790	0,77	0,98	38,55	48,77
4,80	1	0,787	0,38	0,49	19,19	24,39
5,10	2	0,784	0,72	0,91	35,80	45,66
5,40	2	0,781	0,71	0,91	35,66	45,66
5,70	2	0,778	0,71	0,91	35,53	45,66
6,00	6	0,775	2,00	2,58	99,85	128,76
6,30	6	0,773	1,99	2,58	99,51	128,76
6,60	11	0,770	3,64	4,72	181,85	236,06
6,90	11	0,768	3,42	4,45	171,02	222,70
7,20	9	0,766	2,79	3,64	139,51	182,21
7,50	10	0,763	3,09	4,05	154,56	202,46
7,80	5	0,761	1,54	2,02	77,06	101,23
8,10	4	0,759	1,16	1,53	58,19	76,65
8,40	2	0,757	0,58	0,77	29,02	38,32
8,70	2	0,755	0,58	0,77	28,95	38,32

9,00	31	0,603	6,80	11,28	340,25	563,80
9,30	56	0,552	11,24	20,37	561,89	1018,49
9,60	100	0,550	20,00	36,37	1000,21	1818,72

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (KN/m ³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m ³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
8,7	5	2,48	Incoerente	0	15,1	18,53	65,69	1	5	A1
9,3	43,5	15,82	Incoerente	0	21,77	20,89	137,9	1	43,5	A2
9,6	100	36,37	Incoerente	0	24,52	22,16	148,11	1	100	Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	Meyerhof 1957	40,12
Strato (2) A2	43,50	8,70-9,30	43,50	Meyerhof 1957	95,44
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	De Mello	22,56
Strato (2) A2	43,50	8,70-9,30	43,50	De Mello	27,96
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	De Mello	30,72

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2)	43,50	8,70-9,30	43,50	Bowles (1982)	28,68

A2				Sabbia Media	
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	Bowles (1982) Sabbia Media	56,39

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	3,70
Strato (2) A2	43,50	8,70-9,30	43,50	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11,46
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	22,84

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) A2	43,50	8,70-9,30	43,50	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (KN/m ³)
Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	Terzaghi-Peck 1948	13,85
Strato (2) A2	43,50	8,70-9,30	43,50	Terzaghi-Peck 1948	17,75
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	Terzaghi-Peck 1948	19,17

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m ³)
Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	Terzaghi-Peck 1948	18,43
Strato (2) A2	43,50	8,70-9,30	43,50	Terzaghi-Peck 1948	20,84

Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	Terzaghi-Peck 1948	21,69
----------------------	--------	-----------	--------	-----------------------	-------

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) A2	43,50	8,70-9,30	43,50	(A.G.I.)	0,27
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	(A.G.I.)	0,15

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	28,94
Strato (2) A2	43,50	8,70-9,30	43,50	Ohsaki (Sabbie pulite)	221,11
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	483,54

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	Ohta & Goto (1978) Limi	120,02
Strato (2) A2	43,50	8,70-9,30	43,50	Ohta & Goto (1978) Limi	200,79
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	Ohta & Goto (1978) Limi	234,09

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	Navfac 1971-1982	0,99
Strato (2) A2	43,50	8,70-9,30	43,50	Navfac 1971-1982	7,32
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	Navfac 1971-1982	11,93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
-------------	------	---------------------	------------	--------------	-------------

Strato (1) A1	5,00	0.00-8,70	5,00	Robertson 1983	0,98
Strato (2) A2	43,50	8,70-9,30	43,50	Robertson 1983	8,53
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,30-9,60	100,00	Robertson 1983	19,61

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 11/11/2024

Profondita' prova 9,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	3	0,853	1,72	2,01	85,76	100,58
0,60	2	0,847	1,14	1,34	56,79	67,05
0,90	3	0,842	1,55	1,84	77,39	91,96
1,20	2	0,836	1,03	1,23	51,27	61,31
1,50	8	0,831	4,08	4,90	203,83	245,23
1,80	8	0,826	4,05	4,90	202,64	245,23
2,10	4	0,822	1,86	2,26	92,79	112,94
2,40	4	0,817	1,85	2,26	92,29	112,94
2,70	4	0,813	1,84	2,26	91,80	112,94
3,00	2	0,809	0,85	1,05	42,32	52,34
3,30	3	0,805	1,26	1,57	63,17	78,51
3,60	4	0,801	1,68	2,09	83,83	104,68
3,90	6	0,797	2,33	2,93	116,64	146,31
4,20	8	0,794	3,10	3,90	154,84	195,08
4,50	9	0,790	3,47	4,39	173,45	219,47
4,80	7	0,787	2,69	3,41	134,36	170,70
5,10	7	0,784	2,51	3,20	125,29	159,81
5,40	7	0,781	2,50	3,20	124,81	159,81
5,70	4	0,778	1,42	1,83	71,06	91,32
6,00	4	0,775	1,33	1,72	66,57	85,84
6,30	6	0,773	1,99	2,58	99,51	128,76
6,60	5	0,770	1,65	2,15	82,66	107,30
6,90	10	0,768	3,11	4,05	155,48	202,46
7,20	11	0,766	3,41	4,45	170,51	222,70

7,50	13	0,713	3,76	5,26	187,77	263,19
7,80	21	0,661	5,62	8,50	281,15	425,16
8,10	14	0,709	3,81	5,37	190,26	268,26
8,40	31	0,607	7,21	11,88	360,71	594,00
8,70	53	0,555	11,28	20,31	563,97	1015,55
9,00	100	0,553	20,13	36,37	1006,64	1818,72

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (KN/m ³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m ³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
6,6	5	2,59	Incoerente	0	15,1	18,53	49,83	1	5	A1
8,1	13,8	5,53	Incoerente	0	18,14	19,02	113,27	1	13,8	A2
8,7	42	16,1	Incoerente	0	21,67	20,79	133,37	1	42	A3
9	100	36,37	Incoerente	0	24,52	22,16	143,55	1	100	Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	Meyerhof 1957	42,72
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	Meyerhof 1957	57,28
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	Meyerhof 1957	94,82
Strato (4) Ghiaia	100,00	8,70-9,00	100,00	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	De Mello	23,17
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	De Mello	24,56
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	De Mello	28
Strato (4)	100,00	8,70-9,00	100,00	De Mello	30,9

Ghiaia					
--------	--	--	--	--	--

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	Bowles (1982) Sabbia Media	14,12
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	Bowles (1982) Sabbia Media	27,95
Strato (4) Ghiaia	100,00	8,70-9,00	100,00	Bowles (1982) Sabbia Media	56,39

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	3,70
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,47
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11,15
Strato (4) Ghiaia	100,00	8,70-9,00	100,00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	22,84

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (4) Ghiaia	100,00	8,70-9,00	100,00	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di
-------------	------	--------------	------------	--------------	----------------

		(m)			Volume (KN/m ³)
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	Terzaghi-Peck 1948	13,85
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	Terzaghi-Peck 1948	14,95
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	Terzaghi-Peck 1948	17,64
Strato (4) Ghiaia	100,00	8,70-9,00	100,00	Terzaghi-Peck 1948	19,17

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m ³)
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	Terzaghi-Peck 1948	18,43
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	Terzaghi-Peck 1948	19,11
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	Terzaghi-Peck 1948	20,77
Strato (4) Ghiaia	100,00	8,70-9,00	100,00	Terzaghi-Peck 1948	21,69

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	(A.G.I.)	0,33
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	(A.G.I.)	0,27
Strato (4) Ghiaia	100,00	8,70-9,00	100,00	(A.G.I.)	0,15

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	28,94
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	Ohsaki (Sabbie pulite)	75,15
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	213,94
Strato (4) Ghiaia	100,00	8,70-9,00	100,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	483,54

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	Ohta & Goto (1978) Limi	113,79
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	Ohta & Goto (1978) Limi	158,31
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	Ohta & Goto (1978) Limi	196,94
Strato (4) Ghiaia	100,00	8,70-9,00	100,00	Ohta & Goto (1978) Limi	231,14

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	Navfac 1971-1982	0,99
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	Navfac 1971-1982	2,89
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	Navfac 1971-1982	7,14
Strato (4) Ghiaia	100,00	8,70-9,00	100,00	Navfac 1971-1982	11,93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) A1	5,00	0.00-6,60	5,00	Robertson 1983	0,98
Strato (2) A2	13,80	6,60-8,10	13,80	Robertson 1983	2,71
Strato (3) A3	42,00	8,10-8,70	42,00	Robertson 1983	8,24
Strato (4) Ghiaia	100,00	8,70-9,00	100,00	Robertson 1983	19,61

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 11/11/2024

Profondita' prova 9,30 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	2	0,853	1,14	1,34	57,17	67,05
0,60	2	0,847	1,14	1,34	56,79	67,05
0,90	7	0,842	3,61	4,29	180,57	214,57
1,20	8	0,836	4,10	4,90	205,08	245,23
1,50	6	0,831	3,06	3,68	152,87	183,92
1,80	4	0,826	2,03	2,45	101,32	122,61
2,10	4	0,822	1,86	2,26	92,79	112,94
2,40	4	0,817	1,85	2,26	92,29	112,94
2,70	3	0,813	1,38	1,69	68,85	84,70
3,00	3	0,809	1,27	1,57	63,49	78,51
3,30	6	0,805	2,53	3,14	126,35	157,01
3,60	6	0,801	2,51	3,14	125,75	157,01
3,90	3	0,797	1,17	1,46	58,32	73,16
4,20	4	0,794	1,55	1,95	77,42	97,54
4,50	6	0,790	2,31	2,93	115,64	146,31
4,80	7	0,787	2,69	3,41	134,36	170,70
5,10	7	0,784	2,51	3,20	125,29	159,81
5,40	4	0,781	1,43	1,83	71,32	91,32
5,70	3	0,778	1,07	1,37	53,30	68,49
6,00	5	0,775	1,66	2,15	83,21	107,30
6,30	4	0,773	1,33	1,72	66,34	85,84
6,60	5	0,770	1,65	2,15	82,66	107,30
6,90	8	0,768	2,49	3,24	124,38	161,96
7,20	6	0,766	1,86	2,43	93,01	121,47
7,50	4	0,763	1,24	1,62	61,82	80,98
7,80	6	0,761	1,85	2,43	92,48	121,47
8,10	7	0,759	2,04	2,68	101,84	134,13
8,40	8	0,757	2,32	3,07	116,08	153,29
8,70	36	0,605	8,35	13,80	417,57	689,81
9,00	54	0,553	10,87	19,64	543,59	982,11
9,30	100	0,552	20,07	36,37	1003,38	1818,72

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (KN/m³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)	Tension e efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
8,4	5,07	2,49	Incoerente	0	15,1	18,53	63,42	1	5,07	A1
9	45	16,72	Incoerente	0	21,77	20,89	133,37	1	45	A2

			nte							
9,3	100	36,37	Incoerente	0	24,52	22,16	143,58	1	100	Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	Meyerhof 1957	40,75
Strato (2) A2	45,00	8,40-9,00	45,00	Meyerhof 1957	98,15
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	De Mello	22,7
Strato (2) A2	45,00	8,40-9,00	45,00	De Mello	28,26
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	De Mello	30,9

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) A2	45,00	8,40-9,00	45,00	Bowles (1982) Sabbia Media	29,42
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	Bowles (1982) Sabbia Media	56,39

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	3,71
Strato (2)	45,00	8,40-9,00	45,00	Begemann 1974	11,76

A2				(Ghiaia con sabbia)	
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	22,84

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) A2	45,00	8,40-9,00	45,00	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (KN/m ³)
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	Terzaghi-Peck 1948	13,86
Strato (2) A2	45,00	8,40-9,00	45,00	Terzaghi-Peck 1948	17,85
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	Terzaghi-Peck 1948	19,17

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m ³)
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	Terzaghi-Peck 1948	18,44
Strato (2) A2	45,00	8,40-9,00	45,00	Terzaghi-Peck 1948	20,90
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	Terzaghi-Peck 1948	21,69

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) A2	45,00	8,40-9,00	45,00	(A.G.I.)	0,26
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	(A.G.I.)	0,15

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	Ohsaki (Sabbie pulite)	29,32
Strato (2) A2	45,00	8,40-9,00	45,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	228,27
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	483,54

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	Ohta & Goto (1978) Limi	119,5
Strato (2) A2	45,00	8,40-9,00	45,00	Ohta & Goto (1978) Limi	200,66
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	Ohta & Goto (1978) Limi	232,64

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	Navfac 1971-1982	1,00
Strato (2) A2	45,00	8,40-9,00	45,00	Navfac 1971-1982	7,51
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	Navfac 1971-1982	11,93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) A1	5,07	0.00-8,40	5,07	Robertson 1983	0,99
Strato (2) A2	45,00	8,40-9,00	45,00	Robertson 1983	8,83
Strato (3) Ghiaia	100,00	9,00-9,30	100,00	Robertson 1983	19,61

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato...PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 11/11/2024

Profondita' prova 8,10 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	4	0,853	2,29	2,68	114,35	134,10
0,60	19	0,797	10,15	12,74	507,69	636,99
0,90	9	0,842	4,64	5,52	232,16	275,88
1,20	3	0,836	1,54	1,84	76,90	91,96
1,50	3	0,831	1,53	1,84	76,44	91,96
1,80	2	0,826	1,01	1,23	50,66	61,31
2,10	7	0,822	3,25	3,95	162,39	197,64
2,40	9	0,817	4,15	5,08	207,64	254,11
2,70	7	0,813	3,21	3,95	160,65	197,64
3,00	4	0,809	1,69	2,09	84,65	104,68
3,30	6	0,805	2,53	3,14	126,35	157,01
3,60	5	0,801	2,10	2,62	104,79	130,85
3,90	4	0,797	1,56	1,95	77,76	97,54
4,20	7	0,794	2,71	3,41	135,48	170,70
4,50	6	0,790	2,31	2,93	115,64	146,31
4,80	7	0,787	2,69	3,41	134,36	170,70
5,10	6	0,784	2,15	2,74	107,39	136,98
5,40	6	0,781	2,14	2,74	106,98	136,98
5,70	4	0,778	1,42	1,83	71,06	91,32
6,00	3	0,775	1,00	1,29	49,93	64,38
6,30	5	0,773	1,66	2,15	82,93	107,30
6,60	3	0,770	0,99	1,29	49,60	64,38
6,90	8	0,768	2,49	3,24	124,38	161,96
7,20	13	0,716	3,77	5,26	188,35	263,19
7,50	27	0,663	7,25	10,93	362,65	546,63
7,80	54	0,561	12,27	21,87	613,64	1093,26
8,10	100	0,559	21,43	38,32	1071,57	1916,13

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (KN/m³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)	Tension e efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
6,9	5,96	3,2	Incoerente	0	15,49	18,53	53,44	1	5,96	A1
7,5	20	8,1	Incoerente	0	19,52	19,42	112,74	1	20	A2

			nte							
7,8	54	21,86	Incoerente	0	22,06	21,18	121,9	1	54	A3
8,1	100	38,32	Incoerente	0	24,52	22,16	128,89	1	100	Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	Meyerhof 1957	45,95
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	Meyerhof 1957	69,06
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	Meyerhof 1957	100
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	De Mello	23,7
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	De Mello	25,99
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	De Mello	29,4
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	De Mello	31,47

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	Bowles (1982) Sabbia Media	17,16
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	Bowles (1982) Sabbia Media	33,83
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	Bowles (1982) Sabbia Media	56,39

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	3,89
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,72
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	13,57
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	22,84

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (KN/m³)
Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	Terzaghi-Peck 1948	13,98
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	Terzaghi-Peck 1948	15,65
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	Terzaghi-Peck 1948	18,40
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	Terzaghi-Peck 1948	19,17

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m³)
-------------	------	------------------	------------	--------------	-----------------------------------

Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	Terzaghi-Peck 1948	18,51
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	Terzaghi-Peck 1948	19,55
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	Terzaghi-Peck 1948	21,24
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	Terzaghi-Peck 1948	21,69

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	(A.G.I.)	0,31
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	(A.G.I.)	0,25
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	(A.G.I.)	0,15

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	Ohsaki (Sabbie pulite)	34,13
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	106,51
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	270,95
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	483,54

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	Ohta & Goto (1978) Limi	118,31
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	Ohta & Goto (1978) Limi	168,14
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	Ohta & Goto (1978) Limi	202,01
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	Ohta & Goto (1978) Limi	226,41

Coefficiente spinta a Riposo

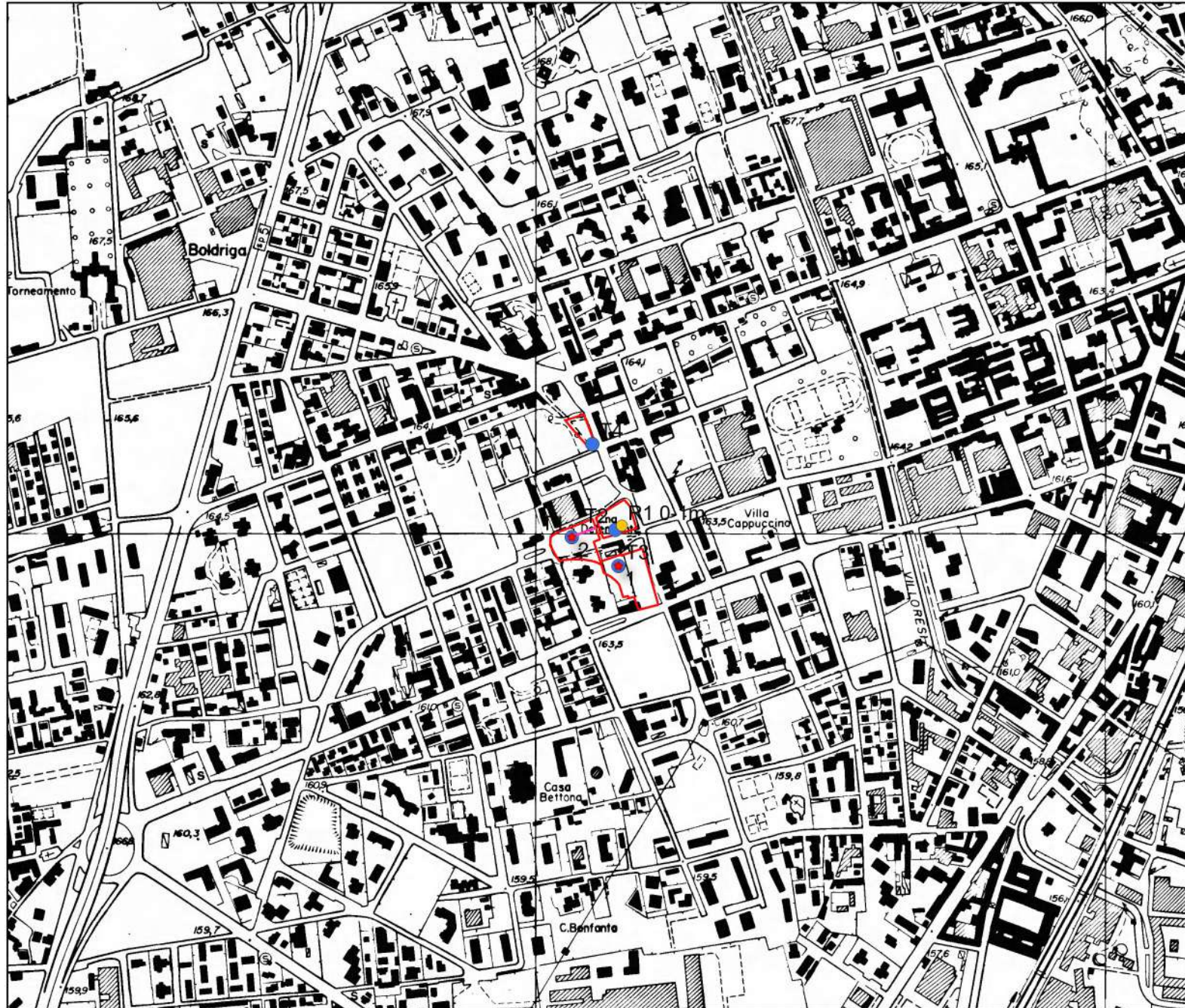
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	Navfac 1971-1982	1,21
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	Navfac 1971-1982	4,05
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	Navfac 1971-1982	8,79
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	Navfac 1971-1982	11,93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) A1	5,96	0.00-6,90	5,96	Robertson 1983	1,17
Strato (2) A2	20,00	6,90-7,50	20,00	Robertson 1983	3,92
Strato (3) A3	54,00	7,50-7,80	54,00	Robertson 1983	10,59
Strato (4) Ghiaia	100,00	7,80-8,10	100,00	Robertson 1983	19,61

TITOLO: CARTA TECNICA REGIONALE

Scala: 1:10.000

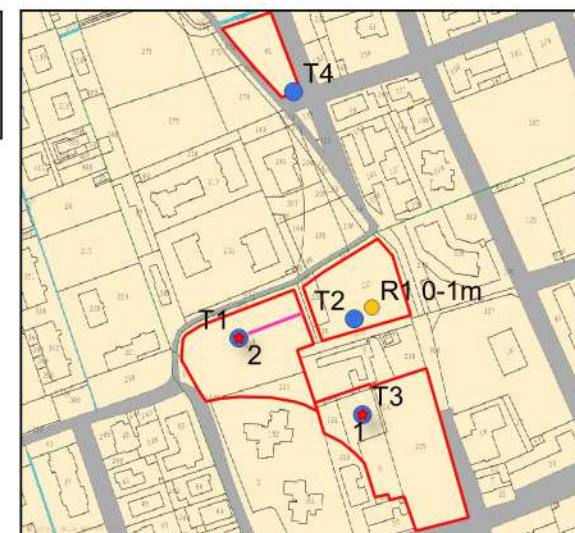
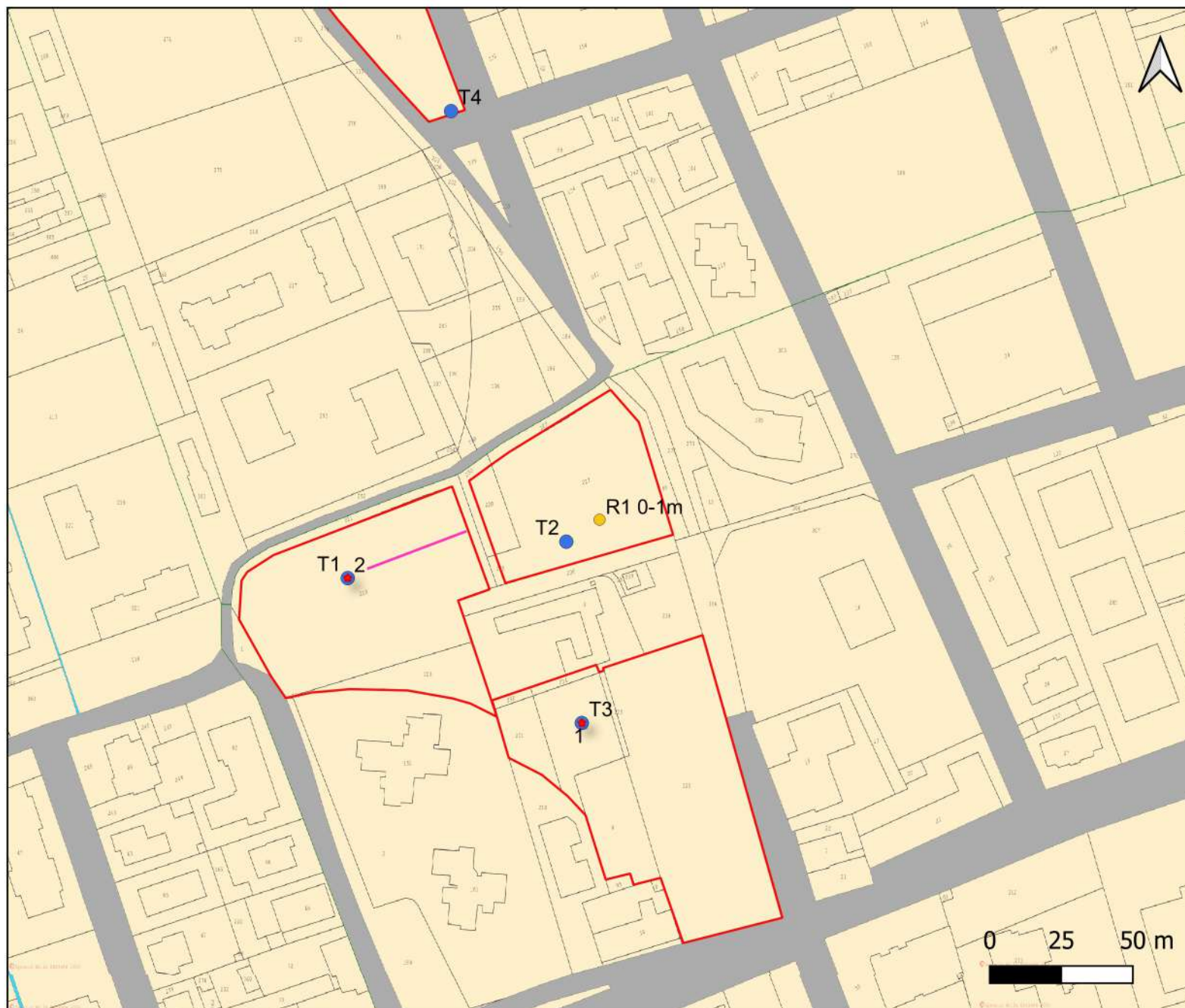


Legenda:

- R1
- SPT
- Trincea
- Dispersione
- MASW

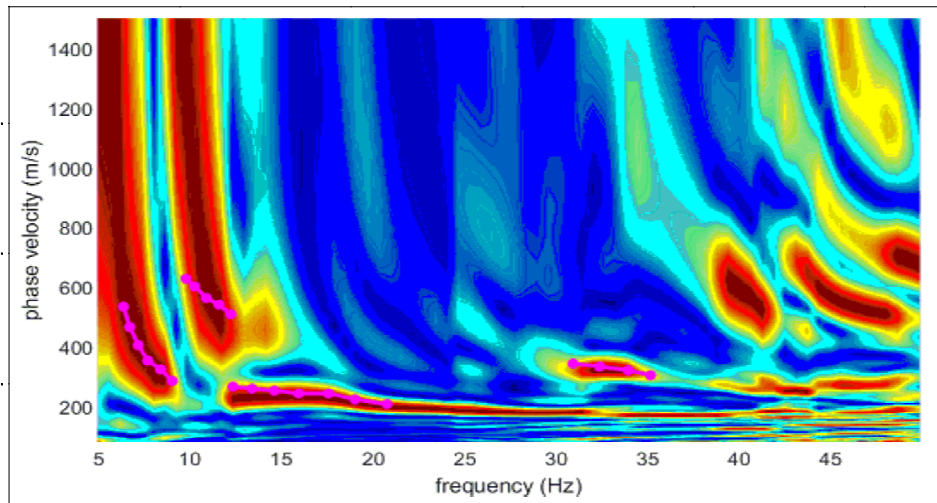


TITOLO: CATASTO
Scala: 1:2.000



Legenda:

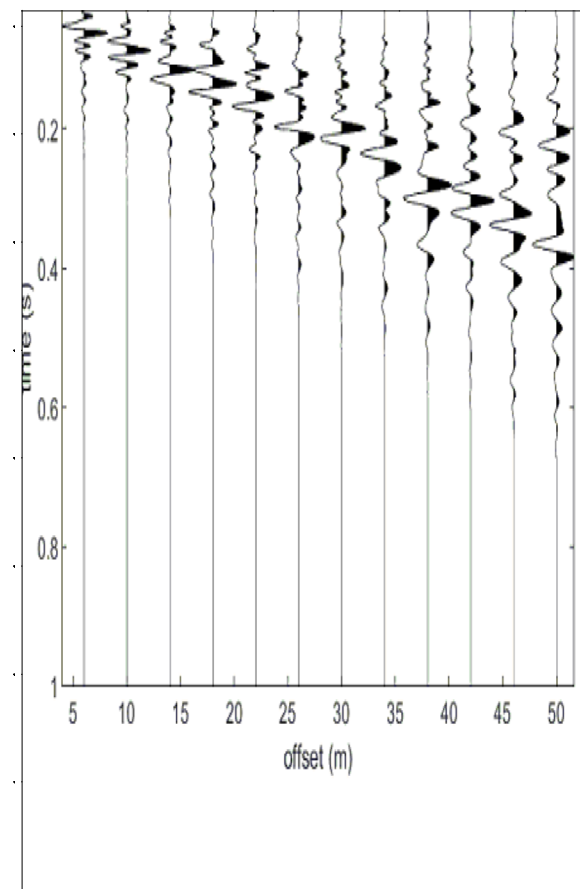
- R1
- SPT
- Trincea
- Dispersione
- MASW
- Area



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpascal)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + V_s/1000$



Sismogramma

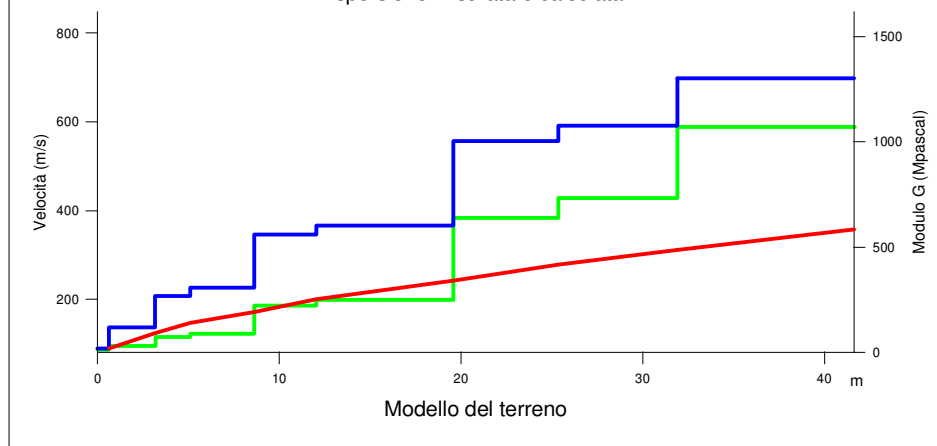
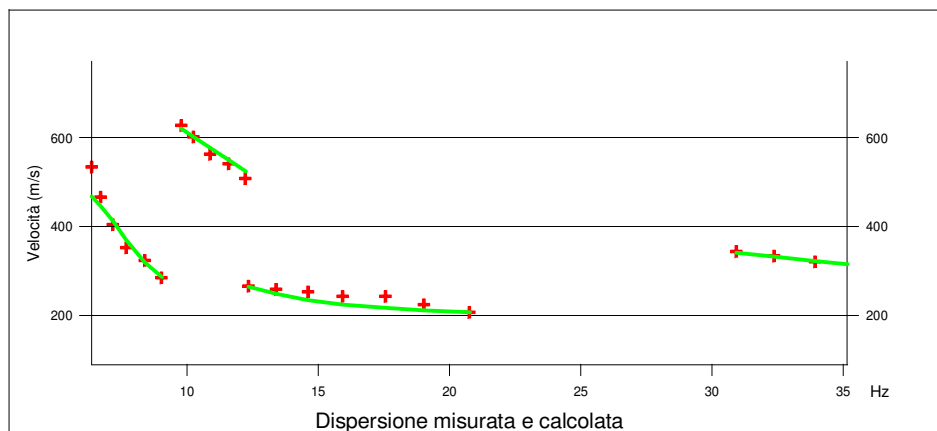


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	.6	89	.0069	89	13
.6	3.2	137	.0186	124	31
3.2	5.1	207	.0093	147	73
5.1	8.6	226	.0156	171	88
8.6	12	347	.0098	200	222
12	19.6	366	.0207	242	250
19.6	25.4	557	.0104	278	638
25.4	31.9	592	.0111	312	733
31.9	41.6	698	.0139	358	1071

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 303 m/s

PROVA SISMICA VS30

Monza - viale Europa

Geol. Federica Ravasi

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S

Novembre 2024

RAVASI Geologo Federica
Via Vittorio Gussi, 25 – Vimercate MB
Tel. +39 3471074160
e-mail federica.ravasi@gmail.com
pec ravasigeolfederica@pec.epap.it

COMUNE di MONZA
Provincia di MONZA e BRIANZA

**RISULTATI DELL'INDAGINE AMBIENTALE PRELIMINARE
DEL NOVEMBRE 2024**

Dott.ssa Geol. Federica RAVASI

MARZO 2025

INDICE

Pag

1	PREMESSA	3
2.	DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO	5
2.1	Inquadramento geografico-territoriale	5
2.2	Tipologia del sito e attività	5
3	RELAZIONE GEOLOGICA SINTETICA	5
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
3.2	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	6
3.3	INQUADRAMENTO VINCOLISTICO	7
4	PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALE.....	10
4.1	Modalità di esecuzione delle indagini	10
4.2	Ubicazione delle indagini	10
4.3	Modalità di campionamento	11
4.4	Schema di campionamento	12
4.5	Nomenclatura dei campioni.....	13
4.6	Catena di custodia	13
4.6.1	Metodi analitici	14
4.6.2	Limiti tabellari	14
4.6.3	Protocollo analitico.....	14
5	RISULTATI DELL'INDAGINE.....	15

ALLEGATI

Allegato 1 - Ubicazione dell'area foglio B5c3 alla scala 1:10000 – Carta Tecnica Regionale

Allegato 2 – Report fotografici e stratigrafie delle trincee esplorative

Allegato 3 - Esiti analitici delle prove di laboratorio

1 PREMESSA

Il presente lavoro riassume gli esiti dell'indagine ambientale eseguita in data novembre 2024 presso l'area ubicata in Viale Europa sita nel Comune di Monza (MB).

Sono state realizzate n. 4 trincee esplorative spinte a diverse profondità, in particolare: le trincee denominate da T1 a T3 sono state spinte fino alla profondità di 3,0 m da p.c.

L'area in esame è sita nel Comune di Monza, comune ubicato a nord-est del capoluogo di regione Milano.

Il riferimento cartografico è il foglio denominato B5c5 alla scala 1:10000 della cartografia tecnica regionale che viene riportato nella corografia in Allegato 1.

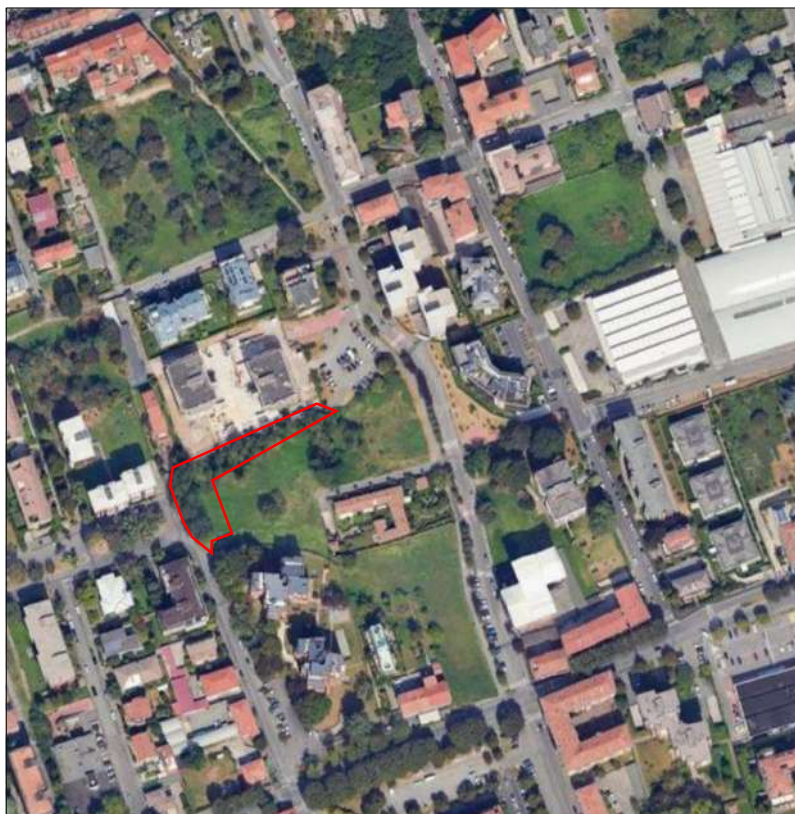


Figura 1: Localizzazione area di studio, foto satellitare (Google Earth). I rettangoli individuano i lotti in esame.

L'area di studio del comune di Monza è suddivisa in più lotti. Il lotto in esame è il LOTTO 5 che insiste sul mappale 221 del foglio 83 del comune di Monza



Figura 2: Localizzazione area di studio, catastale (Fonte Geoportale della Lombardia). I rettangoli individuano i lotti in esame.

Il presente report contiene la descrizione della metodologia dell'indagine che è stata condotta nel novembre 2024 ed anche i risultati finali delle analisi effettuate sui campioni di terreno prelevati.

Il presente studio si articola nei seguenti paragrafi:

- descrizione delle caratteristiche territoriali del sito (Relazione descrittiva);
- descrizione delle indagini eseguite (trincee T1 ÷ T4).

2. DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO

2.1 Inquadramento geografico-territoriale

L'area oggetto di studio è situata nel comune di Monza, nella zona sud-ovest rispetto al centro città.

Il sito è l'area ubicata in viale Europa nel Comune di Monza (MB)

Il riferimento cartografico è il foglio denominato B5c5 alla scala 1:10000 della cartografia tecnica regionale che viene riportato nella corografia. Da questa si ricava che altimetricamente l'area è ubicata ad una quota topografica media pari a circa 162,8 m s.l.m.

Le coordinate geografiche dell'area riferite all'ingresso (WGS84) sono: Lat 45.575887, Long 9.256451

2.2 Tipologia del sito e attività

Il sito si individua lungo viale Europa, con accesso da via C. Meda nel comune di Monza e sarà adibito alla realizzazione di un parcheggio.

3 RELAZIONE GEOLOGICA SINTETICA

Nel presente capitolo si riportano gli inquadramenti territoriali dell'area in esame estratti dalle Tavole allegate al Nuovo Piano di Governo del Territorio (PGT) adeguato alla Lr 31/2014 e s.m.i del Comune di Monza.

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in esame è caratterizzata, dal punto di vista geologico, da una successione continentale Neogenico-Quaternaria. L'area rientra nell'Allogruppo di Besnate (Be).

La litologia dell'allogruppo è caratterizzata da ghiaie a supporto clastico, con matrice sabbiosa o sabbioso limosa, da massive a grossolanamente stratificate; clasti da arrotondati a subarrotondati, in prevalenza centimetrici, a petrografia poligenica (depositi fluvioglaciali). Prevalgono rocce endogene-metamorfiche (a metamorfiti dominanti) e rocce carbonatiche, a cui seguono rocce terrigene, tra cui Verrucano e rocce flyschoidi. Alla sommità delle ghiaie si sviluppano suoli moderatamente evoluti, di spessore compreso tra 1 e 2 m.

MONZA BRIANZA
RISULTATI INDAGINE AMBIENTALE PRELIMINARE VIALE EUROPA MONZA

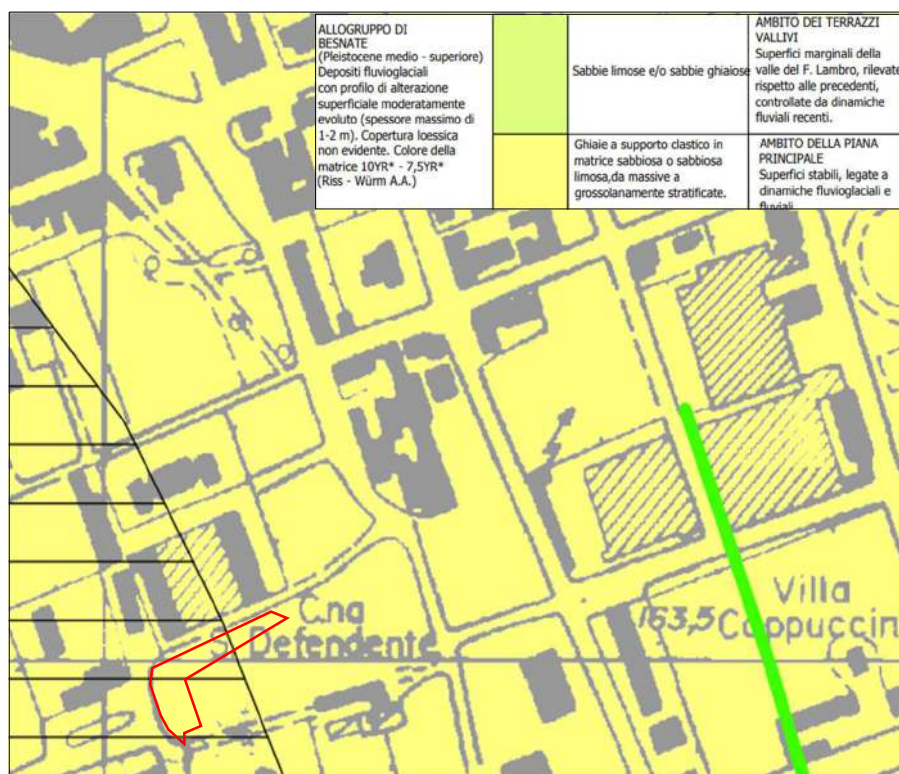


Figura 3: Tavola 1 Carta Geologica (Fonte PGT Comunale). In rosso è indicata l'area di studio

3.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La ricostruzione delle variazioni dei livelli piezometrici è stata possibile grazie ai dati estrapolati dalla Tavola 3 del PGT del comunale (Tavola idrogeologica e dell'idrografia superficiale).

Nell'area in esame, il flusso idrico sotterraneo è orientato NNE-SSW e N-S, la quota piezometrica stimata è di circa 139,5 m s.l.m. e la soggiacenza pari a 23,3 m (quota CTR pari a 162,8 m s.l.m.)

In Figura 4 si riporta la Carta Idrografica con l'ubicazione dell'area in esame.

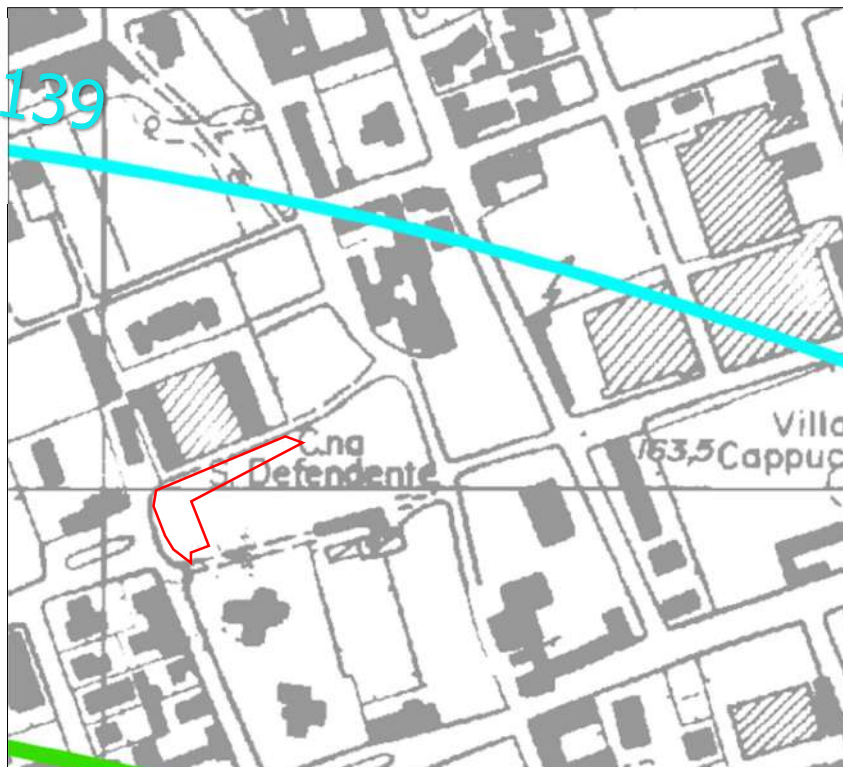
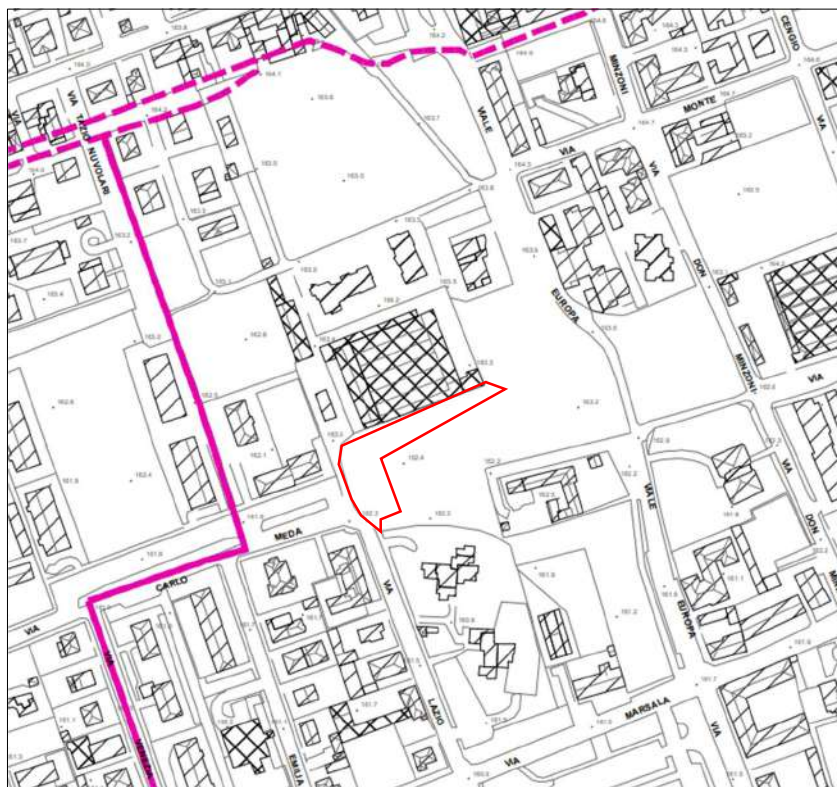


Figura 4: Tavola 3 Carta Idrogeologica (Fonte PGT Comunale). In rosso è indicata l'area di studio

3.3 INQUADRAMENTO VINCOLISTICO

Come si osserva dalla Tavola 5 dei Vincoli geologici sotto riportata, l'area in esame non è interessata da alcun vincolo.



Come si osserva dalla Tavola 6 Carta di fattibilità geologica sotto riportata, l'area in esame presenta una classe di fattibilità di modeste limitazioni.

Si tratta di aree pianeggianti o debolmente acclivi nelle fasce di raccordo dei terrazzi principali, litologicamente costituiti da ghiaie a supporto clastico nell'ambito della piana principale e da sabbie limose e/o ghiaiose nell'ambito dei terrazzi vallivi. Possibile presenza di cavità nel sottosuolo ("occhi pollini") che non generano particolari evidenze morfologiche sul terreno, con problematiche di tipo geotecnico legate a cedimenti differenziali sino a eventuali collassi e/o sprofondamenti dei terreni (2Be').

Sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali previa verifica come di seguito descritto. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 3 del D.P.R. 380/2001), nel rispetto delle normative vigenti.

MONZA BRIANZA
 RISULTATI INDAGINE AMBIENTALE PRELIMINARE VIALE EUROPA MONZA

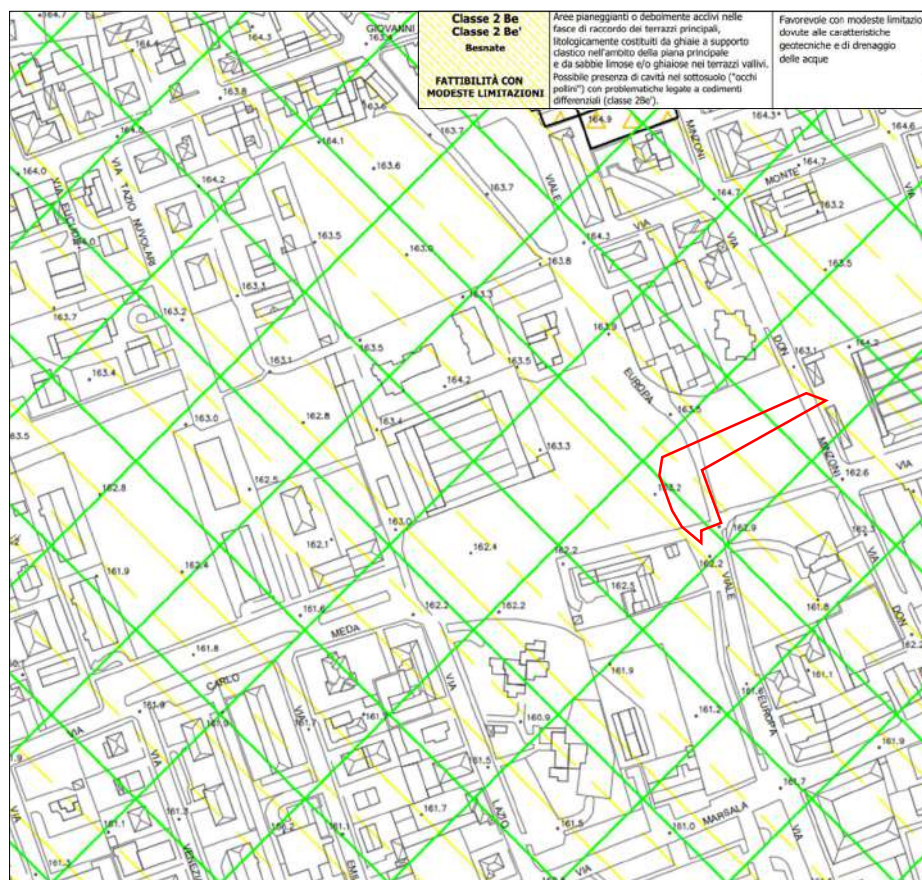


Figura 6: Stralcio della Carta della Fattibilità Geologica del comune di Monza (PGT comunale, tav 9c 2022); in rosso l'area di studio.

4 PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALE

In data novembre 2024 è stata eseguita un'indagine ambientale preliminare svolta in autonomia finalizzata alla verifica dello stato qualitativo dei terreni.

Le indagini sono consistite nell'esecuzione di n. 4 trincee (denominate da T1 a T4) e nel prelievo di campioni per ciascun punto di indagine.

Il quadro normativo di riferimento è il D.Lgs 152/2006 e s.m.i.

4.1 Modalità di esecuzione delle indagini

Le indagini ed i campionamenti sono stati eseguiti in data novembre 2024.

Complessivamente sono state eseguite n. 4 trincee mediante escavatore denominate T1, T2, T3, T4 spinte fino alla profondità compresa tra un massimo di 3,00 m e un minimo di 2,00 m da piano campagna e con forma rettangolare.

Una volta eseguita, ogni trincea è stata fotografata ed è stata realizzata la descrizione stratigrafica.

È stato utilizzato un escavatore, manovrato da tecnico escavatorista esperto, in grado di raggiungere la profondità richiesta.

Il materiale estratto è stato separato in cumuli posti ai lati della trincea, uno per ciascun metro, così da separare gli intervalli di campionamento.

Come già detto, al termine delle indagini e dei campionamenti, gli scavi sono stati completamente richiusi con lo stesso materiale precedentemente asportato, ripristinando lo stato dei luoghi, mediante compattazione per strati.

4.2 Ubicazione delle indagini

Di seguito si riporta stralcio di mappa con evidenziate le posizioni delle indagini svolte.



Figura 7: Ubicazione delle n.4 trincee del novembre 2024.

4.3 Modalità di campionamento

Per ciascuna trincea sono stati prelevati 2 campioni; di seguito viene riportato lo schema di campionamento per i terreni per ogni punto di indagine:

- n.1 campione tra 0-1 m di profondità, campione superficiale;
- n.1 campione tra 1-2 o 2-3 m di profondità, campione profondo.

Per ciascun campione è stata prelevata una sola aliquota.

Le modalità di campionamento dei suddetti campioni sono state quelle previste dall'allegato 2 del titolo V del D.lgs. 152/06.

Ciascun campione è stato inserito in appositi contenitori in vetro riportanti l'etichetta di identificazione del campione stesso indicante numero del sondaggio, quota di prelievo e data di prelievo.

4.4 Schema di campionamento

Di seguito si sintetizzano le modalità di campionamento per gli analiti non volatili.

La formazione del campione è avvenuta prelevando dal cumulo e previa omogeneizzazione del materiale, a seguito di quartatura come indicato da IRSA-CNR, quaderno 64, 1985.

I campioni sono stati riposti in barattoli di vetro a chiusura ermetica.

I contenitori sono stati completamente riempiti, sigillati etichettati ed inoltrati al laboratorio di analisi certificato Specialchimica sas di Merate (LC).

Sulle etichette sono stati riportati per l'identificazione univoca dei campioni: località di indagine, nomenclatura campione, data prelievo e quota prelievo.

Per l'esecuzione delle indagini è stata adottata la metodologia di campionamento standard proposta dal dipartimento ARPA, "PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI DEI TERRENI ai sensi dell'allegato 2 al titolo V del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152".

In Tabella 2 è riportato lo schema con le profondità di campionamento delle nove trincee eseguite ed il relativo pacchetto analitico ricercato.

Trincea	Denominazione campione	Profondità Campione (m)	Analiti da ricercare	Limite tabellare (Tabella 1, colonna A) siti ad uso residenziale
T1	T1 (0-1)	0-1	Me (As, Cd, Cr _{tot} , Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Cu, Zn), IPA, C<12 e C>12	X
	T1 (2-3)	2-3		X
T2	T2 (0-1)	0-1	Me (As, Cd, Cr _{tot} , Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Cu, Zn), IPA, C<12 e C>12	X
	T2 (2-3)	2-3		X

T3	T3 (0-1)	0-1	Me (As, Cd, Cr _{tot} , Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Cu, Zn), IPA, C<12 e C>12	X
	T3 (2-3)	2-3		X
T4	T4 (0-1)	0-1	Me (As, Cd, Cr _{tot} , Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Cu, Zn), IPA, C<12 e C>12	X
	T4 (1-2)	1-2		X

Tabella 2: Schema di campionamento terreni

4.5 Nomenclatura dei campioni

I campioni prelevati sono stati denominati con una nomenclatura che consenta l'univoca identificazione degli stessi. Il codice identificativo di ogni campione è stato apposto sulle etichette, una lista di tutti i codici identificativi dei campioni prelevati è stata annotata sul report di campagna. È stato associato il codice del punto d'indagine alla profondità di prelievo (es T1 da 0 a 1 m).

4.6 Catena di custodia

La catena di custodia è stata compilata come di seguito indicato relativamente alla parte generale:

Commessa e ubicazione del sito; responsabili prelievo; data consegna al laboratorio; tecnico campionatore; matrice dei campioni.

Nella parte specifica della Catena di custodia sono stati invece indicati:

- codice campione (numero descrizione e punto campionamento); profondità data e ora di campionamento;
- numero contenitori e tipo;
- preparazione preliminare campione; analisi richieste.

4.6.1 Metodi analitici

Le metodiche analitiche impiegate sono quelle IRSA CNR e quelle previste dalla US EPA e sono state esplicitate nei rapporti di prova

4.6.2 Limiti tabellari

Le concentrazioni delle diverse famiglie e dei composti individuali sono state confrontate con i valori di riferimento riportati nell'Allegato 5 Parte IV del D. Lgs.152/06, Tabella 1, colonna A (siti ad uso residenziale).

4.6.3 Protocollo analitico

In tutti i campioni di terreno sia quelli superficiali che quelli profondi prelevati ed inviati al laboratorio di analisi, sono stati ricercati i seguenti analiti:

- Idrocarburi Pesanti C >12;
- Idrocarburi Leggeri C <12;
- Metalli (arsenico, cadmio, cromo totale, cromo VI, mercurio, nichel, piombo, rame e zinco);
- IPA.

Le analisi sono state eseguite dal laboratorio "Specialchimica" con sede a Merate (LC).

5 RISULTATI DELL'INDAGINE

Le analisi condotte sui campioni di terreno hanno evidenziato che in nessuno dei campioni prelevati è stato superato il limite CSC per i **Metalli**, per gli **Idrocarburi** e per gli **IPA** considerando come riferimento la Tabella 1, Colonna A del D. Lgs 152/06 (Tabella di riferimento per il sito in esame).

Si può, inoltre, affermare che in nessuno dei campioni analizzati è stato riscontrato il superamento dei limiti CSC per i **Metalli**, per gli **Idrocarburi** e per gli **IPA** anche per la Tabella 1, Colonna B del D. Lgs 152/06 (siti commerciali/industriali).

Infine, l'analisi sul test di cessione eseguita sul campione di terreno R1 è risultata conforme ai limiti di legge ai sensi dell'Allegato 3 del D.M 5/4/2006 n 186.

In Allegato 3 sono riportati i rapporti di prova di laboratorio delle analisi condotte sui campioni di terreno.



Dott.ssa Federica Ravasi

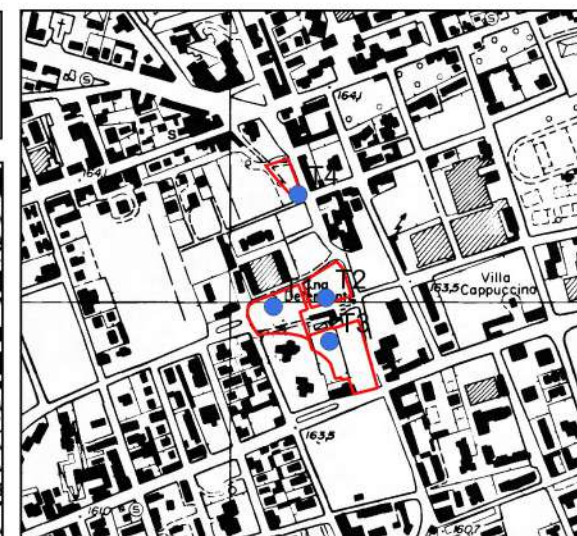
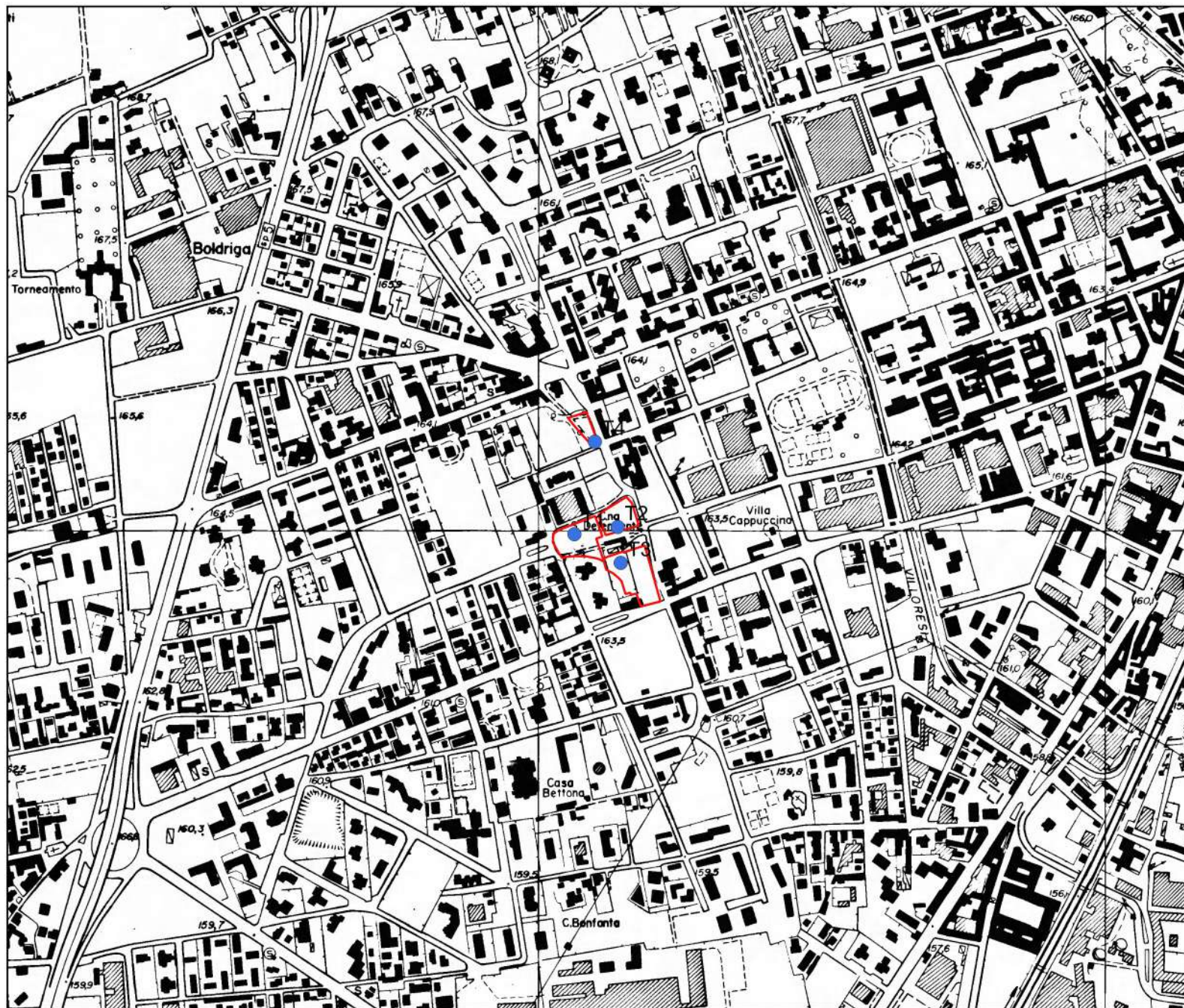
Vimercate, Marzo 2025

Allegato 1

Ubicazione dell'area foglio B5c3 alla scala 1:10000 – Carta Tecnica Regionale

TITOLO: CARTA TECNICA REGIONALE

Scala: 1:10.000



Legenda:

Area

- Trincea



Allegato 2

Report fotografici delle trincee esplorative

**MONZA BRIANZA
RISULTATI INDAGINE AMBIENTALE PRELIMINARE VIALE EUROPA MONZA**

		
T2 Postazione	Cumuli	Scavo
		
T1 Postazione	Cumuli	Scavo
		
T4 Postazione	Cumuli	Scavo

			
	T3 Postazione Cumuli		Scavo

Allegato 3

Esiti analitici delle prove di laboratorio



29/11/2024

Merate

Egregio
Dott. Geol. Federica RAVASI

Via Vittorio Gussi, 25
20871 VIMERCATE (MB)

RAPPORTO DI PROVA N. PROT. F2471/F

DENOMINAZIONE DEI CAMPIONI N. 9 campioni Terra e rocce da scavo

CONTRASSEGNO CAMPIONE	T1 0,00 / -1,00 m	T1 -2,00 / -3,00 m
	T2 0,00 / -1,00 m	T2 -2,00 / -3,00 m
	T3 0,00 / -1,00 m	T3 -2,00 / -3,00 m
	T4 0,00 / -1,00 m	T4 -1,00 / -2,00 m
	R1 0,00 / -1,00 m	

RIFERIMENTI Monza (MB)

PRELIEVO eseguito da personale della Cliente

METODI DI PROVA APPLICATI Metodi analitici indicati

DICHIARAZIONI Il rapporto di prova riguarda i campioni ricevuti in laboratorio e sottoposti alle prove

RIFERIMENTI LEGISLATIVI DPR 13 giugno 2017, n. 120
D.L. 152 del 03/04/2006

RISULTATI ANALITICI
I risultati delle prove sono riportati nelle tabelle allegate.

NOTE E OSSERVAZIONI

- 1 - Le analisi dei parametri $C \leq 12$, sono stati effettuato sui campioni tal quale.
- 2 - Le analisi dei metalli, $C > 12$, IPA sono state eseguite sul sottovaglio a 2 mm e riferite allo scheletro totale.
- 3 - Limiti indicati per la concentrazione soglia di contaminazione del D.L. 152 del 03/04/2006, Parte Quarta, Allegato 5, Tabella 1, Parte A relativa a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Limiti Parte A) e Parte B : Siti ad uso commerciale ed industriale (Limiti Parte B).

Direzione Laboratorio
dr. S. Allietta



SEGUE RAPPORTO DI PROVA N. PROT. F2471/F
TABELLA N.1

Parametro	Unità di misura	T1 0,00 / -1,00 m	T1 -2,00 / -3,00 m	METODI ANALITICI	Tab.A	Tab.B
Residuo secco	%	89,52	92,53	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.2	-	-
Frazione sottovaglio 2 mm	%	76,68	73,50	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.1	-	-
Cadmio come Cd	mg/kg s.s.	<1	<1	EPA 3051A - EPA 6010D	2	15
Cromo totale come Cr	mg/kg s.s.	8,1	5,7	EPA 3051A - EPA 6010D	150	800
Cromo VI come Cr	mg/kg s.s.	<1	<1	APAT 3150C	2	15
Nichel come Ni	mg/kg s.s.	7,7	13,0	EPA 3051A- EPA 6010D	120	500
Piombo come Pb	mg/kg s.s.	18,4	13,1	EPA 3051A- EPA 6010D	100	1000
Rame come Cu	mg/kg s.s.	18,2	16,6	EPA 3051A- EPA 6010D	120	600
Zinco come Zn	mg/kg s.s.	30,6	17,1	EPA 3051A- EPA 6010D	150	1500
Arsenico come As	mg/kg s.s.	<10	<10	EPA 7000A (IDRURI)	20	50
Mercurio come Hg	mg/kg s.s.	<0,5	<0,5	EPA 7000A	1	5
Idrocarburi Leggeri C _≤ 12	mg/kg s.s.	<5	<5	EPA 5021A - EPA 8260C	10	250
Idrocarburi Pesanti C _{>} 12	mg/kg s.s.	<30	<30	EPA 8440 - ISO16703	50	750
IPA						
- Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Crisene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	5	50
-Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Indeno pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	5
- Pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	5	50
- Sommatoria IPA totali	mg/kg s.s.	<0,65	<0,65	EPA 3550 C / EPA 8270 D	10	100



SEGUE RAPPORTO DI PROVA

N. PROT.

F2471/F

TABELLA N.2

Parametro	Unità di misura	T2 0,00 / -1,00 m	T2 -2,00 / -3,00 m	METODI ANALITICI	Tab.A	Tab.B
Residuo secco	%	92,71	88,03	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.2	-	-
Frazione sottovaglio 2 mm	%	74,68	76,81	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.1	-	-
Cadmio come Cd	mg/kg s.s.	<1	<1	EPA 3051A - EPA 6010D	2	15
Cromo totale come Cr	mg/kg s.s.	5,4	7,9	EPA 3051A - EPA 6010D	150	800
Cromo VI come Cr	mg/kg s.s.	<1	<1	APAT 3150C	2	15
Nichel come Ni	mg/kg s.s.	9,3	10,6	EPA 3051A- EPA 6010D	120	500
Piombo come Pb	mg/kg s.s.	8,0	5,3	EPA 3051A- EPA 6010D	100	1000
Rame come Cu	mg/kg s.s.	8,4	6,0	EPA 3051A- EPA 6010D	120	600
Zinco come Zn	mg/kg s.s.	13,8	8,3	EPA 3051A- EPA 6010D	150	1500
Arsenico come As	mg/kg s.s.	<10	<10	EPA 7000A (IDRURI)	20	50
Mercurio come Hg	mg/kg s.s.	<0,5	<0,5	EPA 7000A	1	5
Idrocarburi Leggeri C _≤ 12	mg/kg s.s.	<5	<5	EPA 5021A - EPA 8260C	10	250
Idrocarburi Pesanti C _{>} 12	mg/kg s.s.	<30	<30	EPA 8440 - ISO16703	50	750
IPA						
- Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Crisene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	5	50
-Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Indeno pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	5
- Pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	5	50
- Sommatoria IPA totali	mg/kg s.s.	<0,65	<0,65	EPA 3550 C / EPA 8270 D		100



SEGUE RAPPORTO DI PROVA N. PROT. F2471/F
TABELLA N.3

Parametro	Unità di misura	T3 0,00 / -1,00 m	T3 -2,00 / -3,00 m	METODI ANALITICI	Tab.A	Tab.B
Residuo secco	%	91,25	92,57	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.2	-	-
Frazione sottovaglio 2 mm	%	78,03	73,83	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.1	-	-
Cadmio come Cd	mg/kg s.s.	<1	<1	EPA 3051A - EPA 6010D	2	15
Cromo totale come Cr	mg/kg s.s.	9,5	7,3	EPA 3051A - EPA 6010D	150	800
Cromo VI come Cr	mg/kg s.s.	<1	<1	APAT 3150C	2	15
Nichel come Ni	mg/kg s.s.	9,8	9,7	EPA 3051A- EPA 6010D	120	500
Piombo come Pb	mg/kg s.s.	31,1	8,7	EPA 3051A- EPA 6010D	100	1000
Rame come Cu	mg/kg s.s.	21,5	7,3	EPA 3051A- EPA 6010D	120	600
Zinco come Zn	mg/kg s.s.	34,7	12,0	EPA 3051A- EPA 6010D	150	1500
Arsenico come As	mg/kg s.s.	<10	<10	EPA 7000A (IDRURI)	20	50
Mercurio come Hg	mg/kg s.s.	<0,5	<0,5	EPA 7000A	1	5
Idrocarburi Leggeri C _{≤12}	mg/kg s.s.	<5	<5	EPA 5021A - EPA 8260C	10	250
Idrocarburi Pesanti C _{>12}	mg/kg s.s.	<30	<30	EPA 8440 - ISO16703	50	750
IPA						
- Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Crisene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	5	50
-Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Indeno pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	5
- Pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	5	50
- Sommatoria IPA totali	mg/kg s.s.	<0,65	<0,65	EPA 3550 C / EPA 8270 D	10	100



SEGUE RAPPORTO DI PROVA N. PROT. F2471/F
TABELLA N.4

Parametro	Unità di misura	T4 0,00 / -1,00 m	T4 -1,00 / -2,00 m	METODI ANALITICI	Tab.A	Tab.B
Residuo secco	%	92,85	93,81	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.2	-	-
Frazione sottovaglio 2 mm	%	75,26	77,84	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.1	-	-
Cadmio come Cd	mg/kg s.s.	<1	<1	EPA 3051A - EPA 6010D	2	15
Cromo totale come Cr	mg/kg s.s.	6,6	4,6	EPA 3051A - EPA 6010D	150	800
Cromo VI come Cr	mg/kg s.s.	<1	<1	APAT 3150C	2	15
Nichel come Ni	mg/kg s.s.	9,3	6,8	EPA 3051A- EPA 6010D	120	500
Piombo come Pb	mg/kg s.s.	29,6	49,0	EPA 3051A- EPA 6010D	100	1000
Rame come Cu	mg/kg s.s.	25,4	88,6	EPA 3051A- EPA 6010D	120	600
Zinco come Zn	mg/kg s.s.	32,9	63,4	EPA 3051A- EPA 6010D	150	1500
Arsenico come As	mg/kg s.s.	<10	<10	EPA 7000A (IDRURI)	20	50
Mercurio come Hg	mg/kg s.s.	<0,5	<0,5	EPA 7000A	1	5
Idrocarburi Leggeri C _≤ 12	mg/kg s.s.	<5	<5	EPA 5021A - EPA 8260C	10	250
Idrocarburi Pesanti C _{>} 12	mg/kg s.s.	<30	<30	EPA 8440 - ISO16703	50	750
IPA						
- Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Crisene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	5	50
-Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Indeno pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	5
- Pirene	mg/kg s.s.	<0,05	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	5	50
- Sommatoria IPA totali	mg/kg s.s.	<0,65	<0,65	EPA 3550 C / EPA 8270 D	10	100



SEGUE RAPPORTO DI PROVA
TABELLA N.5

N. PROT.

F2471/F

Parametro	Unità di misura	R1 0,00 / -1,00 m	METODI ANALITICI	Tab.A	Tab.B
Residuo secco	%	92,54	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.2	-	-
Frazione sottovaglio 2 mm	%	76,32	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.1	-	-
Cadmio come Cd	mg/kg s.s.	<1	EPA 3051A - EPA 6010D	2	15
Cromo totale come Cr	mg/kg s.s.	5,3	EPA 3051A - EPA 6010D	150	800
Cromo VI come Cr	mg/kg s.s.	<1	APAT 3150C	2	15
Nichel come Ni	mg/kg s.s.	6,4	EPA 3051A- EPA 6010D	120	500
Piombo come Pb	mg/kg s.s.	27,4	EPA 3051A- EPA 6010D	100	1000
Rame come Cu	mg/kg s.s.	19,4	EPA 3051A- EPA 6010D	120	600
Zinco come Zn	mg/kg s.s.	31,8	EPA 3051A- EPA 6010D	150	1500
Arsenico come As	mg/kg s.s.	<10	EPA 7000A (IDRURI)	20	50
Mercurio come Hg	mg/kg s.s.	<0,5	EPA 7000A	1	5
Idrocarburi Leggeri C _{≤12}	mg/kg s.s.	<5	EPA 5021A - EPA 8260C	10	250
Idrocarburi Pesanti C _{>12}	mg/kg s.s.	<30	EPA 8440 - ISO16703	50	750
IPA					
- Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,5	10
- Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Crisene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	5	50
-Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
-Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	10
- Indeno pirene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	0,1	5
- Pirene	mg/kg s.s.	<0,05	EPA 3550 C / EPA 8270 D	5	50
- Sommatoria IPA totali	mg/kg s.s.	<0,65	EPA 3550 C / EPA 8270 D	10	100



SEGUE RAPPORTO DI PROVA N. PROT. F2471/F

CONTRASSEGNO CAMPIONE

R1 0,00 / -1,00 m

TEST DI CESSIONE SECONDO PRESCRIZIONI DELL'ALLEGATO 3 DEL D.M. 05/04/2006 n.186
APPENDICE A DELLA NORMA UNI 10802, METODICA NORMA UNI EN 12457-2

ANALISI ELUATO: Rapporto L/S = 10 l/kg

PARAMETRI	Unità di misura	Risultati	Limiti (Nota 1)	Metodi analitici
pH estratto acquoso		7,30	5,5 _ 12	APAT2060
Nitrati NO3-	mg/l	0,5	50	APAT4020
Fluoruri F-	mg/l	0,05	1,5	APAT4020
Solfati SO4=	mg/l	18,9	250	APAT4020
Cloruri Cl-	mg/l	1,1	100	APAT4020
Cianuri CN-	mg/l	<0,01	0,05	APAT4070
Bario Ba	mg/l	<0,01	1	APAT 3020
Rame Cu	mg/l	<0,01	0,05	APAT 3020
Zinco Zn	mg/l	0,09	3	APAT 3020
Berillio Be	ug/l	<1	10	APAT 3020
Cobalto Co	ug/l	<10	250	APAT 3020
Nichel Ni	ug/l	<5	10	APAT 3020
Vanadio V	ug/l	<10	250	APAT 3020
Arsenico As	ug/l	<5	50	APAT 3020
Cadmio Cd	ug/l	<1	5	APAT 3020
Cromo totale Cr	ug/l	<10	50	APAT 3020
Cromo VI come Cr	ug/l	<1	5 (*)	APAT 3150C
Piombo Pb	ug/l	<5	50	APAT 3020
Selenio Se	ug/l	<1	10	APAT 3020
Mercurio Hg	ug/l	<0,5	1	APAT 3200
Amianto	mg/l	<1	30	Nota 2
COD	mg/l	12	30	APAT 5130

Nota 1 - Limiti D.M. 05/04/2006 n.186.

Nota 2 - Amianto : DM 06/09/1994 GU n.288 10/12/1994 All. 1 Met.B (SEM).

(*) - Limite D.L. 152 del 03/04/2006, Parte Terza, Allegato 5, Tabella 2.

