

COMUNE di MONZA

HOLPING SRL

PIAZZA VITTORIA, 22
20015 PARABIAGO (MI)

tel. 0331/551126

e-mail: ing.orvi@holping.it

pec: stefano.orvi@ingpec.eu

PROGETTISTA:

RICHIESTA APPROVAZIONE PIANO ATTUATIVO

AREA D'INTERVENTO UBICATA TRA LA

VIA BOITO (STRADA PROVINCIALE 111

_VIA DELLA REPUBBLICA) - VIA CADORE

E VIA MASCAGNI_COMUNE DI MONZA

PROPRIETARI

TAV. n. **All. 5**

PRATICA EDILIZIA:

DISEGNO:
RELAZIONE GEOLOGICA_GEOTECNICA

Licences: AutoCAD LT n° 730-00016504 - AutoCAD Release 14 n° 640-00342712 - BEAM 2000 3.0 n° B2-2293944

DATA:
NOVEMBRE 2024

NOTE:

RAPPORTO:

NOME FILE:
2023_MONZA VIA BOITO

AGGIORNAMENTI

1
2
3
4
5

Committente:

C.E.G. Immobiliare s.r.l.
Via Gandhi, 2 - 20017 Rho MI

Commessa:

**RICHIESTA APPROVAZIONE PIANO ATTUATIVO AREA D'INTERVENTO
UBICATA TRA LA VIA BOITO (STRADA PROVINCIALE 111_VIA DELLA
REPUBBLICA) - VIA CADOREE VIA MASCAGNI_COMUNE DI MONZA**

Oggetto dell'elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA

R3 ai sensi della DGR 2616/2011 – R1 ai sensi delle NTC 2018, con fattibilità geologica, approfondimenti sismici

RELAZIONE GEOTECNICA

R2 per i parametri del terreno e le verifiche geotecniche SLU GEO e SLE ai sensi delle NTC 2018)

* * *

Relatore e Direttore Tecnico:
Dott. Geol. Luigi Corna



Comm. 069/23
Ed. 1
Data di stampa 21.11.2024

Committente:
C.E.G. Immobiliare s.r.l.

Novembre 2024

Documento firmato digitalmente



RELAZIONE GEOLOGICA

R3 ai sensi della DGR 2616/2011 – R1 ai sensi delle NTC 2018, con fattibilità geologica, approfondimenti sismici

RELAZIONE GEOTECNICA

R2 per i parametri del terreno e le verifiche geotecniche SLU GEO e SLE ai sensi delle NTC 2018)

Indice

1) PREMESSA	3
1.1) Ubicazione del sito e sintesi progettuale	4
2) RELAZIONE GEOLOGICA	6
2.1) Inquadramento geologico ed idrogeologico	6
2.2) Piano delle indagini	7
2.2.1) Indagini geologiche di bibliografia	7
2.2.2) Indagini geologiche sito specifiche	10
2.2.3) Rilievi di terreno	11
2.2.4) Trincee esplorative	11
2.2.5) Prove penetrometriche dinamiche continue	11
2.2.6) Sondaggi a carotaggio e prove SPT in foro	12
2.2.7) Prove di permeabilità	12
2.3) Indagine geofisica sismica a rifrazione	13
2.4) Modello geologico e geofisico del sottosuolo	13
2.5) Fattibilità geologica del progetto	13
2.6) Componente sismica geologica del progetto	15
2.6.1) Amplificazione litologiche - classificazione dei suoli, categoria di sottosuolo	15
2.6.2) Amplificazioni topografiche	15
2.6.3) Fenomeni di liquefazione - cedimenti	15
2.7) Considerazioni sulla componente geologica del progetto	15
2.7.1) Opere di fondazione	15
2.7.2) Scavi	17
2.7.3) Impermeabilizzazioni, drenaggi e dispersione delle acque nel sottosuolo	17
3) RELAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE	18
3.1) Modello geotecnico	18
3.2) Componente geotecnica del progetto	19
3.2.1) Componente sismica geotecnica	19
4) CONCLUSIONI	20

Allegati

ALLEGATO N. 1: Sondaggi a carotaggio continuo

ALLEGATO N. 2: Trincee esplorative

ALLEGATO N. 3: Prove di permeabilità in trincea

ALLEGATO N. 4: Prove penetrometriche dinamiche continue

ALLEGATO N. 5: Indagini geofisiche con la tecnica della sismica a rifrazione

ALLEGATO N. 6: Parametri sismici di sito per la struttura in progetto Azione sismica



1) PREMESSA

La presente relazione è redatta a nome e per conto della società **C.E.G. Immobiliare s.r.l.** a supporto della **“RICHIESTA APPROVAZIONE PIANO ATTUATIVO AREA D'INTERVENTO UBICATA TRA LA VIA BOITO (STRADA PROVINCIALE 111_VIA DELLA REPUBBLICA) - VIA CADOREE VIA MASCAGNI_COMUNE DI MONZA”**.

Il progetto architettonico è stato redatto dall' “Ing. Stefano Orvi dello Studio di progettazione Holping s.r.l., con sede in piazza Vittoria, 2 - Parbiago (MI)”.

Per lo svolgimento della presente si è fatto riferimento alla seguente normativa:
• D.M. 17 gennaio 2018 “Norme Tecniche per le costruzioni”; • Circolare 21.01.2019 n. 7 C.S.L.PP.: “Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”; • UNI ENV 1997 – 1 – Eurocodice 7 “Progettazione Geotecnica” parte 1; • L.R n. 33 del 12 ottobre 2015, D.G.R. n. X/5001 del 30 marzo 2016, D.G.R. n X/2129 del 11/07/2014 “in materia di deposito sismico”; • Componente geologica comunale PGT e studio del Reticolo idrico Minore. • D.G.R. n. IX/2616 del 30 Novembre 2011 e s.m.i. “...componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio...”

La relazione è composta da:
• relazione geologica, che ha lo scopo di definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area al fine di valutare la fattibilità e compatibilità geologica dell'intervento, il modello geologico, le amplificazioni sismiche di sito ed ottimizzare le scelte progettuali; • relazione geotecnica, che ha lo scopo di acquisire i dati di progetto, di definire il modello geotecnico e di eseguire il calcolo preliminare della resistenza dei terreni e della stima dei cedimenti. Il Progettista delle strutture, sulla base della presente e definite le tipologie di opere, eseguirà le verifiche geotecniche e redigerà la relazione d'opera definitiva, in funzione dei livelli di sicurezza, delle prestazioni e delle specificità strutturali dell'opera in progetto, facendo riferimento e citando nei propri elaborati i dati desunti da questa relazione.

Le attività condotte nell'espletamento dell'incarico hanno previsto:
• reperimento di dati bibliografici della zona; • esecuzione indagini geologiche e geotecniche; • inquadramento geologico e geomorfologico del sito; • verifica della compatibilità e fattibilità geologica del progetto; • definizione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo e delle caratteristiche sismiche locali; • sviluppo delle indicazioni progettuali inerenti la componente geologica e geotecnica del progetto.

Le valutazioni hanno considerato il seguente piano di indagini:
• dati contenuti nella componente geologica del PGT; • rilievo geologico in sito; • n.2 sondaggi, n.3 prove SPT, n.5 trincee esplorative, n.4 prove di permeabilità, n.8 prove penetrometriche dinamiche continue DPSH, n.1 indagini geofisiche con la tecnica della rifrazione MASW. NB Il piano delle indagini per la Relazione geologica è stato considerato adeguato anche per la Relazione geotecnica. Le indagini di bibliografia considerate sono state valutate ai sensi del cap. 6.2.2 NTC 2018, in accordo con il Progettista dell'intervento.



1.1) Ubicazione del sito e sintesi progettuale

I luoghi del progetto si collocano nella parte settentrionale della città di Monza, in un territorio storicamente urbanizzato.

Figura 1: perimetrazione dei luoghi su ortofoto



Nei luoghi è in corso un progetto di trasformazione edilizia in parte residenziale ed in parte terziaria-commerciale.

Il progetto prevede un intervento distinto in due zone. Per la zona con ingresso da Via Cadore è prevista la trasformazione ad usi residenziali con la costruzione di n.2 palazzine, con la completa demolizione degli edifici e dei piazzali attuali. Per la zona con ingresso da Via Boito è prevista una trasformazione ad usi commerciali, terziari, urbanizzazioni, con parziale demolizione degli edifici e dei piazzali attuali e parziale riqualificazione di alcuni edifici e piazzali attuali.

Relativamente alla parte LOTTO A - costruzione delle nuove palazzine residenziali

Gli edifici saranno con struttura in cemento armato, murature di tamponamento e solai in laterizio. I piani interrati saranno interamente in cemento armato. Le fondazioni saranno di tipo speciale, profonde, su pali o in alternativa superficiale, a platea o a travi continue collegate a graticcio.

Sono previsti scavi per la costruzione di n.1 piano interrato.

L'altezza dei fabbricati è dell'ordine di 5 piani.

La fognatura acque bianche meteoriche (per la parte delle palazzine) sarà recapitata nella pubblica fognatura acque miste previa laminazione in quanto nel lotto non sono presenti



aree sufficientemente lontane dai confini e dalle costruzioni per la costruzione di strutture di dispersione, in sicurezza. Rimane comunque la possibilità di rivalutare in alternativa, nelle fasi successive della progettazione ed esecuzione, il recapito negli starti superficiali del terreno mediante pozzi perdenti.

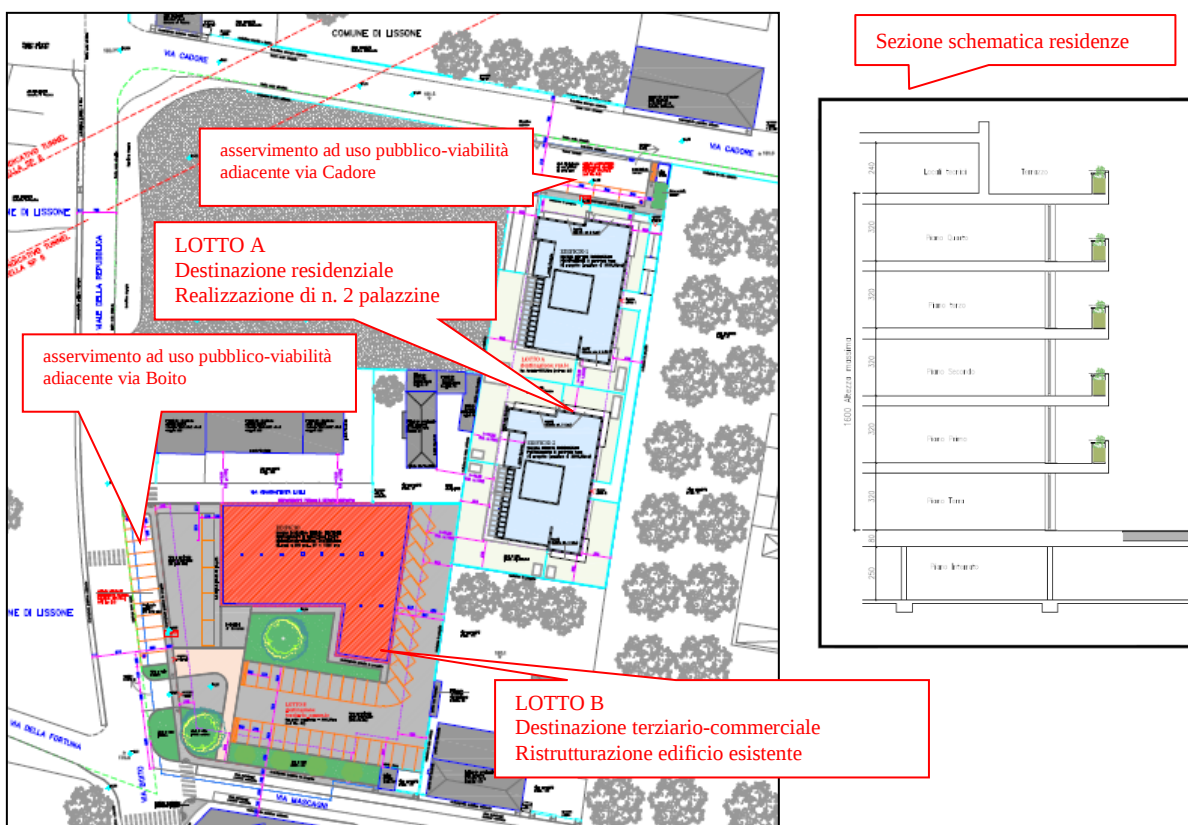
Relativamente alla parte LOTTO B - trasformazione con conservazione parziale degli edifici e dei piazzali attuali

È prevista la conservazione di una parte di capannone e la formazione nuovi parcheggi ed aree di manovra.

La fognatura acque bianche meteoriche sarà recapitata negli starti superficiali del terreno mediante pozzi perdenti o in alternativa nella pubblica fognatura acque miste previa laminazione.

Per le **superficie in asservimento ad uso pubblico-viabilità adiacente via Cadore e via Boito** la fognatura acque bianche meteoriche sarà recapitata negli starti superficiali del terreno mediante pozzi perdenti.

Figura 2: planimetria schematica del progetto



Annotazioni

Vita nominale Vn

Le opere geotecniche previste sono:

x	Scavi di fondazione provvisionali con permanenza inferiore a 2 anni ($V_n = 10$);
x	Fondazioni superficiali di strutture ordinarie ($V_n = 50$)

Classi d'uso

	Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
x	Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.

D.M. 17 gennaio 2018



2) RELAZIONE GEOLOGICA

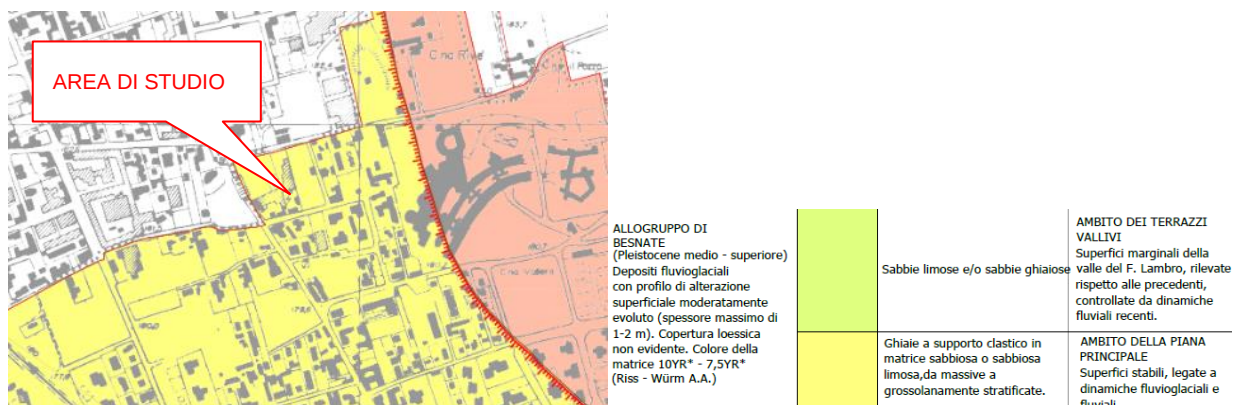
2.1) Inquadramento geologico ed idrogeologico

I luoghi si collocano nell'alta pianura milanese (alla quota 180,00 m sm), nelle 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 dei terrazzi vallivi litologicamente costituiti da sabbie limose e/o ghiaiose.

Dal punto di vista geologico, nella zona di studio affiora l'Unità di Guanzate, appartenente al Supersistema di Besnate (Pleistocene Medio-Superiore). L'Unità di Guanzate è costituita da depositi glaciali e fluvio-glaciali, caratterizzati da ghiaie massive e localmente isorientate a supporto di matrice e da un'alterazione che interessa mediamente il 50% dei clasti. La successione stratigrafica (dai dati di bibliografia) è la seguente: al di sotto dei materiali superficiali sono presenti depositi ghiaioso-sabbiosi, con lenti di materiali cementati rinvenibili in lenti già a profondità di circa 5–10 m dalla superficie. L'unità più propriamente conglomeratica, con orizzonti continui ed estesi, è intercettata dai pozzi a partire da circa 40–50 m da piano campagna. Tale unità, nota con il nome informale di Ceppo, è costituita prevalentemente da conglomerati con frequenti alternanze di sabbie fini limose e lenti argillose, a diversa continuità laterale; si tratta di depositi continentali di piana alluvionale e di transizione ad ambiente marino, dello spessore di circa 80 m. Alla base del Ceppo è presente una successione costituita prevalentemente da depositi a natura argillosa, in cui si intercalano successioni lenticolari, ad andamento irregolare sia in senso verticale sia in senso orizzontale, a litologia ghiaioso-sabbiosa o sabbiosa.

Buona parte del territorio comunale è interessato da un fenomeno particolare definito comunemente come "occhi pollini". Si tratta di cavità di grandezze variabili da pochi centimetri ad alcuni metri, subsferiche, generalmente a fondo piatto e volta a cupola, rivestiti da sedimenti fini argillosi, che si possono manifestare a profondità comprese tra pochi decimetri sotto il piano campagna sino a 20 m circa.

Figura 3: estratto della "Carta T1, Inquadramento geologico" dello Studio geologico del PGT



Per gli spetti idrogeologici si evidenzia che nella successione stratigrafica descritta sono individuabili due differenti sistemi acquiferi. Il primo, di tipo freatico, è contenuto nella successioni ghiaioso-sabbiosa superficiale e/o nella successione prevalentemente

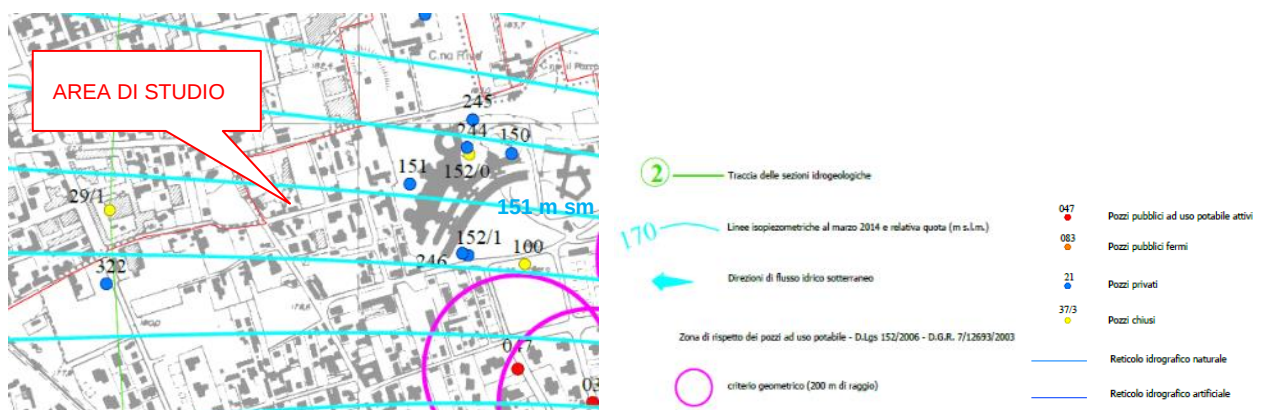


conglomeratica descritta; il secondo, confinato, è contenuto nelle intercalazioni sabbiose e ghiaioso-sabbiose della successione prevalentemente argillosa sottostante. I pozzi a scopo idropotabile presenti sul territorio comunale prelevano da entrambi gli acquiferi.

In accordo con i dati del PGT, il livello piezometrico della falda freatica in corrispondenza dell'area d'intervento è di circa 151 m s.l.m., cui corrisponde, in rapporto all'andamento della superficie topografica, una soggiacenza di circa 29 m, con relative oscillazioni stagionali. All'inizio degli anni 90 si è avuto innalzamento, negli ultimi anni il valore della piezometria può essere considerato stabile.

Nei luoghi ed in un intorno significativo non si rilevano elementi del reticolo idrografico.

Figura 4: estratto della "Carta T7, Vincoli geologici" dello Studio geologico del PGT



2.2) Piano delle indagini

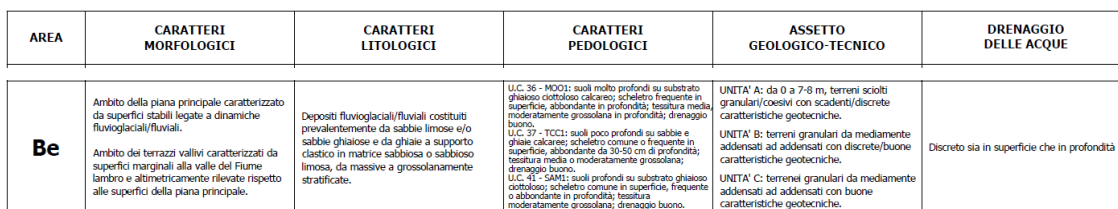
Per definire le caratteristiche geologiche e geotecniche del sito sono state acquisite le indagini disponibili nella bibliografia di settore, integrate con una campagna di indagini geologiche specifiche per il progetto, eseguite nell'area d'interesse.

2.2.1) Indagini geologiche di bibliografia

Esaminando i dati riportati dalla componente geologica del PGT (vedi figura seguente) risulta che nella zona i terreni presentano caratteristiche geologiche e geotecniche molto variabili.

Considerando le indagini disponibili, si riscontra che fino a 7 m sono presenti ghiaie a supporto di matrice caratterizzate da un numero di colpi N_{spt} variabile dell'ordine di 4 a cui seguono ghiaie sabbiose limose con un numero di colpi in graduale aumento, dell'ordine di 18 colpi.

I luoghi risultano potenzialmente interessati da fenomeni di "occhi pollini".



Nelle AREE POTENZIALMENTE SOGGETTE AI FENOMENI DEGLI OCCHI POLLINI, si rende necessario verificare mediante indagini dirette ed indirette la geometria degli orizzonti potenzialmente interessati dai fenomeni degli occhi pollini. Tali orizzonti non dovranno essere oggetto di dispersione diretta di acque raccolte dai sistemi di drenaggio superficiali in conformità a quanto indicato nelle Linee Guida contenute nella Relazione del PTCP (par. 7.2 “Gli obiettivi del PTCP in tema di difesa del suolo”).



Figura 6: "dati geologico/tecnici" dello Studio geologico del PGT

Area Be

UNITÀ A: sabbie limose

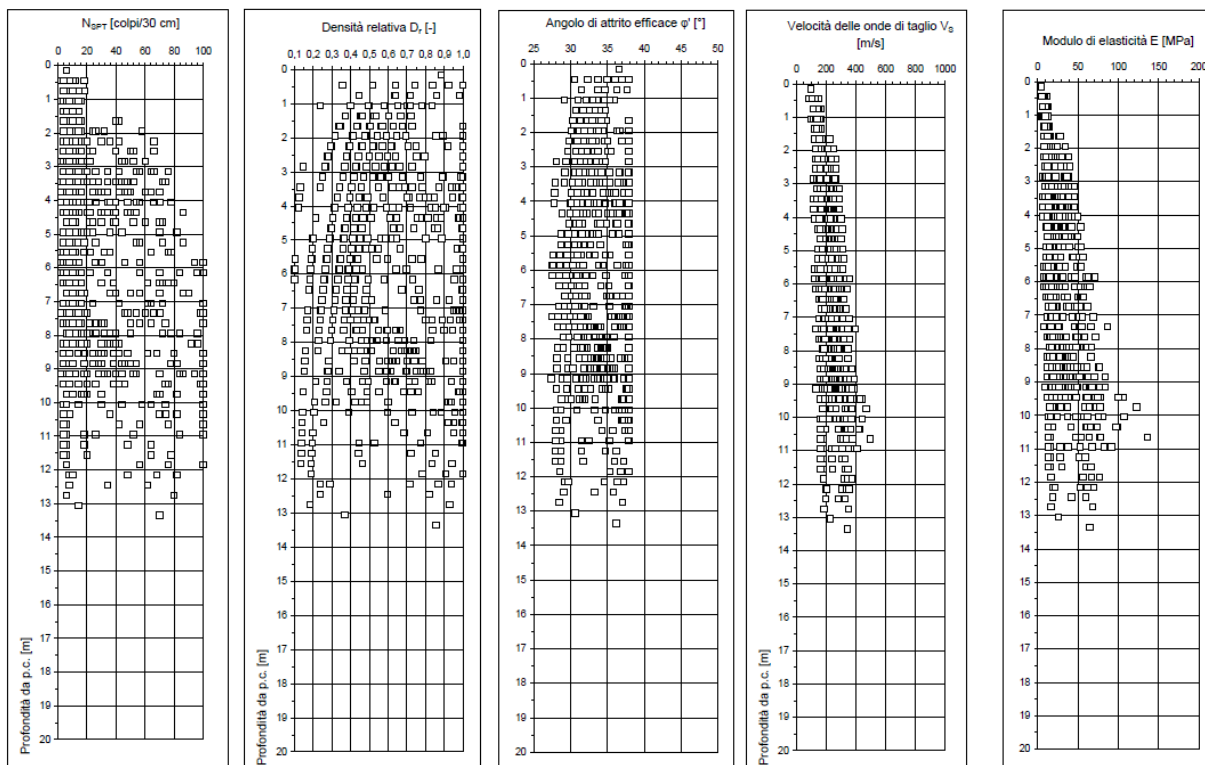
Resistenza alla penetrazione standard media	$N_{SPT} = 4-8$	colpi/30 cm
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 18$	kN/m ³
Stato di addensamento	= sciolto	
Densità relativa	$D_r = 0.17-0.41$	
Angolo d'attrito efficace	$\phi' = 28-31$	°
Coesione efficace	$c' = 0$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 124-167$	m/s
Modulo di elasticità drenato	$E' = 8-14$	MPa
Spessore (medio)	= 7-8	m

UNITÀ B: sabbie e ghiaie localmente debolmente limose

Resistenza alla penetrazione standard media	$N_{SPT} = 18-35$	colpi/30 cm
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 19-20$	kN/m ³
Stato di addensamento	= da mediamente addensato ad addensato	
Densità relativa	$D_r = 0.56-0.81$	
Angolo d'attrito efficace	$\phi' = 33-36$	°
Coesione efficace	$c' = 0$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 208-241$	m/s
Modulo di elasticità drenato	$E' = 22-31$	MPa
Spessore (medio)	= n.d.	

UNITÀ C: ghiaie sabbioso limose

Resistenza alla penetrazione standard media	$N_{SPT} = 20-58$	colpi/30 cm
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 19-20$	kN/m ³
Stato di addensamento	= da mediamente addensato ad addensato	
Densità relativa	$D_r = 0.51-0.85$	
Angolo d'attrito efficace	$\phi' = 32-36$	°
Coesione efficace	$c' = 0$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 227-298$	m/s
Modulo di elasticità drenato	$E' = 26-50$	MPa
Spessore (medio)	= n.d.	





2.2.2) Indagini geologiche sito specifiche

Lo studio ha previsto l'esecuzione di una campagna di indagini geologiche specifiche per il progetto per la definizione delle caratteristiche geologiche locali, ad integrazione dei dati in disponibilità acquisiti dalla bibliografia.

Figura 7: ubicazione dei punti di indagine sulla planimetria di fatto



Tipi di indagine	
	Sondaggi a carotaggio continuo
	Trincee con escavatore
	Prove penetrometriche dinamiche



Il progetto ha previsto le seguenti indagini geologiche sito-specifiche:

- rilievi geologici di terreno;
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 20 m da p.c.;
- n.3 prove SPT in foro (Standard Penetration Test);
- n. 5 trincee esplorative spinte fino alla profondità di 1,5 m da p.c.;
- prove di permeabilità a carico variabile di cui n.1 nel foro del sondaggio e n.2 nelle trincee;
- n. 8 prove penetrometriche dinamiche continue DPSH/DPT;
- prove geofisiche con la tecnica della rifrazione tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

2.2.3) Rilievi di terreno

In superficie affiorano terreni granulari incoerenti a grana medio grossa.

Nei luoghi non si rilevano elementi indici di dissesti idrogeologici o idraulici in atto.

Gli edifici e le strutture delle immediate vicinanze dell'intervento non evidenziano danneggiamenti correlabili a dissesti geologici.

Il piano campagna non evidenzia criticità di drenaggio, ristagni d'acqua, importanti elementi indici di instabilità; Sono stati segnalati avvallamenti in prossimità dei pozzi perdenti probabilmente correlabili all'attitudine al dilavamento delle parti fini dei terreni per filtrazione concentrata delle acque.

Nell'area ed un intorno significativo non si rilevano elementi del reticolo idrico.

2.2.4) Trincee esplorative

Sono state eseguite 5 trincee esplorative. Gli scavi eseguiti con escavatore a benna rovescia hanno permesso di visionare la stratigrafia fino ad una profondità di circa 2 metri dal p.c.

La stratigrafia dei terreni scavati è costituita da: pavimentazioni industriali e carrali, oppure terreno di coltivo - limoso sabbioso ghiaioso, di spessore dell'ordine di 40 cm a cui seguono ghiaie sabbie e limi di colore marrone chiaro.

La stratigrafia nell'area risulta abbastanza uniforme.

Per maggiori dettagli si veda "ALLEGATO N. 2: Trincee esplorative".

2.2.5) Prove penetrometriche dinamiche continue

Si è proceduto all'esecuzione di n. 8 prove penetrometriche DPSH. Le prove hanno presentato rifiuto a partire dalle profondità di 4,8 m da p.c..

Dall'analisi dei risultati delle prove è emersa una sensibile disomogeneità delle caratteristiche del sottosuolo che comunque può essere sintetizzata (dalla superficie) come livelli di "limi e sabbie ghiaiosi" / "ghiaie sabbioso limose" fino a circa 1,8 m a cui



seguono “ghiaie sabbioso limose” con grado di addensamento crescente con l’aumento della profondità.

Dall’analisi statistica comparata dei risultati delle prove penetrometriche il sottosuolo è stato distinto in 3 strati come indicato nella seguente tabella.

Tabella 1: sintesi prove penetrometriche DPSH

Strato	Profondità base strato	Media colpi N _{DPSH}	MIN colpi	MAX colpi	N _{SPT}	Stima addensamento
1	1,8	14	3	61	17	mediamente add.
2	4,5	7	2	39	8	poco add.
3		13	1	91	16	da mediamente add. ad addensato

NB sospetto occhio pollino prova P6 profondità 9,6 m – 10,5 m

DR (%)	0 ÷ 15	15 ÷ 35	35 ÷ 65	65 ÷ 85	85 ÷ 100
Stato di addensamento	sciolto	poco add.	mediamente add.	addensato	molto add.

Per maggior dettaglio si rimanda all’ “ALLEGATO N. 4: Prove penetrometriche dinamiche continue”.

2.2.6) Sondaggi a carotaggio e prove SPT in foro

Sono stati svolti 2 sondaggi a carotaggio continuo, con recupero della carota in cassette catalogatrici, fino alla profondità di 20 m. Fino alla profondità di 2 / 2,5 m la stratigrafia è data da “limi e sabbie ghiaiosi” / “ghiaie sabbioso limose” a cui seguono “ghiaie sabbioso limose”. Le prove SPT hanno interessato gli strati ghiaiosi alle profondità superiori a quelle raggiunte dalle prove DPSH da cui si conferma una stratigrafia di “ghiaie sabbioso limose” con grado di addensamento crescente con l’aumento della profondità.

Tabella 2: sintesi dei risultati delle prove SPT

Profondità	N _{SPT1}	N _{SPT2}	N _{SPT3}	N _{SPT}
9	25	37	48	36
12	17	25	29	26
15	37	50	100	43

Per maggior dettaglio si rimanda all’ “ALLEGATO N. 1: Sondaggi a carotaggio continuo”.

2.2.7) Prove di permeabilità

I valori di permeabilità dei depositi superficiali sono stati ottenuti mediante una campagna di indagini composta da:

- prove di permeabilità a carico variabile eseguite in trincee di profondità di 2 m;
- prove di permeabilità a carico variabile in foro del sondaggio.

Tabella 3: sintesi prove SPT

Posizione	Profondità m	Coefficiente di permeabilità m/sec
Sondaggio C2	4,00	$3,25 \times 10^{-5}$
Trincea T3	1,40	$9,24 \times 10^{-5}$
Trincea T4	1,50	$2,53 \times 10^{-4}$
Trincea T5	1,20	$8,18 \times 10^{-5}$

Dai risultati delle prove è stato ottenuto un valore del coefficiente di permeabilità medio dell’ordine di $K = 1,15 \times 10^{-4}$ m/s. Nella valutazione delle proprietà di permeabilità sono state considerate tutte le prove disponibili. Per maggior dettagli si vedano i



certificati delle prove contenute in “ALLEGATO N. 1: Sondaggi a carotaggio continuo; ALLEGATO N. 3: Prove di permeabilità in trincea”.

2.3) Indagine geofisica sismica a rifrazione

Al fine di definire un modello geofisico locale di progetto, sono stati utilizzati i risultati degli stendimenti MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) eseguiti nell'area del progetto.

Nell'area, come visibile in tabella, i profili delle Vs (velocità media delle onde S nel sedimento, onde di taglio) sono ascrivibili alla presenza a ghiaie, di cui è emersa la presenza fino a 30 m, presumibilmente intercalate da un livello pluri-metrico di conglomerato posto poco oltre i 15 m di profondità, come confermato dalle stratigrafie dei pozzi circostanti. I dati geofisici disponibili hanno permesso di rappresentare il sottosuolo con 3 strati come indicato nella seguente tabella.

Tabella 4: modello geofisico del sottosuolo.

Strato	Base strato (m dal piano campagna)	Vs (m/s)
1	0,5	250
2	15	310
3		380

$V_{s,eq}$ (V_{S30}) 360 m/s.

Vs30	a profondità fino a 30 m non viene superato Vs 800 (si calcola relativo ad uno spessore di 30 m)	relativo allo spessore (a partire dalla profondità della fondazione)
------	--	--

Si vedano i certificati delle prove contenute in “ALLEGATO N. 5: Indagini geofisiche con la tecnica della sismica a rifrazione”

2.4) Modello geologico e geofisico del sottosuolo

Il **modello geologico e geofisico di progetto** rappresentativo del substrato dell'area di progetto per le interazioni terreno-struttura, è stato ricostruito sulla base di tutti i dati in disponibilità.

Tabella 5: modello geologico del sottosuolo.

Unità	Profondità base Strato (m)	Descrizione	Vs (m/s)	Addensamento
A	1,8	limi e sabbie ghiaiosi / ghiaie sabbioso limose	310	mediamente add.
B	4,5	ghiaie sabbioso limose		poco add
C	15	ghiaie sabbioso limose		da mediamente add. ad addensato
D		ghiaie sabbioso limose	380	addensato

Falda posta alla profondità di m 29 dal p.c.

2.5) Fattibilità geologica del progetto

Per l'area di studio il PGT non segnala vincoli geologici.

Nella “carta di fattibilità geologica” della componente geologica del PGT l'area oggetto di indagine ricade in Classe di Fattibilità Geologica (dgr 2616/11) 2Be': fattibilità con



modeste limitazioni. In particolare, si tratta della sottoclasse Be' per aree con possibile presenza di cavità nel sottosuolo "occhi pollini" (probabilità alta) con problematiche legate a cedimenti differenziali.

Figura 8: estratto della "Carta T9, Fattibilità geologica" dello Studio geologico del PGT



Per quanto concerne lo Scenario Pericolosità Sismica Locale (dgr 2616/11), nello studio geologico del PGT, l'area rientra nello scenario Z4a "Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi - Effetti: Amplificazioni litologiche e geometriche". Lo studio geologico del PGT NON ha previsto approfondimenti sismici di secondo livello.

Dal PGT comunale l'intervento NON rientra in "zona di rispetto" di opere di captazione acque per uso idropotabile (dall'art. 94 del D. Lgs. 152/06).

Nella "carta di sintesi" della componente geologica del PGT risulta che il sito NON rientra in aree di bonifiche, siti potenzialmente contaminati, siti assoggettati a bonifica, procedure di messa in sicurezza (d.lgs 152/2006 TITOLO V, PARTE IV) e rientra in aree ad alta suscettività per pericolosità di presenza di occhi pollini.

Nella "carta della vulnerabilità" della componente geologica del PGT risulta che il sito NON rientra in aree di "produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei".

I dati del GeoPortale della Regione Lombardia riguardanti la mappatura del (PGRA) e del Progetto di Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del d.lgs. n. 49 del 2010 in attuazione della Direttiva Europea 2007/60/CE, mostrano come l'area di intervento NON ricade in ambiti perimetrati. Lo studio geologico del PGT, NON risulta aggiornato al PGRA.

I dati del GeoPortale della Regione Lombardia riguardanti la mappatura del (PAI) Piano per l'Assetto Idrogeologico dalla legge 183/89 mostrano come l'area di intervento NON ricade in ambiti perimetrati.

Il progetto, valutato secondo il grado di approfondimento previsto dalla Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT comunale, risulta eseguibile senza particolari limitazioni di fattibilità geologica ed idrogeologica secondo le indicazioni fornite nella presente relazione.

Non sono risultati necessari studi di approfondimento di rischi geologici, ai sensi degli allegati alla dgr 2616/2011 conformemente alle linee guida disponibili.



L'intervento previsto risulta fattibile e compatibile con l'assetto geologico del sito senza esecuzione di opere e/o interventi specifici per la mitigazione del rischio.

2.6) Componente sismica geologica del progetto

Secondo la d.g.r. 2129/2014 il comune è classificato come di seguito.

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03108033	MB	MONZA	3	0,058594

2.6.1) Amplificazione litologiche - classificazione dei suoli, categoria di sottosuolo

Mediante i dati stratigrafici e la profondità del sistema fondazionale è stato valutato il valore di VS_{30} pari a 360 m/s. Sulla base dei dati sismici di progetto, si attribuisce la seguente categoria di suolo (paragrafo 3.2.2 NTC 2018) = C.

Sulla base di una verifica speditiva di secondo livello (non riportata nella presente), svolta secondo le indicazioni dell'allegato n. 5 della D.G.R. della Regione Lombardia n. IX/2616 del 2011, è stata confermata l'adeguatezza dell'uso della categoria di sottosuolo C.

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s

2.6.2) Amplificazioni topografiche

Mediante analisi morfologica condotta su base topografica a scala 1:1.000 è stata attribuita ai luoghi la seguente categoria topografica (paragrafo 3.2.2 NTC 2018).

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

2.6.3) Fenomeni di liquefazione - cedimenti

Le opere si andranno ad impostare su un suolo con caratteristiche ragionevolmente omogenee. Per quanto concerne il potenziale di liquefazione facendo riferimento a quanto previsto dal cap. n. 7.11.3.4.2 delle NTC del 2018 è stato escluso in quanto risulta verificata almeno una delle condizioni previste dalla norma come specificato in seguito.

Potenziale di liquefazione - circostanza - cap. n. 7.11.3.4.2 delle NTC del 2018		
2	Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali	☒

2.7) Considerazioni sulla componente geologica del progetto

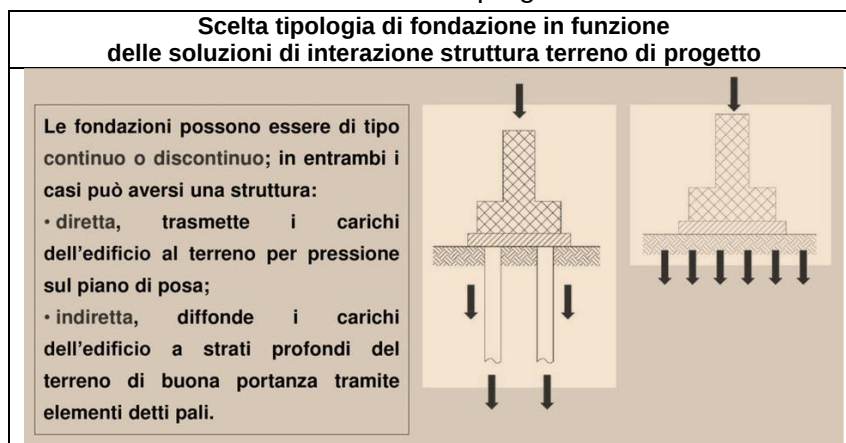
2.7.1) Opere di fondazione

Il substrato di fondazione risulta costituito da terreni granulati incoerenti a grana medio-grossa, che rispetto alle tipologie di opere in progetto, presenta discrete caratteristiche geotecniche. Nei luoghi del progetto è segnalata la presenza di possibili locali lenti con caratteristiche geotecniche molto scadenti note con la denominazione di "occhi pollini". Sulla base dei risultati delle prove geologiche svolte nell'area di intervento il fenomeno



“occhi pollini” risulta assente o poco probabile. Permane un rischio di cedimenti differenziali.

La soluzione progettuale più opportuna potrebbe essere quella di fondazioni speciali profonde su pali. Le strutture potranno essere pertanto in cemento armato con fondazioni speciali profonde su pali per limitare rischi di cedimenti. Potranno essere valutate in alternativa anche fondazioni dirette, superficiali a platea o a trave continua con collegamento di travi reticolari, in cemento armato. La soluzione fondazionale sarà stabilita in funzione dello schema dei carichi di progetto.



Classificazione delle tipologie di pali e loro applicazione in funzioni delle diverse situazioni di progetto		
	pali battuti: infissi nel terreno attraverso il processo di battitura o percussione costruiti fuori opera pali in legno pali metallici pali in calcestruzzo	pali trivellati: prevedono la trivellazione per asportazione del terreno. Il palo viene inserito nel foro gettati in opera pali in calcestruzzo
pali di piccolo diametro: sono quelli che hanno un diametro inferiore a 25 cm e lunghezze comprese tra 5 e 20 m		è particolarmente utile in presenza di terreni più compatti o rocciosi, dove la semplice battitura potrebbe essere impossibile
pali di medio diametro: sono quelli di diametro compreso tra 30 e 60 cm, con lunghezze che variano in genere da 5 a 25 m	le operazioni di battitura compattano il terreno di fondazione inoltre permettono un controllo più semplice dei parametri di resistenza dei terreni in fase esecutiva su ciascun palo esclusi rischi vulnerabilità acquiferi	
pali di grande diametro: sono quelli che hanno un diametro superiore a 80 cm e possono raggiungere lunghezze spesso dell'ordine di 20 ÷ 40 m		è particolarmente utile in presenza di terreni molto scadenti carichi elevati

Sulla base del modello geologico del progetto è stata valutata la soluzione di pali battuti, diametri 15 - 20 cm, profondità di circa 20 m. Il palo battuto è in grado di accertare la sua stabilità in fase di esecuzione con i dati di infissione. Inoltre considerando la sua resistenza per attrito laterale è in grado di distribuire i carichi su tutta la profondità di



infissione attenuando gli effetti di eventuali lenti dei terreni fondazionali con parametri geotecnici scadenti.

In alternativa comunque da valutare con il progettista delle strutture, potranno essere previste fondazioni superficiali a comportamento elastico a platea o a trave continua con collegamento di travi reticolari, in cemento armato. Questa tipologia fondazionale è in grado di distribuire arealmente sia i carichi che la resistenza dei terreni, attenuando sensibilmente gli effetti di eventuali lenti di terreno con parametri geotecnici scadenti del substrato.

2.7.2) Scavi

Gli scavi previsti sono per la formazione di n.1 piano interrato, le scarpate di scavo avranno le altezze di circa 3,5 m. Le scarpate in fase di scavo (a breve termine, per periodi fino a circa 2 mesi, per i rinterri di progetto) potranno avere un'inclinazione media fino 45°/70°. Scarpate con altezze maggiori di 3,5 m, o in prossimità dei confini o sovraccarichi, dovranno essere puntualmente progettate in fase esecutiva.

Si dovranno adottare le necessarie tecnologie (es. fossi di guardia, teli impermeabili) per evitare l'ingresso negli scavi di acque ruscellanti. Durante gli scavi si dovrà prevedere un adeguato monitoraggio del territorio circostante, da parte della DL e dell'Impresa.

Si raccomanda di evitare fuorisagoma. Le superfici di nuova costruzione, a fine scavo, prima dei getti, dovranno essere livellate da progetto e stabili (es. compattate con benna dell'escavatore o rullo).

2.7.3) Impermeabilizzazioni, drenaggi e dispersione delle acque nel sottosuolo

Si raccomanda di prevedere adeguati sistemi antiumidità, impermeabilizzazioni e sistemi di drenaggio per la raccolta e scarico delle acque di infiltrazione (tutti finalizzati al mantenimento dei volumi edificati in condizioni asciutte).

Recapito della fognatura acque bianche meteoriche

Il substrato dell'area di progetto presenta coefficienti di permeabilità buoni per la dispersione delle acque negli strati superficiali del sottosuolo.

Come già indicato per gli aspetti fondazionali, nei luoghi è segnalata la presenza di possibili locali lenti con caratteristiche geotecniche molto scadenti, note con la denominazione di "occhi pollini", anche se dalle indagini geologiche svolte nell'area di intervento il fenomeno risulta assente o poco probabile.

Il recapito della fognatura acque bianche negli strati superficiali del terreno con pozzi perdenti risulta pertanto fattibile con limitazioni, ad esempio di ubicazione degli stessi, in area aperta a distanza di sicurezza da edifici. Si consiglia inoltre, in tal caso di prevedere pozzi perdenti di limitata altezza, per contenere le pressioni e le velocità di filtrazione.

In alternativa si dovrà attuare il recapito della fognatura acque bianche meteoriche del progetto, nella pubblica fognatura acque miste previa laminazione.

Il recapito in tratti del reticolo idrico NON risulta fattibile.



3) RELAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

La presente relazione, per quanto attiene alle componenti geotecniche, definisce, sulla base dei dati acquisiti e della relazione geologica, il modello geotecnico di progetto del sottosuolo ed esegue valutazioni geotecniche preliminari a supporto della progettazione delle strutture.

3.1) Modello geotecnico

Il **modello geotecnico di progetto** rappresentativo del substrato dell'area di intervento per le interazioni terreno-struttura, è stato ricostruito sulla base di tutti i dati in disponibilità. La stratigrafia del modello geotecnico è risultata uguale a quella del modello geologico.

Nella definizione del "Valore caratteristico dei parametri geotecnici", inteso come valore che meglio permette di descrivere le caratteristiche del terreno o il suo comportamento allo stato limite considerato adottando un valore cautelativo (D.M. 17/1/18 paragrafo 6.2.2), si è utilizzato un metodo statistico utilizzando tutti i dati geologici e geotecnici disponibili e rappresentativi del substrato delle opere in progetto. In considerazione della tipologia di opere il valore caratteristico è stato considerato prossimo alla media di quelli misurati (valori compensati). La probabilità di non superamento utilizzata è stata del 5%.

Correlazioni utilizzate per la ricostruzione del modello geotecnico da prove geologiche in situ	
I parametri geotecnici dei terreni granulari incoerenti derivano principalmente dalle caratteristiche mineralogiche dei granuli di roccia, della loro granulometria, sfericità e arrotondamento, grado di alterazione e dal grado di addensamento (n relazione all'umidità) e possono essere determinati in modo ponderato da: ▪ granulometria e grado di addensamento secondo le indicazioni "Classificazione del manuale NAVFAC, 1971", correlazione (granulometria, angolo di resistenza al taglio, densità relativa, peso di volume secco); ▪ valore Vane test e poket penetrometro (misura coesione non drenata); inoltre come precisato in seguito da: ▪ valore di N_{spt} (numero di colpi di prove penetrometriche dinamiche) che costituisce un indice dello stato di addensamento dei terreni, che viene assunto come parametro principale dei suoi parametri geotecnici; ▪ valore V_s (velocità delle onde di taglio di prove geofisiche).	
Le correlazioni tra i dati ottenuti ed i parametri geotecnici sono ricavate come di seguito specificato: ▪ N_{spt} (standard penetration test) determinato dai valori di N_{DPSH}: $N_{spt} = N_{DPSH} * 1,2 - 1,5$. Facendo la correlazione diretta con i valori di SPT misurati nel sondaggio. Mediante la formula di Terzaghi ('48) $N_{spt} = 15 + 0,5(N_{spt} - 15)$. N_{spt} può essere stimato anche delle V_s attraverso le correlazioni di Otha & Goto (1978), Yoshida et al. (1988), Imai (1977) e Iysam (1996); ▪ parametri geotecnici Densità relativa (D_r) La densità relativa è ricavata mediante la correlazione $N_{spt}-D_r$ proposta da Peck - Terzaghi ('48) e Bazaraa ('67) tenendo conto anche della pressione geostatica verticale efficace (peso del terreno). Viene stimato sulla base della correlazione di Mayne et alii (2002) con la V_s; Angolo di resistenza al taglio (ϕ) L'angolo di attrito drenato viene calcolato mediante la correlazione tra $N_{spt}-\phi$ di Peck - Hanson - Thornburn ('74), Meyerhof o partendo dal valore di D_r ($\phi=f(D_r)$) mediante la correlazione proposta da: ▪ De Mello V.F.B. (1971) sulla base dei valori di N_{spt}; ▪ Collotta et al. (1989) noti il contenuto di argilla, il limite liquido, l'indice di plasticità. Viene stimato sulla base della correlazione di Prakoso (2010) con la V_s; Peso di volume γ Viene stimato sulla base della granulometria del materiale. Viene stimato sulla base della correlazione di Tezcan et. Al. 2009 con la V_s; Modulo elastico E_s Il valore del modulo elastico è stato stimato attraverso la correlazione proposta da D'Appolonia (1970), che lega i valori di E a quelli di N_{spt}.	



Tabella 6: caratteristiche delle unità geotecniche

U	P	Descrizione	Addensamento	V _s	N _{spt}	Valori caratteristici dei parametri geotecnici				
						c'	C _u	φ	γ _n	E _s
1	1,8	limi e sabbie ghiaiosi / ghiaie sabbioso limose	mediamente add.	310	17	20	-	32	18	15
2	4,5	ghiaie sabbioso limose	poco add		8	-	-	30	17	10
3	15	ghiaie sabbioso limose	da mediamente add. ad addensato		16	-	-	34	18	15
4		ghiaie sabbioso limose	addensato	380	43	-	-	36	19	25
U = Unità geotecnica P = limite inferiore dell'unità geotecnica (m) V _s = velocità delle onde di taglio (m/s) N _{spt} = numero di colpi medio standardizzato c' = coesione efficace (kPa) = <u>NB nel calcolo delle fondazioni è trascurabile</u>				c _u = coesione non drenata (KPa) = NB si considera c' = 10 c _u ; nel calcolo delle fondazioni è trascurabile φ = angolo di resistenza al taglio (KPa) γ _n = peso di volume secco (kN/m³) E _s = modulo elastico (MPa)						

3.2) Componente geotecnica del progetto

A livello generale per la relazione geotecnica, si conferma quanto indicato per la componente geologica.

3.2.1) Componente sismica geotecnica

A livello generale per la relazione geotecnica, si conferma quanto indicato per la componente geologica.

Per il calcolo dell'azione sismica di progetto si veda l'allegato n. 6.



4) CONCLUSIONI

È stata redatta una relazione geologica ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale 30/11/2011, n. 9/2616 e Decreto Ministeriale 17/01/2018 (Paragrafo 6.2.1 NTC 2018).

Dati dello studio geologico del PGT

Nello studio geologico comunale (PGT vigente) redatto in attuazione dell'articolo 57, comma 1 della Legge Regionale 11/03/2005, n. 12, al sito di intervento sono state attribuite le seguenti caratteristiche geologiche:

- Scenario di pericolosità sismica locale psl 1^a liv (Punto 2.1, Allegato 5 della Deliberazione della Giunta Regionale 30/11/2011, n. 9/2616): scenario Z4a;
- Verifica sismica di secondo livello psl 2^a liv (Punto 2.2, Allegato 5 della Deliberazione della Giunta Regionale 30/11/2011, n. 9/2616): Nello studio geologico del PGT NON è stata effettuata.
- Classe di fattibilità geologica (Punto 3.1 della Deliberazione della Giunta Regionale 30/11/2011, n. 9/2616): classe di fattibilità geologica 2, "Fattibilità con modeste limitazioni"; sottoclasse Be' "aree con possibile presenza di cavità nel sottosuolo (occhi pollini - probabilità alta) con problematiche legate a cedimenti differenziali".
- Lo studio geologico del PGT, NON risulta aggiornato al PGRA.

Indicazioni del Regolamento edilizio

Il terreno vegetale riportato sulle solette di copertura dei box interrati avrà uno spessore di 80 cm e le acque meteoriche sono convogliate in falda.

Le superfici di scivoli e di tratti di corsello a cielo libero avranno pavimentazione in elementi autobloccanti a tessitura aperta, posati a secco su letto drenate di pietrisco di cava atto a disperdere le acque nel sottosuolo.

In qualsiasi caso le superfici pavimentate avranno caditoie e fognatura acque bianche con recapito negli strati superficiali del terreno mediante pozzi perdenti.

Approfondimenti

La presente relazione NON ha previsto approfondimenti ai sensi degli allegati alla Deliberazione della Giunta Regionale 30/11/2011, n. 9/2616 conformemente alle linee guida disponibili.

Il modello geologico del sito è stato redatto sulla base di: n.2 sondaggi, n.3 prove SPT, n.8 prove penetrometriche dinamiche continue DPSH, n.5 trincee esplorative, n.4 prove di permeabilità, n.1 indagini geofisiche con la tecnica della rifrazione MASW.

Fenomeni di amplificazione sismica di tipo stratigrafico

Categoria di sottosuolo di cui al paragrafo 3.2.2 NTC 2018: **C**. Definita sulla base della procedura semplificata.



Categoria topografica, di cui al Paragrafo 3.2.2 NTC 2018 S_T: **T1**. Definita sulla base della procedura semplificata mediante analisi morfologica condotta su base topografica a scala 1:1.000:

Sicurezza nei confronti del fenomeno della liquefazione di cui al Punto 7.11.3.4.2 NTC (Esclusione della verifica): **RISCHI ASSENTI**.

L'intervento previsto risulta fattibile e compatibile con l'assetto geologico del sito senza esecuzione di opere e/o interventi specifici per la mitigazione del rischio.

Parametri geotecnici caratteristici del terreno di fondazione

peso dell'unità di volume:	18, 17, 18, 19	kN/m ³
angolo di resistenza al taglio:	32, 30, 34, 36	°
coesione efficace:	trascurabile	-
coesione non drenata:	trascurabile	-
modulo elastico	15, 10, 15, 25	MPa

Rischio cedimenti differenziali.

Recapito della fognatura acque bianche meteoriche

Il recapito della fognatura acque bianche negli strati superficiali del terreno con pozzi perdenti risulta fattibile con limitazioni, ad esempio di ubicazione, che dovrà essere in area aperta a distanza di sicurezza da edifici. In alternativa si dovrà attuare il recapito della fognatura acque bianche meteoriche del progetto, nella pubblica fognatura acque miste previa laminazione. Il recapito in tratti del reticolo idrico **NON** risulta fattibile.

Rimane a carico della Direzione Lavori la verifica in corso d'opera degli aspetti geologici e geotecnici in relazione a quanto riportato nella presente che, in caso di evidenti incongruenze, provvederà a dare immediata comunicazione al geologo.

Novembre 2024

ALLEGATO N. 1

Sondaggi a carotaggio continuo

	STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	DOC: PP74
		Rev. 01 del 04/11/2019
		Pagina 1 di 2

Studio TECNO.GEO.
Via Corridoni n. 27 – 24124 Bergamo, Tel. 035 4175299

Descrizione prove geologiche	Sondaggi a carotaggio continuo, attrezzature: – Carro con testa di perforazione – Batteria este di perforazione – Batteria rivestimenti di sostegno del foro – Kit prova SPT – Kit prova permeabilità' – Trasporto, cingolato
Procedura prova e normativa	Norme AGI 1977

Norma di riferimento: AGI – 1977: raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

Tecnica di perforazione: sondaggio con metodo di perforazione convenzionale a rotazione (sistema tradizionale ad aste) a carotaggio continuo con carotiere semplice nell'attraversamento di terreni granulari. Nell'attraversamento di materiali incoerenti, quali sabbie, ghiaie, ecc., ogni manovra di perforazione a carotaggio è stata seguita dall'infissione a rotazione dei rivestimenti metallici provvisori a sostegno delle pareti del foro. L'infissione dei tubi è stata eseguita utilizzando acqua come fluido (acqua) di circolazione. Il materiale estratto durante il corso delle perforazioni è stato alloggiato in apposite cassette catalogatrici in plastica, munite di coperchio.

Attrezzatura: il sondaggio è stato realizzato con sonda idraulica, utilizzo rivestimento per sostegno pareti.

- Sonda Geomarc GM600
- Aste di perforazione in acciaio:
 - ø esterno 76 mm
 - ø interno raccordo 30 mm, lunghezza 500, 1500, 3000 mm.
- Rivestimenti: ø esterno 154 mm.
- Carotieri:
 - carotiere semplice lunghezza 1500-3000 mm, ø esterno 101 mm, con diametro utile della carota prelevata pari a 83 mm;
 - carotiere doppio (NT6) lunghezza 1500 mm, ø esterno 101 mm, con diametro utile della carota prelevata pari a 79 mm.
- Corone tipo incastonato con prismi in Widia o Diamantata,
- Campionatore terreni indisturbati tipo Shelby 88,9 mm e diametro interno 85 mm. La lunghezza complessiva è di 700 mm e quella utile 450 mm.

Certificati di prove restituiti: stratigrafia e documentazione fotografica.

Le stratigrafie sono presentate su certificati che riportano nella parte superiore le informazioni riguardanti l'identificazione del sondaggio, la data d'inizio della perforazione.

I moduli sono inoltre suddivisi in colonne, con riportate, in ordine di elencazione, le seguenti informazioni:

- profondità dal piano di campagna degli strati individuati;
- spessore degli strati;
- colonna stratigrafica con rappresentazione grafica del terreno investigato;
- descrizione stratigrafica del terreno attraversato;
- SPT: numero di colpi per ogni tratto di prova e quote di inizio di ciascuna prova.

PROVE PENETROMETRICHE SPT

Norma di riferimento: AGI – 1977: raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche. ASTM D1586-67 (74). ISSMFE Techn Committee (88).

Tipo prova: prova penetrometrica dinamica con punta conica.

Attrezzatura e modalità esecuzione: prove SPT eseguite nei fori di sondaggio a profondità prestabilite, batteria di aste ø = 50 mm.

Punta conica per ghiaie grosse, diametro 51 mm, angolo della punta 60°, maglio di battitura peso 63,5 Kg ± 0,5 kg, altezza di battitura 76 cm. La punta conica viene montata su apposite aste e calata nel foro di perforazione fino al fondo di prova; quindi viene infissa nel terreno mediante battitura con apposito maglio a caduta. La prova

C.E.G. Immobiliare s.r.l.	PROGETTO DELLE NUOVE COSTRUZIONI RESIDENZIALI IN MONZA VIA ARRIGO BOITO, 126	
---------------------------	---	---

prevede 3 tratti di avanzamento salvo rifiuto che è considerato al raggiungimento di $N_{spr} = 100$ e consiste nella registrazione del numero di colpi N1, N2, N3 necessari per far avanzare la punta nel sottosuolo per un tratto di 15 cm ciascuno. $N_{spt} = N2 + N3$.

Certificati di prove restituiti: nelle stratigrafie dei sondaggi è riportata la profondità dell'inizio della prova ed il numero N_{spt} per i tre tratti di prova salvo rifiuto. I certificati riportano i riferimenti del sondaggio di esecuzione e le profondità di inizio prova.

PROVE DI PERMEABILITA'

Norma di riferimento: AGI – 1977: raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

Tipo prova: prova Lefranc nel non saturo - prova di infiltrazione o prova di abbassamento.

Attrezzatura: attrezzatura di sondaggio per la preparazione del fondo o tasca di prova, sondino metrato con precisione 1 cm e cronometro di precisione 1 sec. La prova può riguardare il fondo di un sondaggio (alla base del rivestimento in acciaio di sostegno del foro) oppure una tasca ricavata estraendo il rivestimento dopo l'infissione di perforazione, per un tratto definito, quindi nell'immissione di acqua dalla testa del rivestimento fino a saturazione dei terreni di prova ed in fine nella misura dei tempi e degli abbassamenti della colonna di acqua nel rivestimento stesso.

Certificati di prove restituiti: i risultati delle prove espressi in abbassamenti del livello di acqua immesso nel rivestimento di perforazione e tempi di abbassamento, sono riportati in un grafico in genere associato alla stima del coefficiente di permeabilità del terreno. I certificati riportano i riferimenti del sondaggio di esecuzione e le profondità del fondo e le geometrie della tasca di prova.

Luogo e data	Relatore
Bergamo, 04/11/2019	Dott. Geol. Luigi Corna – Dott. Ing. Davide Pelizzoli – Dott. Geol. Rota Matteo

Allegati:

- certificati delle stratigrafie relative alle n. 2 sondaggi a carotaggio continuo
- certificati delle prove di permeabilità relative alle n. 1 prove Lefranc

a) Stratigrafia del sondaggio S1

COMMITTENTE :		C.E.G. Immobiliare S.r.l.		SONDAGGIO N° :		C1	
LOCALITA' :		Via Arrigo Boito 126, Monza		TIPO SONDA:			
IMPRESA ESECUTRICE :		Geoprobe		PERFORAZ. :			
DATA :		October-23		QUOTA p. c. :			

Profondità m.	Spessore m.	Ø cm	Rivestimento cm	Litologia	Descrizione litologica	% carotaggio	rqd	Intervallo m.	Campione	S.P.T.	Pocket p. kg/cmq	Vanetext kg/cmq
0.50	0.10	0.10			Sabbia normale ordinaria							
1.00	1.00	0.60			Limo color bruno-rossastro con locale presenza di ciottoli (cm)							
1.50	1.50	0.60			Limo da debolmente sabbioso a sabbioso di color bruno - rossastro con rari ciottoli mm							
2.00	2.00	0.60			Sabbia limosa di colore marrone con ciottoli eterometrici (da mm a cm)							
2.50					Sabbia e ghiaia fine in matrice debolmente limosa di colore marronechiaro con ciottoli eterometrici (da mm a cm)							
3.00												
3.50												
4.00												
4.50												
5.00												
5.50												
6.00												
6.50												
7.00												
7.50												
8.00												
8.50												
9.00												
9.50										9.00 mt: 25-37-48		
10.00												
10.50												
11.00												
11.50												
12.00												
12.50										12.00 mt: 17-25-29		
13.00												
13.50												
14.00												
14.50												
15.00												
15.50										15.00 mt: 37->50-RIF		
16.00												
16.50												
17.00												
17.50												
18.00												
18.50												
19.00												
19.50												
20.00	20.00											

b) Documentazione fotografica S1

Foto della cassetta catalogatrice 1

p.c.



5 m

Foto della cassetta catalogatrice 2

5 m



10 m

Foto della cassetta catalogatrice 3



Foto della cassetta catalogatrice 4



c) Stratigrafia del sondaggio S2

COMMITTENTE :		C.E.G. Immobiliare S.r.l.	
LOCALITA' :		Via Arrigo Boito 126, Monza	
IMPRESA ESECUTRICE :		Studio Tecno.Geo	PERFORAZ. :
DATA :		October-23	QUOTA p. c. :

Profondità ml.	Spessore ml.	Ø mm	Rivestimento	Litologia	Descrizione litologica	% carotaggio	rgd	livello falda ml.	Campione	S.P.T.	Pocket p. kg/cmq	Vanetest kg/cmq
0.50	0.20	0.20			Terreno vegetale/di coltivo							
1.00	1.00	0.80			Limo debolmente argilloso, color bruno-rossastro con locale presenza di ciottoli (cm)							
1.50												
2.00		1.50			Alternanze di limo debolmente sabbioso e sabbia limosa di color bruno - rossastro con presenza di ciottoli eterometrici (da mm a cm)				Campione C2 1-2 m			
2.50	2.50											
3.00												
3.50												
4.00												
4.50												
5.00												
5.50												
6.00												
6.50												
7.00												
7.50												
8.00												
8.50												
9.00												
9.50												
10.00												
10.50												
11.00												
11.50												
12.00					Ghiaia in matrice sabbiosa color grigio-marrone chiaro e subordinati ciottoli eterometrici (da mm a dm) e locale presenza di livelli conglomeratici di limitato spessore							
12.50												
13.00												
13.50												
14.00												
14.50												
15.00												
15.50												
16.00												
16.50												
17.00												
17.50												
18.00												
18.50												
19.00												
19.50												
20.00	20.00											

prova di permeabilità Lefranc profondità 4 m

d) Documentazione fotografica S2

Foto della cassetta catalogatrice 1

p.c.



5 m

Foto della cassetta catalogatrice 2

5 m



D.C.

10 m

Foto della cassetta catalogatrice 3

10 m



15 m

Foto della cassetta catalogatrice 4

15 m



20 m

e) Certificato della prova di permeabilità Lefranc nel sondaggio C2

CARATTERISTICHE DEL FORO DI PROVA:			Committente	C.E.G. Immobiliare S.r.l.
testa rivestimento da piano campagna: cm	60		localita'	Via Arrigo Boito 126, Monza
diametro rivestimento: cm	12.7		data	10/25/2023
diametro tasca: cm	12.7		sondaggio	C2
profondita' del sondaggio: m	400			
profondità della tasca: da cm a cm	350	400		
lunghezza della tasca: cm	50			
carico idraulico iniziale: m	460			
quota falda da piano campagna: m	Assente			

tempo sec	livello cm	abbassamento cm
0	0	460
30	77	323
60	139	261
90	176	224
120	196	204
150	207	193
180	215	185
240	221	179
300	228	172
360	232	168
420	240	160
480	242	158
540	245	155
600	249	151
750	252	148
900	255	145

A=	126.61 cmq
CL=	50 cm
h1=	460 cm
h2=	185 cm

K= 3.25E-05 m/sec

prova di permeabilità a carico variabile

Tempo sec	Abbassamento cm
0	460
30	323
60	261
90	224
120	204
150	193
180	185
240	179
300	172
360	168
420	160
480	158
540	155
600	151
750	148
900	145

ALLEGATO N.2

Trincee esplorative

	STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA TRINCEE ESPLORATIVE	DOC: PP74
		Rev. 01 del 04/11/2019
		Pagina 1 di 1
Studio TECNO.GEO. Via Corridoni n. 27 – 24124 Bergamo, Tel. 035 4175299		

Descrizione prove geologiche	Trincee esplorative, attrezzature: – Escavatore a benna rovescia – Larghezza benna 120 cm – Trasporto, cingolato
Procedura prova e normativa	Norme AGI 1977

Normativa / procedura di riferimento

Gli scavi sono state eseguiti con escavatore cingolato a benna rovescia
Le stratigrafie hanno seguito le indicazioni delle norme AGI 1977.

Descrizione delle prove e modalita' esecutive

A seconda della misura della benna installata e della dimensione dell'escavatore lo scavo avrà uno sviluppo più meno sviluppato in ogni caso le trincee dovranno avere larghezza minima di 0,8 m, lunghezza variabile e profondità prestabilita.

L'esecuzione di scavi o trincee d'ispezione costituisce uno strumento integrativo di indagine particolarmente utile per accertare l'esatta consistenza dei terreni, negli strati più superficiali, fino ad una profondità massima di 2- 3 metri.

Durante l'avanzamento degli scavi occorre prestare attenzione alla stabilità del fondo scavo, non è comunque previsto l'accesso all'interno della trincea da parte di personale, onde garantire la sicurezza degli operai o di tecnici.

Per questo tipo di sondaggio è sconsigliato eseguire scavi in aderenza a strutture murarie preesistenti/strade, tali operazioni di scavo potranno essere eseguite previa idonee puntellature e opere di contenimento.

Si dovrà operare in modo da garantire la buona stabilità delle pareti della trincea e si raccomanda di porre attenzione ai cigli di scarpata.

Al termine della presa visione delle caratteristiche dei terreni e della descrizione stratigrafica lo scavo dovrà essere opportunamente riempito con gli stessi terreni asportati.

Descrizione dell'attrezzatura

Escavatore cingolato di 2,8 t
Profondità massima di scavo di 2,8 m
Larghezza carro di 1,5 m

Risultati ed elaborazioni

La documentazione finale della prova è costituita dalla rappresentazione delle stratigrafie acquisite e delle fotografie dello scavo

Luogo e data	Relatore
Bergamo, 04/11/2019	Dott. Geol. Luigi Corna – Dott. Ing. Davide Pelizzoli – Dott. Geol. Rota Matteo

Allegati

- certificati delle stratigrafie relative alle n. 5 trincee esplorative.

COMMITTENTE			C.E.G: Immobiliare s.r.l. Via Gandhi, 2 20017 Rho (MI)	SONDAGGIO	T1 Capannone/falegnameria (lato S)	
LOCALITA'			Via Arrigo Boito, 126 (MB)	TIPO SONDAGGIO	Trincea con escavatore	
	PROF	STRAT	DESCRIZIONE		CAMPIONI	FALDA
	20cm		Pavimentazione in cls		T1 (0,5 – 0,9)	assente
	40		Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli da cm a dm di colore bruno			
	60					
	80					
	90					

Relatore della stratigrafia: Geol. Luigi Corna
18.03.2024

		<u>Fotografia n.1:</u> <u>Trincea T1</u> <u>Campione T1</u> <u>Profondità 0.9 m</u>
--	--	--

COMMITTENTE			C.E.G: Immobiliare s.r.l. Via Gandhi, 2 20017 Rho (MI)	SONDAGGIO	T2 Capannone/falegnameria (lato SE)	
LOCALITA'			Via Arrigo Boito, 126 (MB)	TIPO SONDAGGIO	Trincea con escavatore	
	PROF	STRAT	DESCRIZIONE		CAMPIONI	FALDA
	20cm		Pavimentazione in cls		T2 (0,5 – 1,0)	assente
	30					
	40		Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli da cm a dm di colore bruno			
	60					
	80					
	100					

Relatore della stratigrafia: Geol. Luigi Corna
18.03.2024



Fotografia n.2:
Trincea T2
Campione S2
Profondità 1 m

COMMITTENTE			C.E.G: Immobiliare s.r.l. Via Gandhi, 2 20017 Rho (MI)	SONDAGGIO	T3 Piazzale esterno lato SW capannone/falegnameria	
LOCALITA'			Via Arrigo Boito, 126 (MB)	TIPO SONDAGGIO	Trincea con escavatore	
	PROF	STRAT	DESCRIZIONE		CAMPIONI	FALDA
	10cm		Asfalto		T3 (0,5 – 1,4)	assente
	20		Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli da cm a dm di colore ocra/marrone chiaro			
	30					
	40					
	60					
	80					
	100					
	120					
	140					

Relatore della stratigrafia: Geol. Luigi Corna
18.03.2024

		<u>Fotografia n.3:</u> <u>Trincea T3</u> <u>Campione T3</u> <u>Profondità 1,4 m</u>
---	--	--

COMMITTENTE			C.E.G: Immobiliare s.r.l. Via Gandhi, 2 20017 Rho (MI)	SONDAGGIO	T4 Piazzale esterno lato W capannone/falegnameria	
LOCALITA'			Via Arrigo Boito, 126 (MB)	TIPO SONDAGGIO	Trincea con escavatore	
	PROF	STRAT	DESCRIZIONE		CAMPIONI	FALDA
			Asfalto		T4 (0,5 – 1,0)	assente
	15 cm		Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli da cm a dm di colore ocra/marrone chiaro			
	20					
30						
		40				
60						
80						
100						
120						
140						
150						

Relatore della stratigrafia: Geol. Luigi Corna
18.03.2024



Fotografia n.4:
Trincea T4
Campione T4
Profondità 1,5 m

COMMITTENTE			C.E.G: Immobiliare s.r.l. Via Gandhi, 2 20017 Rho (MI)	SONDAGGIO	T5 Piazzale esterno lato SW capannone/falegnameria	
LOCALITA'			Via Arrigo Boito, 126 (MB)	TIPO SONDAGGIO	Trincea con escavatore	
	PROF	STRAT	DESCRIZIONE		CAMPIONI	FALDA
	10cm		Asfalto		T5 (0,5 – 1,2)	assente
	20		Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli da cm a dm di colore ocra/marrone chiaro			
	30					
	40					
	60					
	80					
	100					
	120					

Relatore della stratigrafia: Geol. Luigi Corna
18.03.2024



Fotografia n.5:
Trincea T5
Campione T5
Profondità 1,2 m

ALLEGATO N.3

Prove di permeabilità in trincea

	STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN POZZETTO/TRINCEA	DOC: PPCVPT
		Rev. 01 del 17/05/2019
		Pagina 1 di 1
Studio TECNO.GEO. Via Corridoni n. 27 – 24124 Bergamo. Tel. 035 4175299		

Denominazione prove	Prove di permeabilità a carico variabile in pozzetto/trincea, attrezzature. – Scavo realizzato a mano o con escavatore eventualmente rivestito con opere di contenimento filtranti al perimetro ed al fondo (tipo pozzo perdente) – Asta graduata centimetrica – Cronometro
Procedura prova e normativa	Test di percolazione secondo le indicazioni fornite dalla AGI 1977

Riferimenti bibliografici

Modalità di prova “standard” del test di percolazione secondo le indicazioni fornite dalla AGI 1977.

Descrizione della prova

La prova prevede la realizzazione di uno scavo a pozzetto, di forma quadrata nel terreno da testare. La fase sperimentale si svolge mediante lo scarico di acqua nel pozzetto fino a saturazione dello spazio campione del sottosuolo da testare; in seguito si misurano tempi e abbassamenti del livello idrico.

Caratteristiche dell'attrezzatura

Asta graduata per la rilevazione degli abbassamenti idrici, con scala graduata di precisione millimetrica. Oppure, sondino con cavo avvolgibile metrato di precisione centimetrica, per rilevazione d'acqua, a segnalazione acustica. Cronometro con precisione 1”.

Modalità esecutive

La preparazione della prova prevede l'esecuzione di uno scavo nel terreno da testare, a pozzetto o trincea a seconda delle dimensioni.

Lo scavo ha in genere forma circolare o quadrata.

L'inizio della prova si prevede la saturazione del terreno mediante continua immissione di acqua limpida, a temperatura ambiente, nello scavo, fino a quando si è raggiunta una filtrazione costante nel tempo.

Successivamente si immette acqua fino ad un livello di inizio prova e si misura l'abbassamento del livello idrico nell'arco di un tempo predefinito.

Risultati

La documentazione finale della prova è costituita dalla rappresentazione degli abbassamenti del livello idrico e relativi intervalli tempo. I dati permettono la determinazione del coefficiente di permeabilità K medio tra K orizzontale, K verticale.

Luogo e data	Relatore
Bergamo, 18.03.24	Dott. Geol. Luigi Corna – Dott. Ing. Davide Pelizzoli – Dott. Geol Rota Matteo

Allegati:

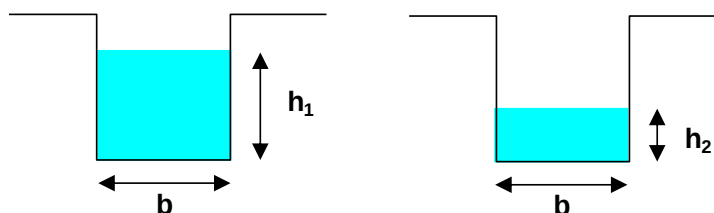
_certificati di 3 prove di permeabilità

Committente: **C.E.G. Immobiliare S.r.l.**

Località: Via Arrigo Boito 126, Monza

Data: 3/10/2023

Certificato: Comm. 069/23

trincea


$$k = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot h_m}{b}\right)}{\left(\frac{27 \cdot h_m}{b}\right) + 3}$$

 $h_2 - h_1$ = variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo $t_2 - t_1$
 $t_2 - t_1$ = intervallo di tempo della misura (sec)

 b = lato del pozzetto di forma quadrata

 h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto

 k = permeabilità (m/s)

	<u>T3 K1</u>	<u>T3 K1</u>
	H = 1.4 m	H = 1.4 m
h_1 =(cm)	75	91
h_2 =(cm)	45	60
$t_2 - t_1$ =(sec)	315	440
b =(cm)	100	100

K=(m/s) 1.09E-04 7.56E-05
K medio=(m/s) **9.24E-05**

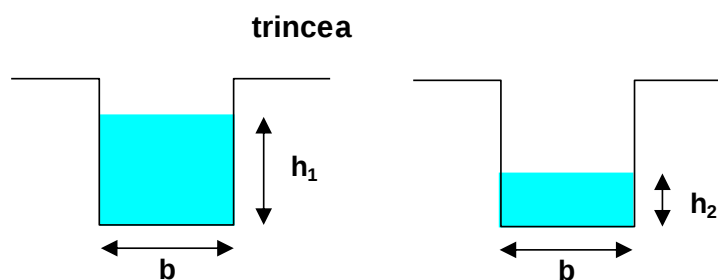
Il responsabile Tecnico: Dott. Geol. Luigi Corna

Committente: **C.E.G. Immobiliare S.r.l.**

Località: Via Arrigo Boito 126, Monza

Data: 3/10/2023

Certificato: Comm. 069/23



$$k = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot h_m}{b}\right)}{\left(\frac{27 \cdot h_m}{b}\right) + 3}$$

 $h_2 - h_1$ = variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo $t_2 - t_1$
 $t_2 - t_1$ = intervallo di tempo della misura (sec)

 b = lato del pozzetto di forma quadrata

 h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto

 k = permeabilità (m/s)

	<u>T4 K2</u>	<u>T4 K2</u>
	H = 1.4 m	H = 1.4 m
h_1 =(cm)	68	68
h_2 =(cm)	5	40
$t_2 - t_1$ =(sec)	206	350
b =(cm)	100	100

K=(m/s) 4.12E-04 9.47E-05
K medio=(m/s) **2.53E-04**

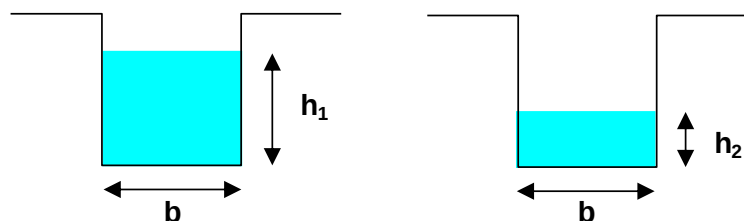
Il responsabile Tecnico: Dott. Geol. Luigi Corna

Committente: **C.E.G. Immobiliare S.r.l.**

Località: Via Arrigo Boito 126, Monza

Data: 3/10/2023

Certificato: Comm. 069/23

trincea


$$k = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot h_m}{b}\right)}{\left(\frac{27 \cdot h_m}{b}\right) + 3}$$

 $h_2 - h_1$ = variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo $t_2 - t_1$
 $t_2 - t_1$ = intervallo di tempo della misura (sec)

 b = lato del pozzetto di forma quadrata

 h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto

 k = permeabilità (m/s)

	<u>T5 K3</u>	<u>T4 K3</u>
	H = 1.3 m	H = 1.3 m
h_1 =(cm)	65	75
h_2 =(cm)	30	50
$t_2 - t_1$ =(sec)	405	378
b =(cm)	70	70
K=(m/s)	<u>9.55E-05</u>	<u>6.80E-05</u>
K medio=(m/s)	<u>8.18E-05</u>	

Il responsabile Tecnico: Dott. Geol. Luigi Corna

ALLEGATO N. 4

Prove penetrometriche dinamiche continue

	STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA PROVA PENETROMETRICA DPSH73	DOC: PP73
		Rev. 02 del 08/03/2019
		Pagina 1 di 1
Studio TECNO.GEO. Via Corridoni n. 27 – 24124 Bergamo. Tel. 035 4175299		

Denominazione prove	Prove penetrometrica dinamica, attrezzatura: - Penetrometro superpesante - Maglio da 73 kg con caduta da 75 cm - Trasporto, gommato
Procedura prova e normativa	Norme ISSMFE

Normativa/procedura di riferimento

Le prove sono state eseguite con penetrometro dinamico superpesante (modello DPSH73) prodotto dalla Ditta Pagani di Piacenza, seguendo le indicazioni di una delle norme DIN 4094. Tale strumentazione è molto simile alle specifiche della procedura ISSME Technical Committee on Penetration Testing (1988) per quanto concerne i penetrometri “pesanti”.

Descrizione delle prove e modalità esecutive

La prova penetrometrica dinamica continua consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, avvitata o alloggiata all'estremità inferiore di una batteria di aste metalliche, mediante battitura con un maglio che cade liberamente da un'altezza costante nota. I numeri necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza prefissata vengono annotati e potranno essere utilizzati per interpretare la stratigrafia del sottosuolo mediante correlazione ai valori di N_{spt} (numeri di colpi delle prove S.P.T. – Standard Penetration Test).

La prova si svolge infiggendo la punta conica nel terreno per tratti consecutivi di 30 cm, misurando il numero di colpi necessari (N_{DPSH}). A seguito dell'infissione di 10 – 50 cm della punta si procede con le eventuali aste di rivestimento. La prova viene sospesa quando il numero di colpi per infiggere la punta supera il valore di 100 (rifiuto).

Descrizione dell'attrezzatura

Batteria di aste interne del diametro di 32 mm e del peso per metro lineare di 7,1 kg, alla cui estremità inferiore è presente una punta conica del diametro di 50.8 mm ed angolo di apertura di 60°. Le aste sono lisce con tacche graduate ogni 30 cm sulla colonna (per una facile lettura dell'avanzamento unitario della punta conica). Dispositivo di infissione della punta costituito da un maglio del peso di 73 kg che cade liberamente da un'altezza di 75 cm.

Risultati ed elaborazioni

La documentazione finale della prova è costituita dalla rappresentazione del numero di colpi necessari alla penetrazione di un tratto di 30 cm dell'asta, alla profondità considerata.

Luogo e data	Relatore
Bergamo, 08/03/2019	Dott. Geol. Luigi Corna – Dott. Ing. Davide Pelizzoli – Dott. Geol. Rota Matteo

Allegati

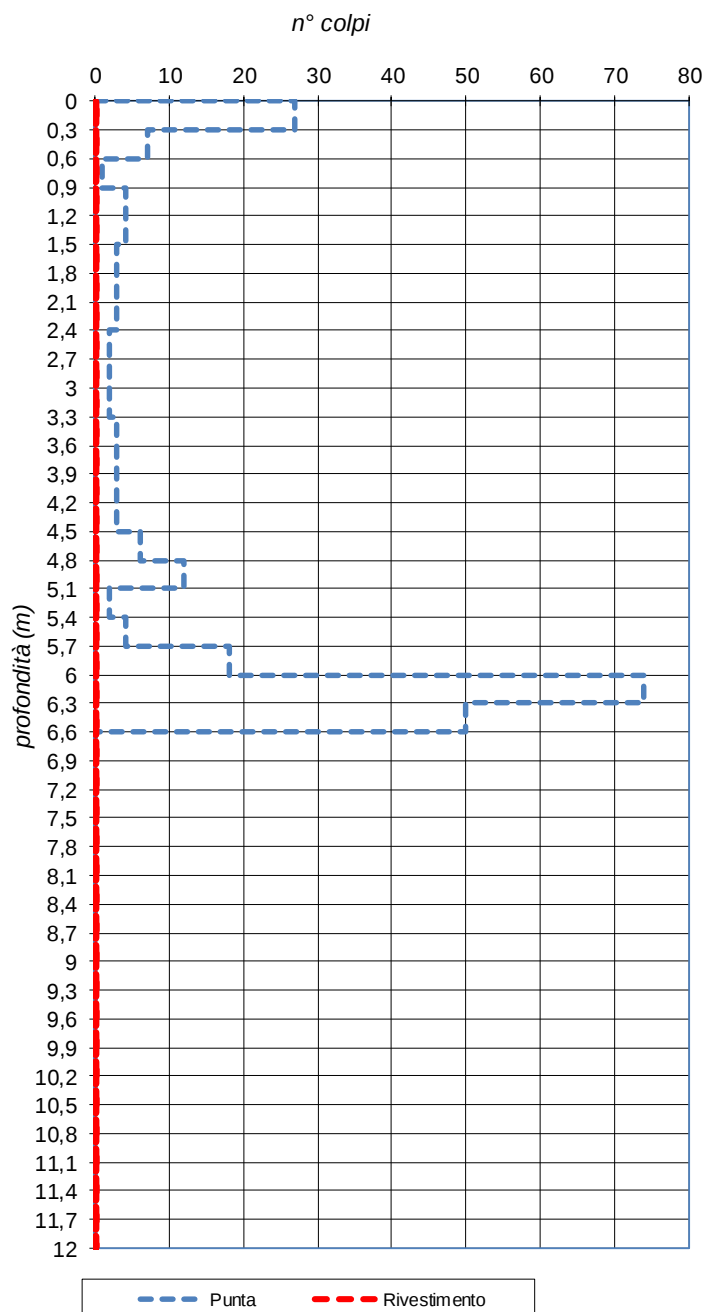
Certificati di n.8 prove penetrometriche

Committente: C.E.G. Immobiliare S.r.l.
Località: Via Boito, Monza

Data: 06/10/2023
Certificato: 1 **Comm.** 069/23

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	27	
0,6	7	
0,9	1	
1,2	4	
1,5	4	
1,8	3	
2,1	3	
2,4	3	
2,7	2	
3,0	2	
3,3	2	
3,6	3	
3,9	3	
4,2	3	
4,5	3	
4,8	6	
5,1	12	
5,4	2	
5,7	4	
6,0	18	
6,3	74	
6,6	50	
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

Grafico prova penetrometrica



Penetrometro Tipo Meardi - Maglio: 73 Kg, Corsa: 75 cm, Punta: 50,8 mm

NOTE: falda non registrata

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

pag 1 di 1

Il responsabile tecnico: Dott. Geol. Luigi Corna

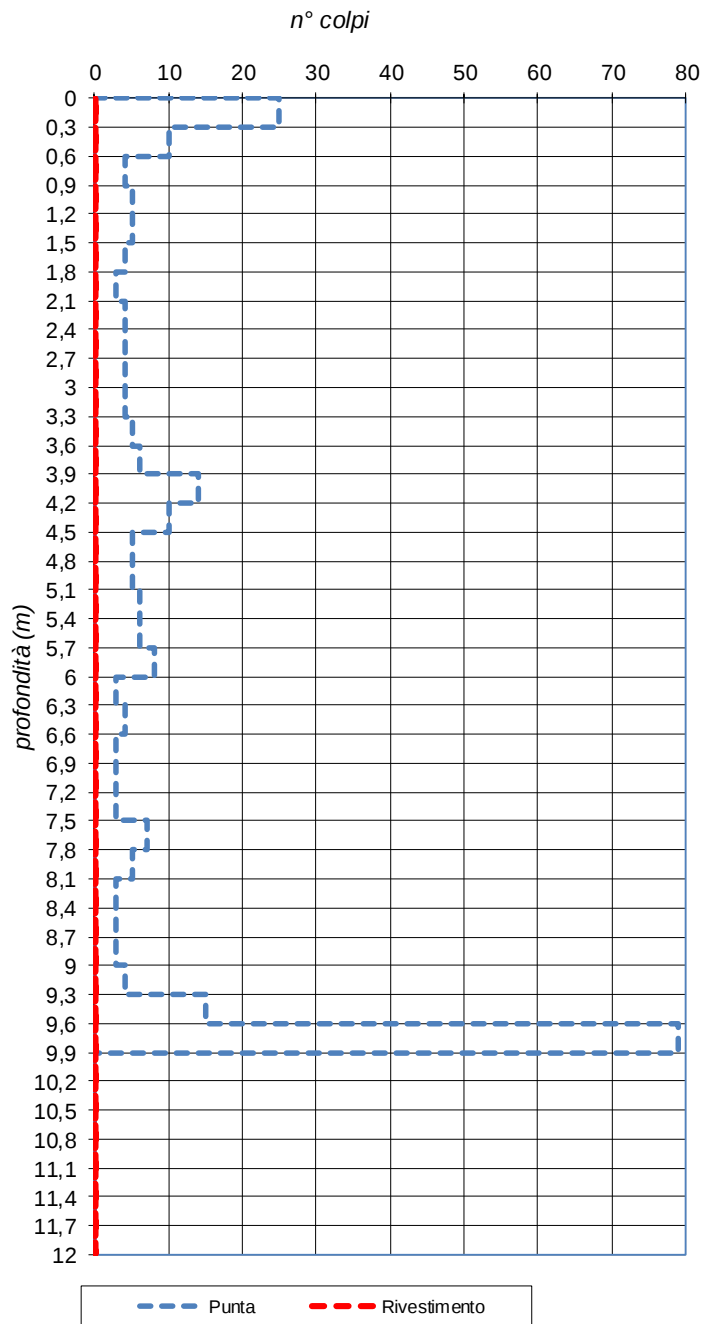


Committente: C.E.G. Immobiliare S.r.l.
Località: Via Boito, Monza

Data: 06/10/2023
Certificato: 2 **Comm.** 069/23

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	25	
0,6	10	
0,9	4	
1,2	5	
1,5	5	
1,8	4	
2,1	3	
2,4	4	
2,7	4	
3,0	4	
3,3	4	
3,6	5	
3,9	6	
4,2	14	
4,5	10	
4,8	5	
5,1	5	
5,4	6	
5,7	6	
6,0	8	
6,3	3	
6,6	4	
6,9	3	
7,2	3	
7,5	3	
7,8	7	
8,1	5	
8,4	3	
8,7	3	
9,0	3	
9,3	4	
9,6	15	
9,9	79	
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

Grafico prova penetrometrica



Penetrometro Tipo Meardi - Maglio: 73 Kg, Corsa: 75 cm, Punta: 50,8 mm

NOTE: falda non registrata

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

pag 1 di 1

Il responsabile tecnico: Dott. Geol. Luigi Corna

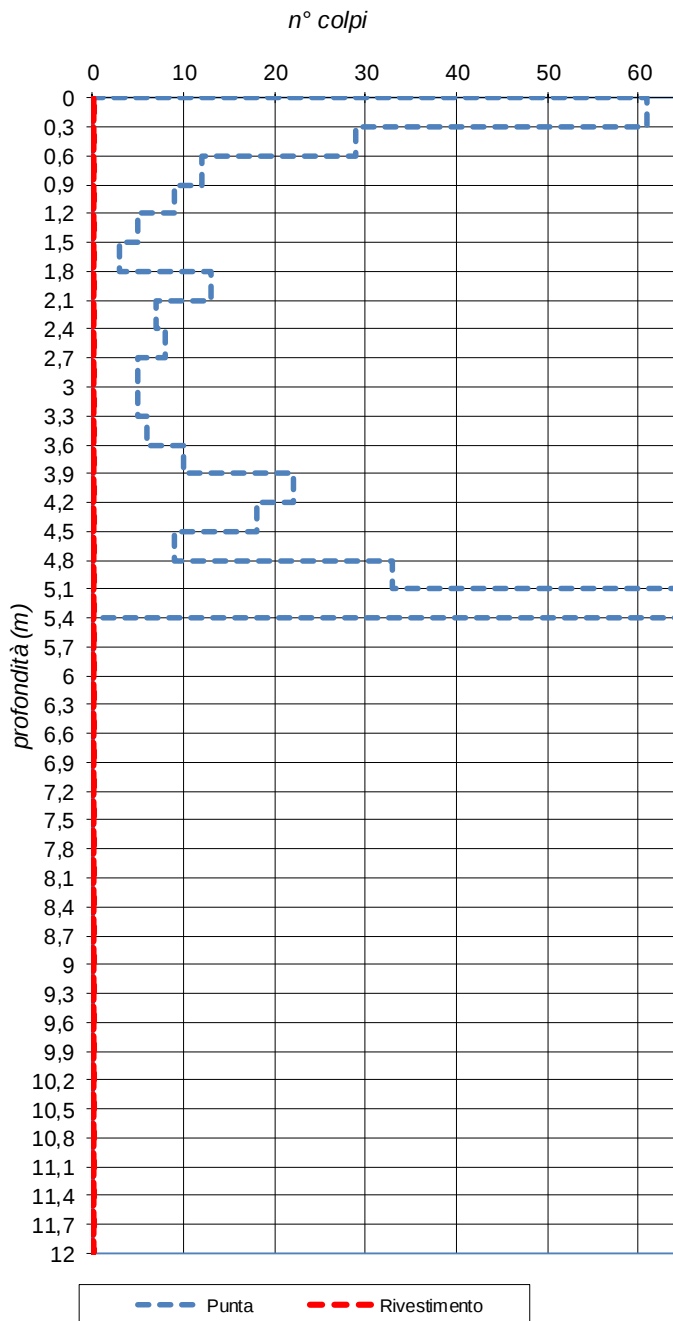


Committente: C.E.G. Immobiliare S.r.l.
Località: Via Boito, Monza

Data: 06/10/2023
Certificato: 3 **Comm.** 069/23

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	61	
0,6	29	
0,9	12	
1,2	9	
1,5	5	
1,8	3	
2,1	13	
2,4	7	
2,7	8	
3,0	5	
3,3	5	
3,6	6	
3,9	6	
4,2	10	
4,5	22	
4,8	18	
5,1	9	
5,4	33	
5,7	81	
6,0		
6,3		
6,6		
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

Grafico prova penetrometrica



Penetrometro Tipo Meardi - Maglio: 73 Kg, Corsa: 75 cm, Punta: 50,8 mm

NOTE: falda non registrata

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

pag 1 di 1

Il responsabile tecnico: Dott. Geol. Luigi Corna

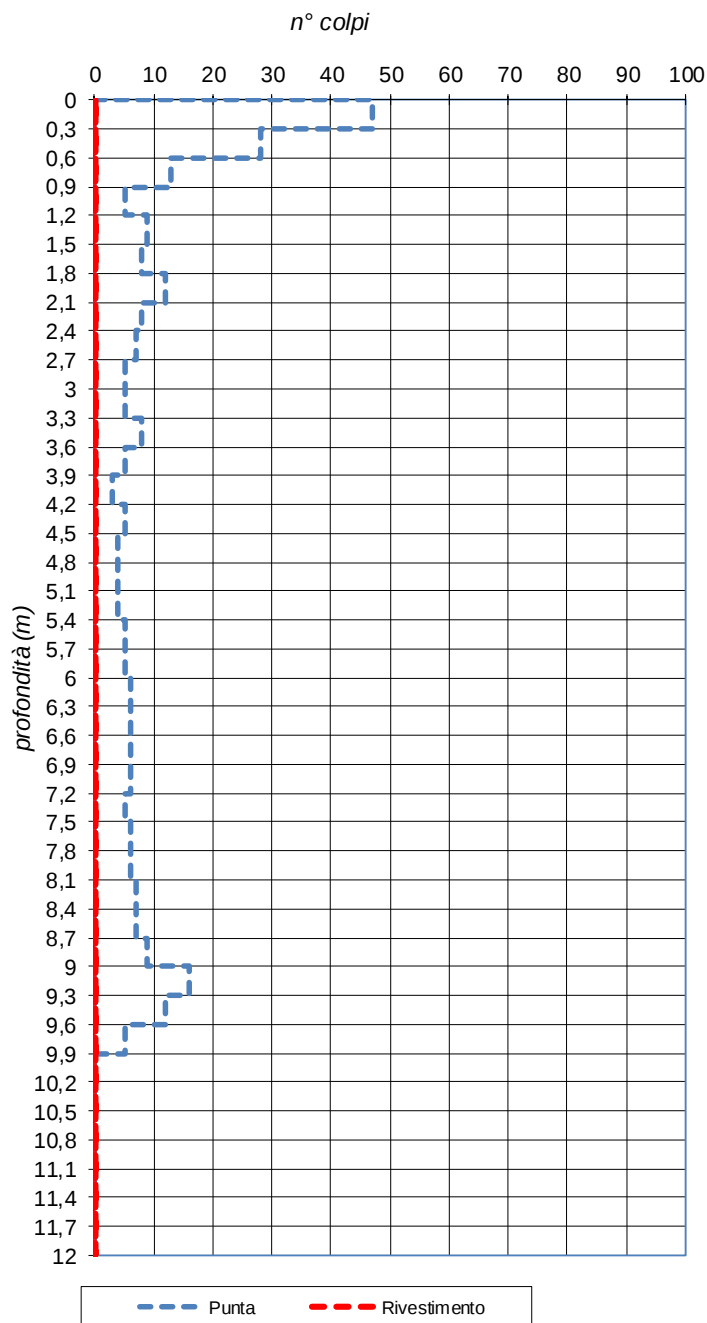


Committente: C.E.G. Immobiliare S.r.l.
Località: Via Boito, Monza

Data: 06/10/2023
Certificato: 4 **Comm.** 069/23

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	47	
0,6	28	
0,9	13	
1,2	5	
1,5	9	
1,8	8	
2,1	12	
2,4	8	
2,7	7	
3,0	5	
3,3	5	
3,6	8	
3,9	5	
4,2	3	
4,5	5	
4,8	4	
5,1	4	
5,4	5	
5,7	5	
6,0	5	
6,3	6	
6,6	6	
6,9	6	
7,2	6	
7,5	5	
7,8	6	
8,1	6	
8,4	7	
8,7	7	
9,0	9	
9,3	16	
9,6	12	
9,9	5	
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

Grafico prova penetrometrica



Penetrometro Tipo Meardi - Maglio: 73 Kg, Corsa: 75 cm, Punta: 50,8 mm

NOTE: falda non registrata

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

pag 1 di 1

Il responsabile tecnico: Dott. Geol. Luigi Corna

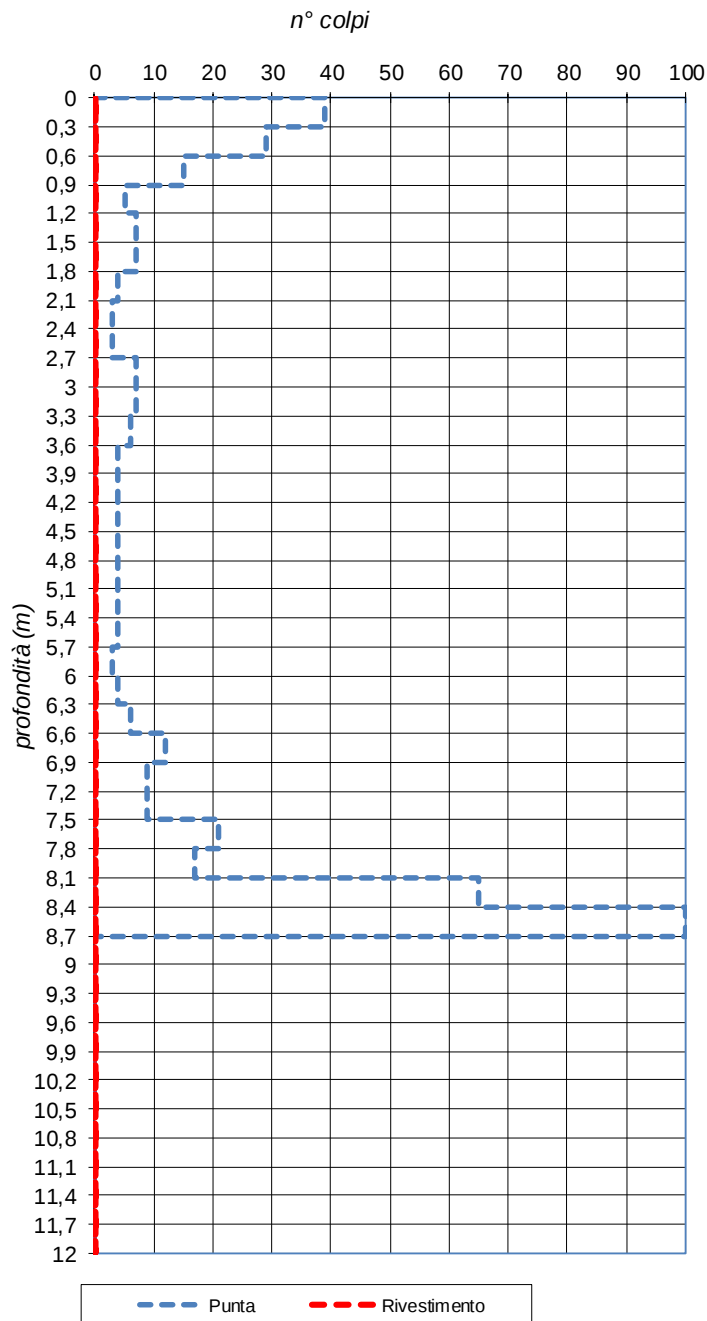


Committente: C.E.G. Immobiliare S.r.l.
Località: Via Boito, Monza

Data: 06/10/2023
Certificato: 5 **Comm.** 069/23

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	39	
0,6	29	
0,9	15	
1,2	5	
1,5	7	
1,8	7	
2,1	4	
2,4	3	
2,7	3	
3,0	7	
3,3	7	
3,6	6	
3,9	4	
4,2	4	
4,5	4	
4,8	4	
5,1	4	
5,4	4	
5,7	4	
6,0	3	
6,3	4	
6,6	6	
6,9	12	
7,2	9	
7,5	9	
7,8	21	
8,1	17	
8,4	65	
8,7	100	
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

Grafico prova penetrometrica



Penetrometro Tipo Meardi - Maglio: 73 Kg, Corsa: 75 cm, Punta: 50,8 mm

NOTE: falda non registrata

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

pag 1 di 1

Il responsabile tecnico: Dott. Geol. Luigi Corna

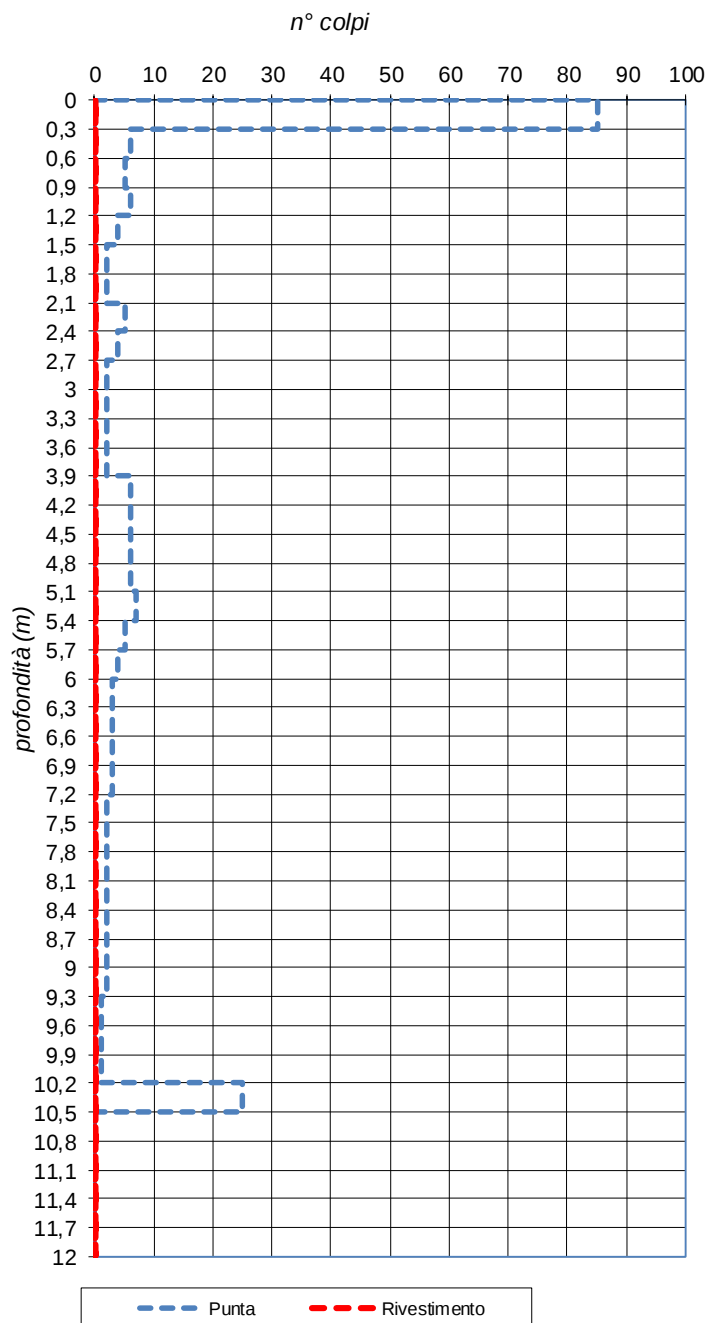


Committente: C.E.G. Immobiliare S.r.l.
Località: Via Boito, Monza

Data: 06/10/2023
Certificato: 6 **Comm.** 069/23

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	85	
0,6	6	
0,9	5	
1,2	6	
1,5	4	
1,8	2	
2,1	2	
2,4	5	
2,7	4	
3,0	2	
3,3	2	
3,6	2	
3,9	2	
4,2	6	
4,5	6	
4,8	6	
5,1	6	
5,4	7	
5,7	5	
6,0	4	
6,3	3	
6,6	3	
6,9	3	
7,2	3	
7,5	2	
7,8	2	
8,1	2	
8,4	2	
8,7	2	
9,0	2	
9,3	2	
9,6	1	
9,9	1	
10,2	1	
10,5	25	
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

Grafico prova penetrometrica



Penetrometro Tipo Meardi - Maglio: 73 Kg, Corsa: 75 cm, Punta: 50,8 mm

NOTE: falda non registrata

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

pag 1 di 1

Il responsabile tecnico: Dott. Geol. Luigi Corna

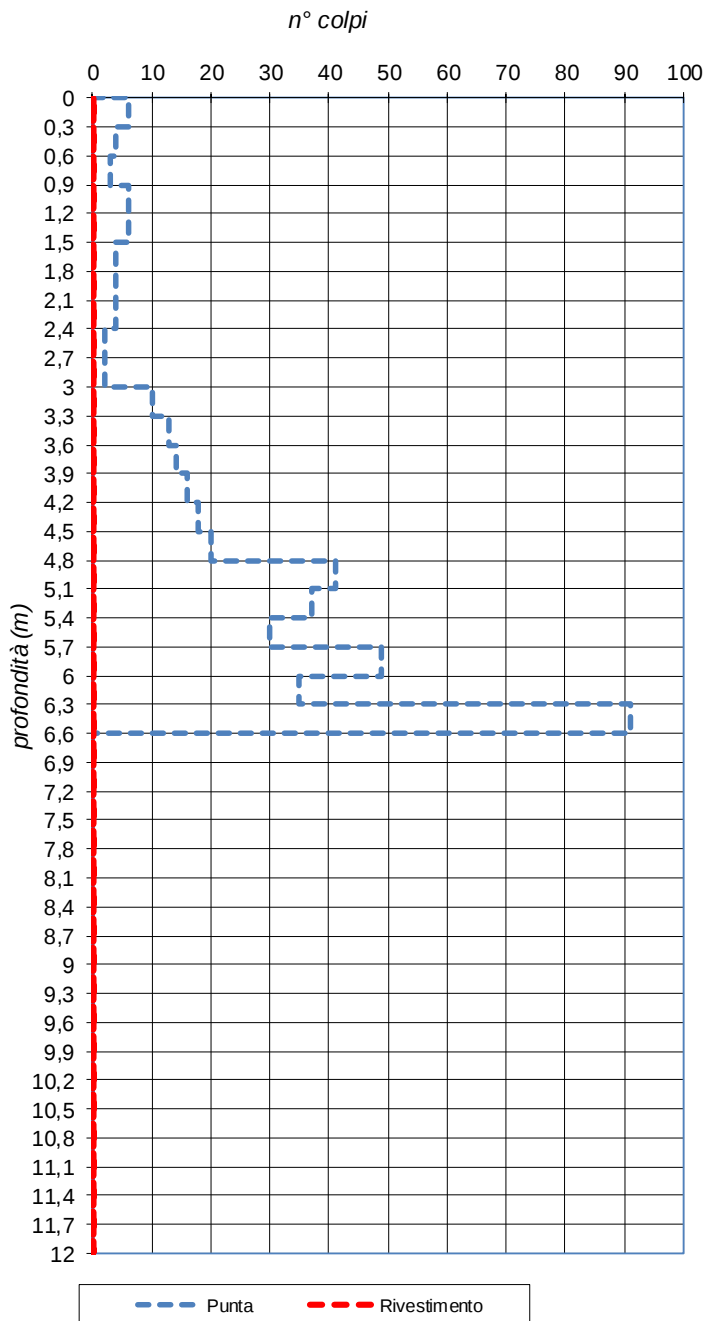


Committente: C.E.G. Immobiliare S.r.l.
Località: Via Boito, Monza

Data: 06/10/2023
Certificato: 7 **Comm.** 069/23

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	6	
0,6	4	
0,9	3	
1,2	6	
1,5	6	
1,8	4	
2,1	4	
2,4	4	
2,7	2	
3,0	2	
3,3	10	
3,6	13	
3,9	14	
4,2	16	
4,5	18	
4,8	20	
5,1	41	
5,4	37	
5,7	30	
6,0	49	
6,3	35	
6,6	91	
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

Grafico prova penetrometrica



Penetrometro Tipo Meardi - Maglio: 73 Kg, Corsa: 75 cm, Punta: 50,8 mm

NOTE: falda non registrata

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

pag 1 di 1

Il responsabile tecnico: Dott. Geol. Luigi Corna

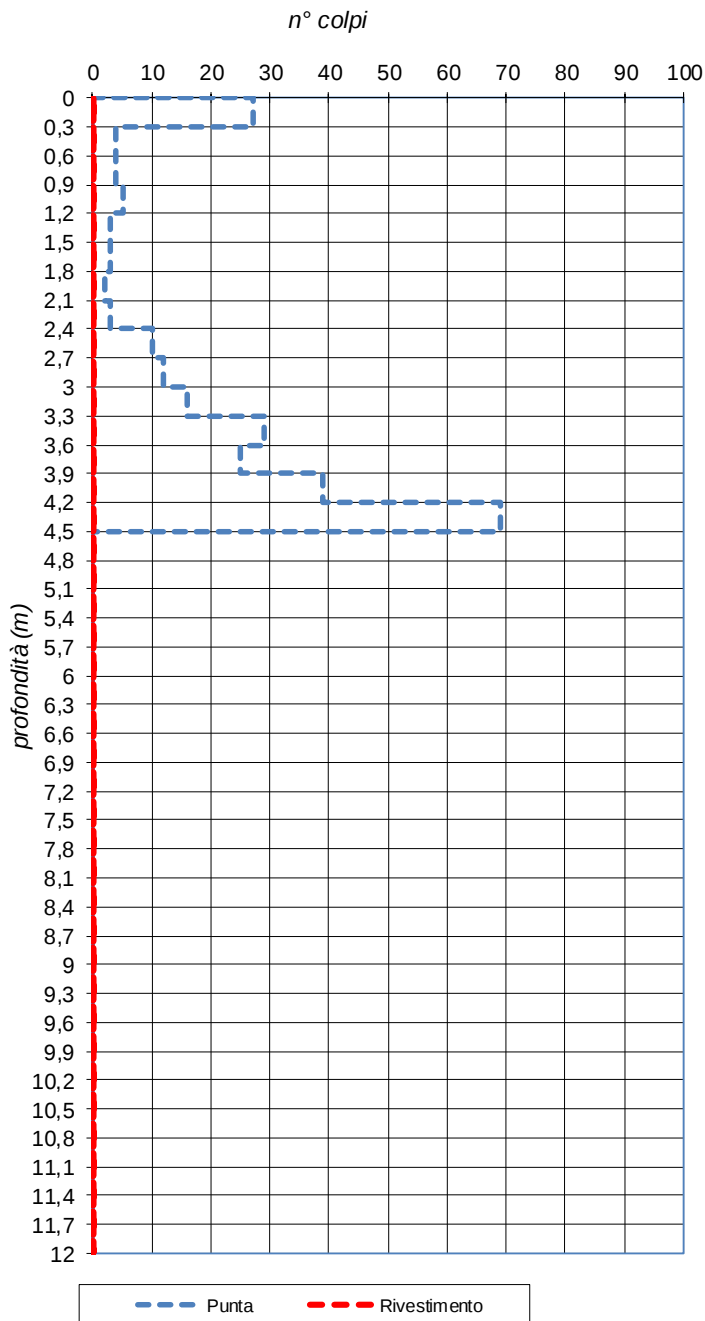


Committente: C.E.G. Immobiliare S.r.l.
Località: Via Boito, Monza

Data: 06/10/2023
Certificato: 8 **Comm.** 069/23

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	27	
0,6	4	
0,9	4	
1,2	5	
1,5	3	
1,8	3	
2,1	2	
2,4	3	
2,7	10	
3,0	12	
3,3	16	
3,6	29	
3,9	25	
4,2	39	
4,5	69	
4,8		
5,1		
5,4		
5,7		
6,0		
6,3		
6,6		
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

Grafico prova penetrometrica



Penetrometro Tipo Meardi - Maglio: 73 Kg, Corsa: 75 cm, Punta: 50,8 mm

NOTE: falda non registrata

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

pag 1 di 1

Il responsabile tecnico: Dott. Geol. Luigi Corna



ALLEGATO N. 5

Indagini geofisiche con la tecnica della sismica a rifrazione

	STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA SISMICA - MASW	DOC: GSMW
		Rev. 02 del 27/12/2018
		Pagina 50 di 2
Studio TECNO.GEO. Via Corridoni n. 27 – 24124 Bergamo, Tel. 035 4175299		

Denominazione prove	Indagine geofisica con tecnica MASW
Procedura interpretazione	elaborata mediante l'individuazione manuale di curve di dispersione nel dominio della frequenza o della lunghezza d'onda

Descrizione della prova

Nelle prospezioni sismiche per le quali si utilizzano le onde di tipo P, la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo Rayleigh.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda. Questa proprietà si chiama dispersione. Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di volume (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Per ottenere un profilo verticale di velocità V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione. MASW può essere efficace anche con solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni verticali a bassa frequenza (4.5 Hz).

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati sperimentali;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s (profilo 1-D), che descrive la variazione di V_s con la profondità. In questi metodi di frequenza – numero d'onda (denominati anche metodi f-k), l'analisi dei segnali viene condotta trasformando le tracce sismiche acquisite nel dominio spazio – tempo (x, t) nel dominio frequenza – numero d'onda ($\omega - k$), mediante l'applicazione della trasformata bidimensionale di Fourier.

La prova SASW eseguite in modalità multi-stazione viene indicata con l'acronimo MASW (Multistation Analysis of Surface Waves) e serve per determinare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , dunque:

- il tipo di suolo sismico (A, B, C, D, E, S1, S2)
- le azioni sismiche con cui progettare e verificare le opere di Ingegneria Civile
- il modulo di rigidità del terreno
- i cedimenti e gli spostamenti delle opere interagenti con il terreno: edifici, ponti, rilevati arginali, opere di sostegno, etc..

I principali vantaggi si sintetizzano in:

- forniscono il profilo di velocità delle onde di taglio V_s oltre 30 m di profondità
- consentono di individuare il tipo di suolo sismico
- a differenza della sismica a rifrazione, si usano in qualunque situazione stratigrafica pseudorizzontale, anche in presenza di falda
- non sono invasive, non occorre eseguire perforazioni
- non implicano nessun danneggiamento allo stato dei luoghi e delle cose
- rapidità e facilità di esecuzione e di elaborazione dati
- ingombro limitato delle attrezzature per l'esecuzione delle prove
- mobilità, trasporto agevole della strumentazione necessaria per eseguire le prove.

Modalità esecutive

Le operazioni di campagna sono identiche a quelle che si effettuano in rilievi di sismica a rifrazione tipo standard.

Si energizza il terreno mantenendo un guadagno costante su tutti i canali e si registra direttamente il segnale ad ogni geofono. Occorre tener presente che la lunghezza dello stendimento definisce la profondità di indagine raggiungibile, mentre l'interdistanza tra i geofoni definisce il dettaglio della restituzione interpretativa.

Questi due parametri devono quindi essere calibrati in modo da consentire di raggiungere il massimo dettaglio possibile per la profondità di indagine richiesta e i livelli di start di terreno previsti.

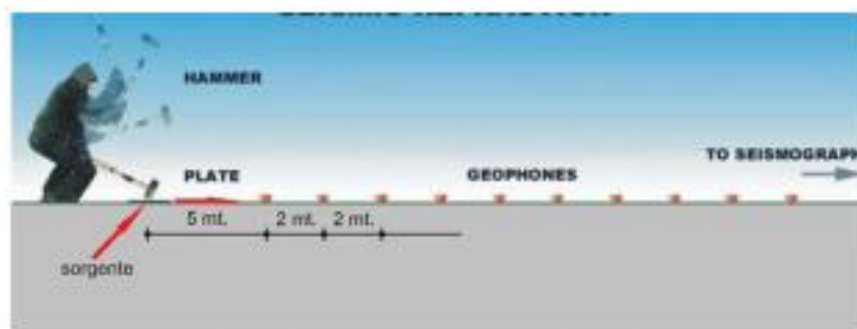
C.E.G. Immobiliare s.r.l.	PROGETTO DELLE NUOVE COSTRUZIONI RESIDENZIALI IN MONZA VIA ARRIGO BOITO, 126	
---------------------------	---	---

L'energizzazione del terreno (sorgente di energia) è ottenuta impiegando una apposita mazza del peso di 9 Kg, che viene fatta collidere col suolo generando così onde elastiche. Si prevedono più ripetizioni dell'energizzazione per garantire l'apprezzabilità dei segnali raccolti dal sistema di acquisizione dati. Si consideri che una massa del peso di 9 Kg. circa (in quantità pari a n. 1 battuta) corrisponde a circa 100 J di energia. Infine, il rilievo altimetrico dei punti - geofono e dei punti di energizzazione è ricostruito in loco in maniera puntuale e restituito cartograficamente in scala adeguata. La topografia irregolare è una condizione sufficientemente comune nella pratica di rifrazione ed influisce avversamente sulla definizione del rifrattore (funzioni tempo-profondità); ne consegue l'importanza di definire con maggior dettaglio possibile il dislivello lungo il profilo sismico impostato.

Caratteristiche attrezzatura utilizzata

Le prove sono state eseguite per mezzo della strumentazione di seguito elencata:

- Acquisitore digitale multi – canale nel caso specifico un sismografo PASI 16SG24 a 24 canali;
- Ricevitori (geofoni da 4.5 Hz) capaci di misurare il campo di moto nella direzione verticale;
- Sorgente sismica impulsiva costituita da mazza di 9 kg.



Software di interpretazione dei dati sismici

L'elaborazione dei dati è stata garantita dall'utilizzo del software ZondST-2D prodotto dalla Zond di San Pietroburgo (Russia); le principali caratteristiche di questo programma si possono così sintetizzare:

- Analisi di sezioni bidimensionali del terreno su dati raccolti mediante acquisizioni multiple, ottenute tramite la traslazione dell'array dei ricevitori.
- Interfaccia grafica studiata per rendere semplice l'uso degli strumenti disponibili, come:
 - L'impostazione dei parametri che definiscono il modello sintetico per l'inversione del modello del terreno in modalità interattiva.
 - *Picking* dello spettro per l'estrazione della curve di dispersione.
 - *Editing* della curva di dispersione sperimentale.
- Algoritmi di calcolo completi, veloci ed efficienti:
- Calcolo spettro FK, FV, FX.
- Molteplici finestre di *windowing* (*boxcar*, *hamming*, *hanning*, *blackman*,...).
- Parametrizzazione del modello sintetico del terreno fino ad almeno 30 metri.
- Controllo dei principali parametri dell'inversione (numero massimo delle iterazioni, tolleranza sui parametri, quantificazione del disturbo).
- Esportazione delle immagini nei più comuni formati grafici.
- Editing della curva di dispersione sperimentale.

L'elaborazione dei dati di campagna si compone delle seguenti fasi:

- *Pre-processing*, per pulizia da fenomeni di disturbo sul segnale utile, dovuto a sorgenti ambientali non controllabili, e assemblaggio di *array* virtuali, per ovviare alla limitazione del numero di geofoni disponibili in campagna;
- Analisi spettrale del sismogramma ottenuto, condotta mediante l'utilizzo di vari parametri matematici, che consentono di adattarsi alle esigenze dell'utente;
- Estrazione (manuale od automatica) della curva di dispersione sperimentale, e sua visualizzazione nel dominio della frequenza o della lunghezza d'onda;
- Generazione di una curva di dispersione, basata su modello sintetico del terreno, mediante la caratterizzazione, per ciascuno strato, dello spessore dello strato stesso, della velocità delle onde S, della velocità delle onde P, della densità del terreno;
- Inversione del modello sintetico in modalità interattiva o automatica (inversione basata sulle velocità delle onde S o sugli spessori degli strati);
- A seguito della interpretazione eseguita viene fornito anche il valore della Vs30 del sito, consentendone la classificazione secondo le normative tecniche, attualmente in corso, in materia di progettazione antisismica.

Luogo e data	Relatore
Bergamo, 27/12/2018	Dott. Geol. Luigi Corna – Dott. Ing. Davide Pelizzoli – Dott. Geol. Rota Matteo

Allegati

- Certificato, curva di dispersione calcolata e spettro delle velocità con il *picking*;
- Certificato, andamento delle Vs con la profondità (Vs model).

Committente:	C.E.G. Immobiliare S.r.l.
Località:	Via Boito, Monza

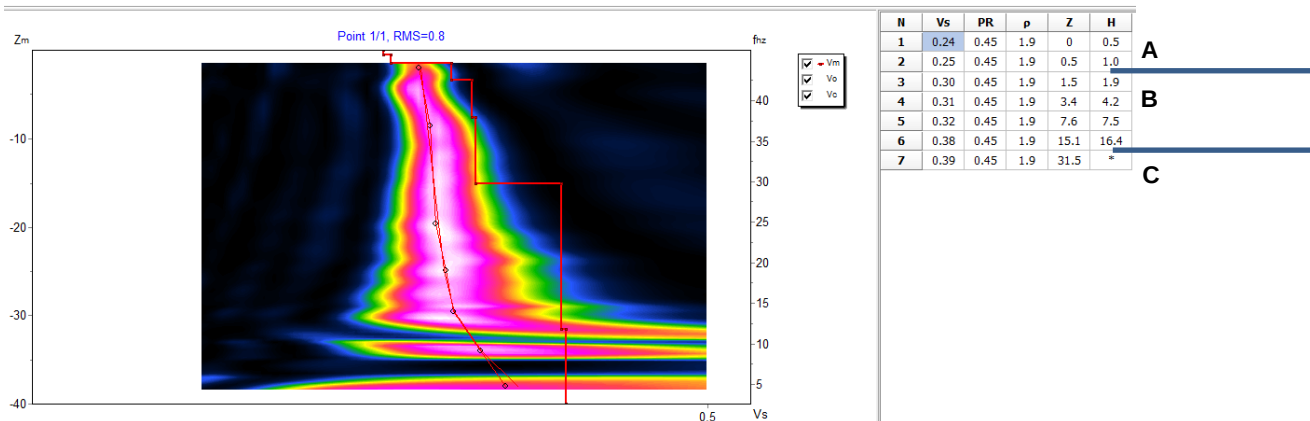
Data:	06/10/2023
Certificato, Comm.	069/23

DATI DELL'ACQUISIZIONE

Acquisitore	Acquisitore digitale multi-canale Sismografo PASI 16SG24 a 24 canali
Numero geofoni	12
Frequenza geofoni (Hz)	4,5 Hz - verticali
Distanza intergeofonica (m)	3 m
Lunghezza stendimento (m)	33 m
Durata acquisizioni (ms)	512 ms
Tempo di campionamento (μs)	512 μ s
Filtri	///
Shot	5 m dal geofono n.1
Energizzatore	Mazza da 9 kg
Rilievo profilo del terreno	Bindelle manuali da 50 m

RISULTATI DELL'ELABORAZIONE dell'Offset laterale a -5 m

Curva di dispersione calcolata e spettro delle velocità con il picking	Andamento delle V_s con profondità (V_s model)	Unità
--	---	-------



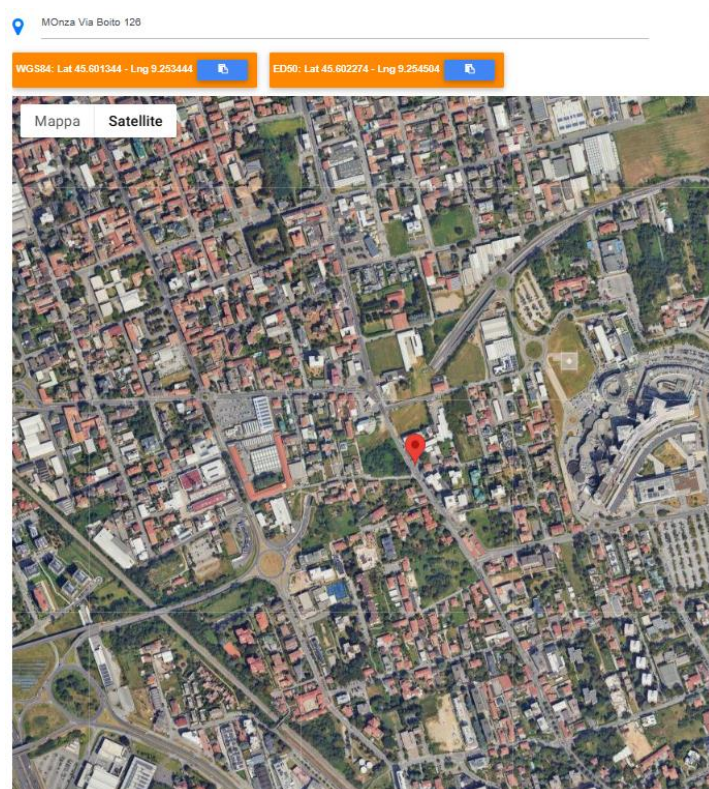
V_s (velocità media delle onde S nel sedimento, onde di taglio): 1.000 m/sec

Il responsabile tecnico: Geol. Luigi Corna

ALLEGATO N. 6

Parametri sismici di sito per la struttura in progetto Azione sismica

Calcolo eseguito con il Programma PS della GeoStru di Milano
(valori calcolati facendo riferimento alla pericolosità sismica del territorio Italiano fornita dal Ministero e da quanto prescritto nel cap. n. 3.2.3 del DM 17/1/18 "testo unico delle Costruzioni")



Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale

50

Interpolazione

Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F ₀	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0.019	2.557	0.159
Danno (SLD)	50	0.025	2.548	0.191
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.053	2.630	0.279
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.065	2.658	0.297
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo

Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

1

us (m)

0.1

Cat. Sottosuolo

C

Cat. Topografica

T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,92	1,81	1,60	1,57
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.006	0.007	0.016	0.019
kv	0.003	0.004	0.008	0.010
Amax [m/s ²]	0.282	0.363	0.778	0.952
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200