

**FABIO e SIMONE BAIIO** \* *geologi*

Via Roma, 6

24030 CAPRINO BERGAMASCO (BG)

Tel./fax: 035.784850 - Cell.: 348.4077470

E-mail.: [info@geobaio.com](mailto:info@geobaio.com)

Pec: [f.baio@pec.epap.it](mailto:f.baio@pec.epap.it)

## **MAGNETTI BUILDING Spa CARVICO (BG)**



### **RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA A SUPPORTO DEL PROGETTO DI AMPLIAMENTO DEL PIAZZALE PRESSO LA SEDE DELLA MAGNETTI BUILDING IN VIA DON ANGELO PEDRINELLI n° 118 NEL COMUNE DI CARVICO - (Provincia di BERGAMO)**



<b>DATA</b>	Aprile 2025	
<b>OGGETTO</b>	Relazione geologica e idrogeologica	
<b>REDAZIONE GENERALE</b>	<i>dott. geol. Fabio BAIIO dott. geol. Simone BAIIO</i>	
<b>APPROVAZIONE</b>	<i>dott. geol. Fabio BAIIO</i>	

## Sommario

1	PREMESSA.....	3
1.1	NORMATIVA.....	4
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO e GEOMORFOLOGICO.....	7
3	INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	9
4	PGT e CLASSE DI FATTIBILITA'.....	12
5	INDAGINI IN SITO.....	13
5.1	UBICAZIONE DELLE INDAGINI.....	13
5.2	PROVE DI PERMEABILITA'.....	14
6	CONSIDERAZIONI STRATIGRAFICHE.....	28
7	CONCLUSIONI.....	30
8	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	32

(File – Carvico\_ReportPermeabilità)

## **1 PREMESSA**

Su incarico del sig. geom. Alessandro TEDONE, per conto dell'azienda committente **MAGNETTI BUILDING S.p.a.** e con il coordinamento dell'ing. Sergio SIGNORINI e del progettista ing. Matteo LOCATELLI, ho redatto la presente relazione geologica e idrogeologica per evidenziare le caratteristiche di permeabilità dei terreni coinvolti nel progetto di ampliamento del piazzale esistente e di realizzazione della strada perimetrale di servizio presso la sede di Via Don. Angelo Pedrinelli, n° 118 nel comune di CARVICO (BG). Si precisa che parte dell'area in esame ricade però nel territorio comunale di Calusco D'ADDA.

Per definire le caratteristiche idrogeologiche e stratigrafiche dei primi metri di spessore dei terreni caratteristici dell'area, ho previsto e coordinato l'esecuzione di 16 scavi "a pozzo" con l'ausilio di un escavatore meccanico, all'interno dei quali sono state realizzate 12 prove di infiltrazione per la determinazione della conducibilità idraulica con il metodo POZZETTO "AGI 1977".

Gli scavi, spinti fino a profondità massime di 3.5/4 m da p.c. hanno permesso di evidenziare i caratteri stratigrafici dei terreni attraversati.

La presente relazione nasce anche da valutazioni effettuate sulla scorta di prove geotecniche puntiformi: qualora in fase di scavo, si evidenziassero differenze significative da quanto da me ipotizzato nella presente relazione, l'impresa esecutrice è pregata di segnalare attivando un mio sopralluogo in sito.

Questo studio è stato redatto anche con il supporto di indagini geognostiche e relazioni geologico tecniche, eseguite dal sottoscritto e dalla società SOGETEC Srl, nel passato, anche recente, nello stesso ambito geologico-geomorfologico a breve distanza dall'area in esame.

## 1.1 *NORMATIVA*

Il presente elaborato si rende necessario in accordo alle seguenti normative.

- L.r. 33/2015** Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche”
- D.g.r. N° X/5001** “Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica”.
- Decreto Ministeriale 14.01.2008.** Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- D.g.r. N° IX/ 2616** “Aggiornamento criteri e indirizzi per la definizione della componente sismica del P.G.T.”
- Decreto Ministeriale 14.01.2008.** 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.
- 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.
- L.R. 11 marzo 2005 n. 12.** E rispettivi criteri attuativi definiti con D.G.R. 22/12/05, n. 8/1566 “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12” e s.m.i.
- D.L. n° 152** “TESTO UNICO DELL’AMBIENTE” del 03/04/2006
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274** del 20 Marzo 2003 relativa alla normativa sismica
- Decreto Ministeriale 17.01.2018.** Aggiornamento - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Regolamento Regionale** recante criteri e metodi per il principio dell’**INVARIANZA IDRAULICA**: R.R. n° 7 del 23/11/2007 e **RETTIFICA** e aggiornamento con R.R. n° 8 del 19 aprile 2019.



Figura 1.1 Ubicazione dell'area in esame su immagine satellitare da Google Earth



Figura 1.2 Ingrandimento dell'area su ortofoto da Geoportale di regione Lombardia

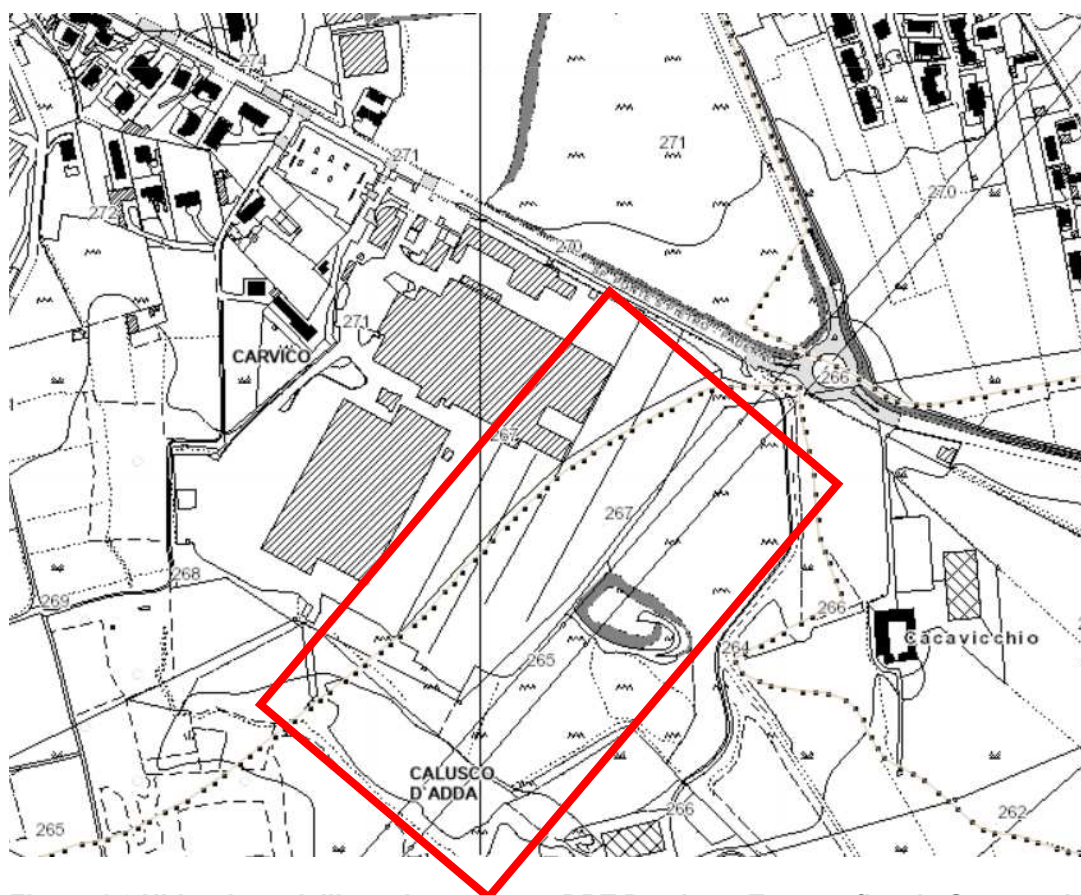


Figura 1.3 Ubicazione dell'area in esame su DBT Database Topografica da Geoportale di Regione Lombardia

## **2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO e GEOMORFOLOGICO**

L'ambito interessato dal progetto di ampliamento del piazzale esistente di proprietà della committenza si colloca in corrispondenza dell'intersezione dei confini comunali di Carvico (ovest), Sotto il monte (Nord) e Calusco (Sud), all'interno quasi per la totalità nel comune di CALUSCO (BG). Il terreno in esame, attualmente non utilizzato dai proprietari e tenuto "a verde", si trova ad una quota media di 269 m s.l.m. nella zona Sud e 268 circa nella zona Nord occupata da un bosco.

Dal punto di vista geomorfologico l'area è interamente pianeggiante ed è interrotta solamente dagli orli dei terrazzi fluviali e fluvioglaciali che interessano questo settore, e dalla presenza di un canale poco inciso che costeggia la recinzione della proprietà nella parte meridionale del terreno. Da un punto di vista geologico l'area in esame è posta in corrispondenza del limite geologico tra l'Unità di Sotto il Monte a Nord e l'Unità di Medolago a Sud, entrambe appartenenti al Bacino dell'ADDA. La documentazione storica disponibile in accordo con quanto riportato dal PGT comunale, evidenzia che l'area di interesse è stata in passato oggetto di attività estrattive di cava (di terreni argillosi) successivamente, lo scavo è stato riempito con terreni di riporto.

### Unità di Medolago (PLEISTOCENE MEDIO)

Depositi fluvioglaciali completamente alterati, con superficie limite superiore caratterizzata da copertura loessica di spessore massimo 3 m. Granulometricamente si tratta appunto di depositi fluvioglaciali con abbondante matrice di alterazione limo-argillosa con ciottoli poligenici spesso completamente alterati.

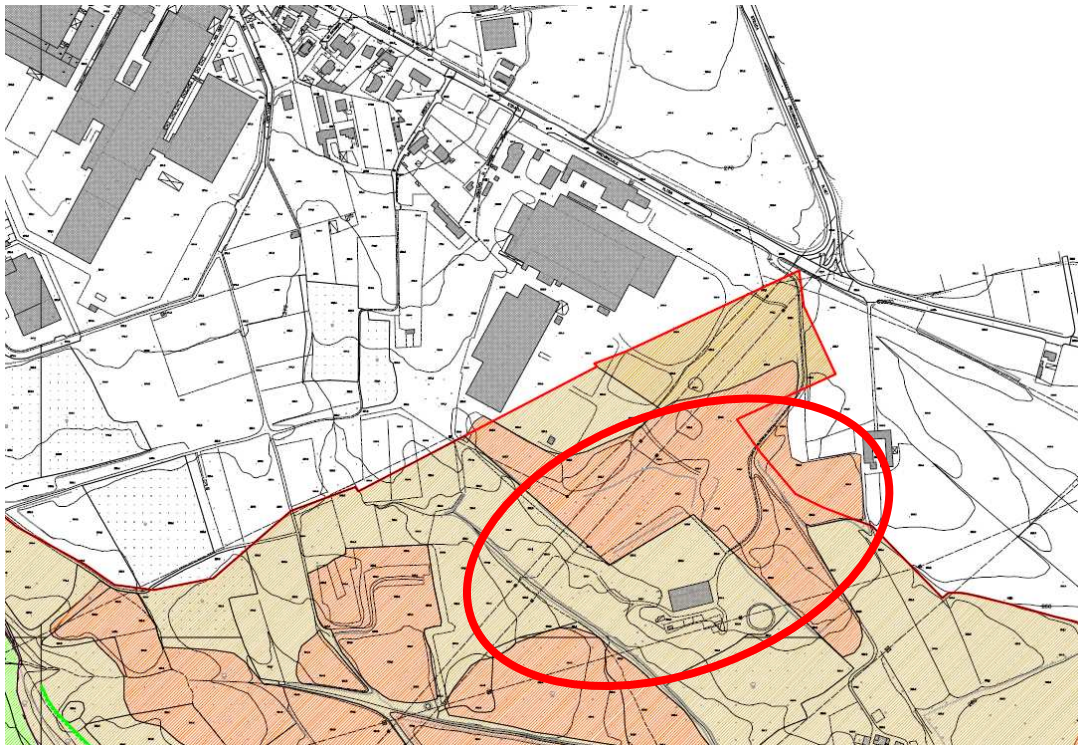
### Unità di Sotto il Monte (PLEISTOCENE INFERIORE)

Depositi loessici Superficie limite superiore caratterizzata da più suoli sepolti di spessore massimo 13 m. Limi, limi argillosi ed argille inglobanti clasti da millimetrici a centimetrici residuali, subspigolosi. Quest'unità è di recente istituzione e veniva definita in precedenza "ferretto". Questa unità costituisce la porzione settentrionale del terrazzo a "ferretto" e passa verso ovest con continuità all'"Unità di Medolago"

### TERRENI DI RIPORTO









Osservati durante le fasi di scavo a supporto della presente relazione, costituiti da alternanze di limi argillosi con ghiaie e ciottoli, argille limose con blocchi, ghiaie limose con blocchi, ghiaie limose ricche in SO come piante e rami. (tutte le diverse litologie contengono tracce di elementi in CLS, pezzi di ferro)

Si evidenzia che durante l'esecuzione dei 16 scavi eseguiti (a profondità massime di 3.5/4 m da p.c., non si è mai arrivati ai terreni naturali in posto.












LEGENDA

COPERTURE QUATERNARIE E NEOGENICHE

-  Terreno di riporto
-  Accumulo di frana attiva
-  Accumulo di frana quiescente
-  Unità postglaciale - Depositi di versante (Pleist. sup. - Olocene)
-  Unità di Cantù: depositi fluvio-glaciali (a), depositi glaciali (b) (Pleist. sup.)
-  Unità di Carvico: depositi fluvio-glaciali (a), depositi glaciali (b) (Pleist. medio sup.)
-  Unità di Medolago: depositi fluvio-glaciali (Pleist. medio)
-  Ceppo pollgenico, (Pleist. medio)
-  Unità di Sotto il Monte. Depositi loessici. (Pleist. inf.)
-  Ceppo dell'Adda, (Plioc. sup. - Pleist. inf.)
-  Ceppo del Brembo (Plioc. sup (?) - Pleist. inf.)
-  Formazione del Tornago (Plioc. inf.-med.)

SUBSTRATO ROCCIOSO

-  Formazione di Tabiago (Paleocene med.-sup.)
-  Formazione Piano di Brenno - Scaglia rossa (Cretaceo sup.)
-  Formazione Piano di Brenno - Scaglia grigia (Cretaceo sup.)
-  Formazione Piano di Brenno (Cretaceo sup.)
-  Flysch di Bergamo (Cretaceo sup.)

-  Asse di sinclinale
-  Orlo di scarpata morfologica principale
-  Orlo di scarpata morfologica minore
-  Corsi d'acqua principali

Traccia delle sezioni geologiche

Figura 2.1 Stralcio della carta geologica e legenda da PGT comunale con evidenziata l'area in esame

### 3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'area è al di fuori da qualsiasi rischio idraulico, non essendoci corsi d'acqua che possono costituire pericolo a ragionevole distanza e con quote compatibili.

Il piccolissimo fosso presente sul confine nord del territorio di Calusco con Sotto il Monte, ascritto al Reticolo Idrico Minore del comune di Carvico, non costituisce pericolo di esondazione, e potrà eventualmente recepire dopo il dovuto iter autorizzativo le acque di invarianza idraulica provenienti dalla nuova strada in progetto.



Figura 3.1 Stralcio della carta PGRA Da Geoportale di regione Lombardia



Figura 3.2 Stralcio della carta dei vincoli del PGT comunale di Calusco d'Adda

Come evidenziato nella carta idrogeologica del PGT comunale, l'area in esame appartiene ad una zona caratterizzata da sedimenti fluvioglaciali, profondamente alterati (argillificati), il "ferretto" ormai divenuto termine adottato anche dalla terminologia geologica scientifica, con granulometria fine ha una bassa conducibilità idraulica.

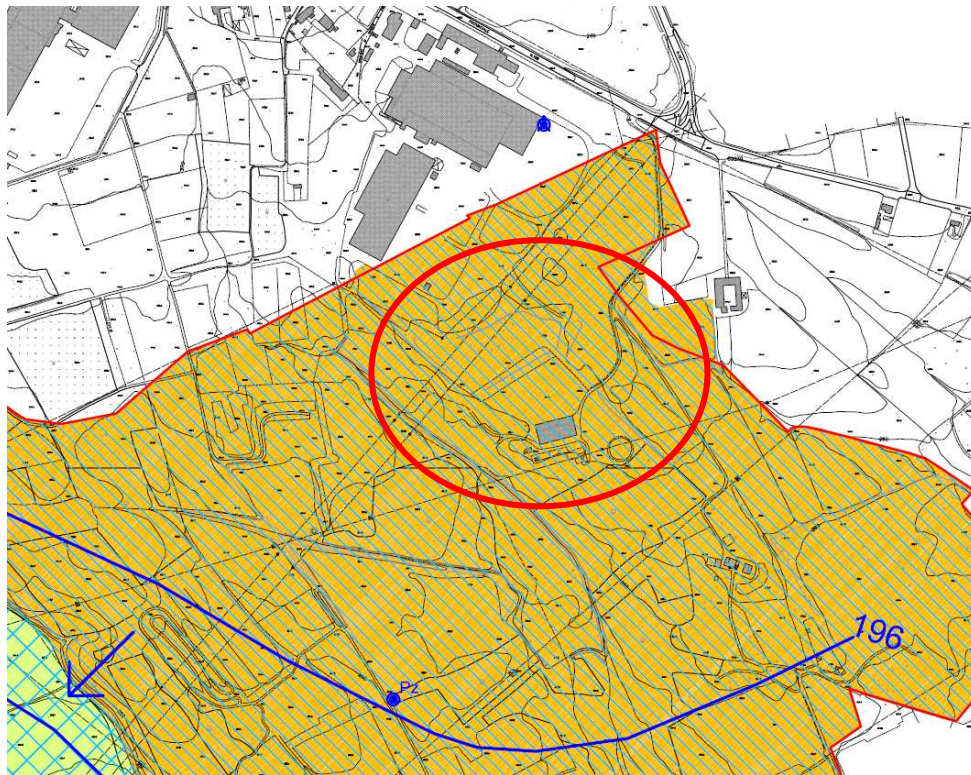
Tale bassa conducibilità complica lo smaltimento delle acque bianche, ma costituisce un importante fattore di protezione della falda da potenziali fonti di inquinamento, dai cosiddetti: centri di pericolo.

L'area è appunto classificata come area con vulnerabilità idrogeologica "mediamente bassa".

Inoltre dalla carta si può dedurre la soggiacenza ovvero la profondità della superficie piezometrica che in questo caso è molto elevata (più di 50 m da p.c.). Durante le fasi di indagine, condotta al fine di caratterizzare da un punto di vista idrogeologico i terreni coinvolti nel progetto di realizzazione del nuovo piazzale e strade di accesso per la società committente, si è potuta osservare una piccola falda sospesa, probabilmente che si instaura al contatto tra il materiale di riempimento della vecchia cava e il terreno naturale in posto. Questa falda sospesa, seppur di modeste dimensioni e con una modesta trasmissività, provoca la saturazione dei terreni in esame, ed ha una soggiacenza di circa 1.50-1.90 m da p.c.

Dal punto di vista della realizzazione di opere di laminazione delle acque meteoriche, che siano perdenti o a tenuta, oltre ad a interagire con terreni di scarsissima permeabilità, si avrà anche il limite dovuto alla presenza della falda sospesa.

Sono state eseguite prove infiltrometriche per la determinazione del coefficiente di permeabilità descritte nel paragrafo specifico.



Legenda idrogeologica

UNITA' PERMEABILI PER FRATTURAZIONE

- Depositi conglomeratici a permeabilità per fratturazione elevata
- Substrato roccioso a bassa permeabilità per fratturazione

UNITA' PERMEABILI PER POROSITA'

- Depositi fluvio-glaciali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi a permeabilità per porosità da media a medio elevata
- Depositi morenici ghiaioso-sabbioso-limosi a permeabilità per porosità complessivamente da media a bassa
- Depositi fluvio-glaciali e marini fini a permeabilità per porosità bassa

- CL1 Pozzo comunale
- Sorgente comunale
- P2 Plezometro
- CL6 Pozzo privato con stratigrafia
- Pozzo privato esterno al confine comunale

--- 192 Linee isopiezometriche della falda profonda (quote in m s.l.m.)

↙ Direzione di deflusso della falda profonda

VULNERABILITA' DELLA FALDA

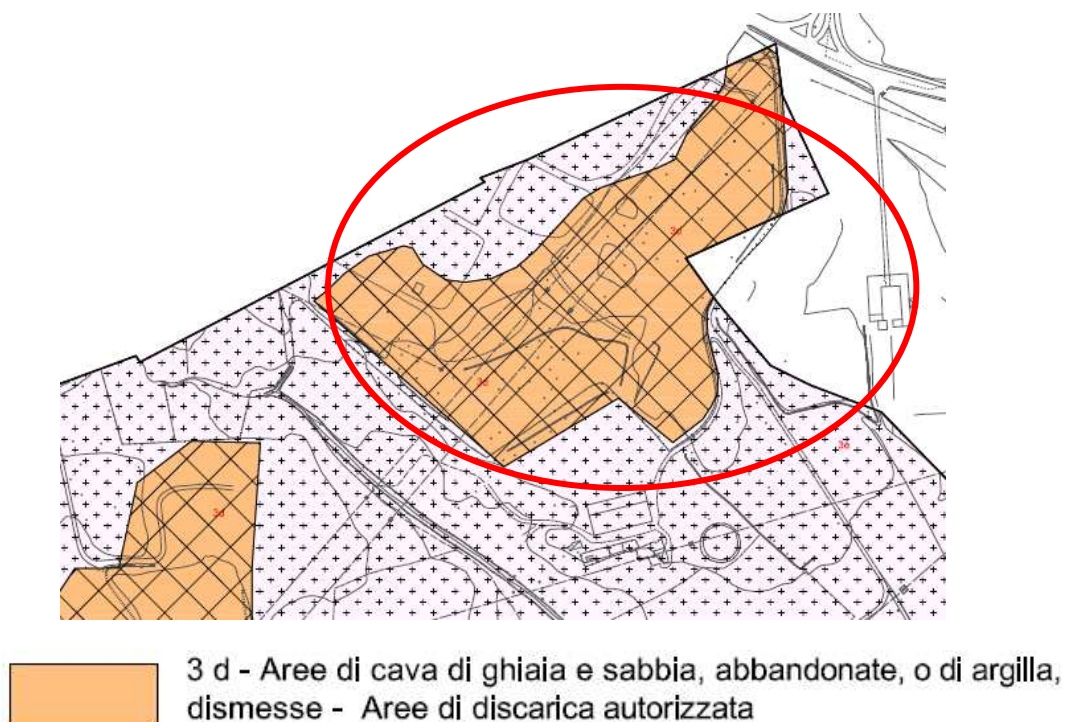
- Vulnerabilità molto alta
- Vulnerabilità alta
- Vulnerabilità mediamente alta
- Vulnerabilità mediamente bassa

Traccia delle sezioni idrogeologiche

Figura 3.3 Stralcio della carta idrologica e idrogeologica del PGT comunale con ubicazione dell'area in esame

#### 4 PGT e CLASSE DI FATTIBILITA'

L'area dell'impronta dell'edificio in oggetto ricade in zona di fattibilità geologica del PGT del comune di CALUSCO D'ADDA, in CLASSE 3D corrispondente a "Fattibilità con consistenti limitazioni" dovute aree di cava abbandonate o dismesse/aree di discarica autorizzata.



**Figura 4.1** Stralcio della carta della fattibilità geologica e legenda da PGT comunale con evidenziata l'area in esame

Preliminarmente, il progetto di ampliamento del piazzale è compatibile con le direttive e restrizioni imposte dal PGT comunale.

## 5 INDAGINI IN SITO

### 5.1 UBICAZIONE DELLE INDAGINI



Figura 5.1 Ubicazione delle indagini eseguite su immagine satellitare da Google Earth

Nell'immagine sopra sono ubicate le posizioni degli scavi e delle relative prove eseguite, le prove sono state posizionate in modo da coprire l'area compatibilmente con gli ingombri presenti.

Nella zona settentrionale, occupata da un bosco abbastanza fitto e con alberi ad alto fusto, non è stato possibile addentrarsi se non per i primi metri in corrispondenza della postazione S13. La postazione S13 è stata spostata più volte a causa del ritrovamento a circa 50-100 cm di uno "strato" costituito da "relitti" di prefabbricati di dimensioni metriche che impedivano l'approfondimento dello scavo.

## 5.2 PROVE DI PERMEABILITA'

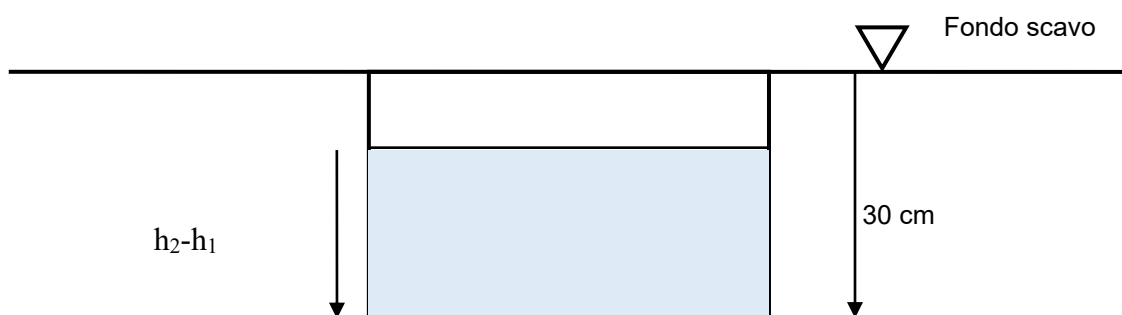
A supporto delle successive valutazioni per il progetto di invarianza idraulica a cui è soggetto l'intervento in esame, sono state eseguite 12 prove di permeabilità in pozzetto come da raccomandazioni AGI 1977, al fine di caratterizzare da un punto di vista della conducibilità idraulica i terreni in esame.

Per determinare il Coefficiente di Permeabilità (K) dei terreni sciolti, del sottosuolo dell'area in esame, si eseguono "in campo" prove di permeabilità in pozzetto con metodo a "carico variabile" assimilabile alle prove Lefranc (nei fori di sondaggio). Sono stati realizzati sedici scavi "a pozzo" a profondità di 0.70 m e 3.50 m entro i quali dove possibile, in modo manuale, e "disturbando" il meno possibile il terreno in posto, ho realizzato dei piccoli "pozzetti" di dimensioni circa 40x40 centimetri e 30 cm di profondità.

Entro il pozzetto è stata immessa acqua (pulita) e si sono misurati per alcuni minuti i tempi e l'entità degli abbassamenti del livello per effetto dell'assorbimento del terreno "naturale" in posto.

Per il primo periodo di 15 minuti si è considerato tempo di saturazione e subito al termine della saturazione, per tempi analoghi si sono rilevati gli abbassamenti. La metodologia è normata dalle "raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" dell'Associazione Geotecnica Italiana del giugno 1977.

La metodologia seguita contempla (per fattibilità) la realizzazione di sole prove a carico variabile, anche se non si è verificata mai la necessità di dover eseguire prove a carico costante, considerata la natura "fine" dei terreni coinvolti.



**Circa 40 x 40 cm**  
 Dim  $\geq$  10-15 volte il  $\phi$  dei  
 granuli del terreno

Sopra è riportato lo schema di massina del pozzetto “tipo” secondo le raccomandazioni AGI (1977).

**Tabella 1 Riassunto dei risultati ottenuti**

Rif prova	Profondità (m da pc)	Dimensioni (m)	Permeabilità K (m/sec)	NOTE
S1K1	1.1 m	0.4*0.4*h0.3	<b>6.02*10<sup>-08</sup></b>	
S2K2				<b>Non eseguita</b>
S3K3	0.7 m	0.3*0.3*h0.3	<b>5*10<sup>-09</sup></b>	
S4K4				<b>Risalita per falda</b>
S5K5	1.0 m	0.5*0.3*h0.25	<b>6.99*10<sup>-08</sup></b>	
S6K6				<b>Risalita per falda</b>
S7K7	0.7 m	0.4*0.4*0.3	<b>2.13*10<sup>-07</sup></b>	
S8K8	1.5 m	0.4*0.5*h0.25	<b>4.18*10<sup>-08</sup></b>	
S9K9	0.9 m	0.35*0.35*h0.3	<b>2.32*10<sup>-06</sup></b>	<b>Strato ricco in SO</b>
S10K10	1.3 m	0.4*0.4*h0.3	<b>1.55*10<sup>-07</sup></b>	<b>Strato ricco in tronchi</b>
S11K11	1.3 m	0.4*0.4*h0.3	<b>1.62*10<sup>-07</sup></b>	
S12K12	1.3 m	0.4*0.4*h0.3	<b>6.99*10<sup>-07</sup></b>	<b>Strato in CLS “alterato”</b>
S13K13	0.9 m	0.4*0.4*h0.3	<b>1.21*10<sup>-08</sup></b>	
S14K14	1.4 m	0.3*0.3*h0.25	<b>4.93*10<sup>-07</sup></b>	
S15K15				<b>Non eseguita</b>
S16K16	1.1 m	0.4*0.3*h0.25	<b>6.29*10<sup>-09</sup></b>	

Permeabilità “MEDIA” dell’ordine di **10<sup>-07</sup> m/s (media aritmetica)**.

Si precisa che mentre le prove con risultati dell’ordine del 10<sup>-08</sup>/10<sup>-09</sup> riteniamo siano rappresentative dell’area, alcune delle prove che hanno restituito valori di permeabilità maggiori, risentono di condizioni locali (presenza di strati con molto materiale organico, strati lentiformi assimilabili a un “magrone”) che ne sovrastimano il risultato.

Pertanto, considerando la stratigrafia media rinvenuta in ogni scavo, ai terreni “sopra la falda sospesa” posti da piano campagna a circa a 1.5/1.9 m da p.c., consentono di attribuire un valore medio di permeabilità “K” di **10<sup>-08</sup> m/s**.



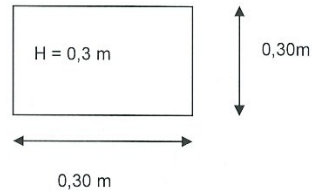
**PROVA DI ASSORBIMENTO A CARICO VARIABILE POZZETTO AGI 1977**

Comune: SOTTO IL MONTE BG  
 Data: 31/03/2025  
 Quota 0.7 m da p.c.

Committente: Magnetti spa  
 Prova n. : S3K3

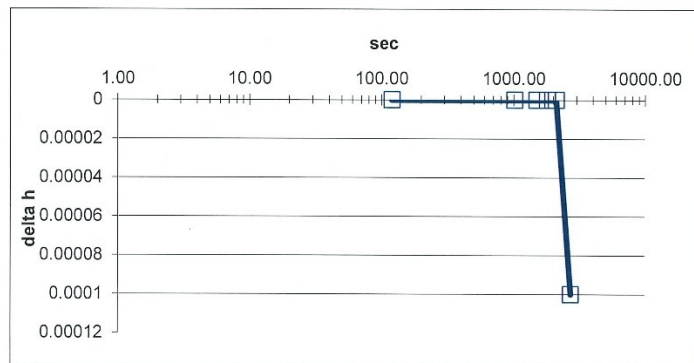
Tempi (s)	livello h (m)	Delta h (m)	Delta h tot (m)
0	0.124	0	0
120	0.124	0.000	0.000
1020	0.124	0.000	0.000
1500	0.124	0.000	0.000
1800	0.124	0.000	0.000
2100	0.124	0.000	0.000
2700	0.124	0.000	0.000

Geometria del pozzetto



$h_m = 0.12395$

$b_m = 0.3$



Il coefficiente di permeabilità (K) si ottiene elaborando l'equazione:

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} * \frac{1 + \left(\frac{2hm}{b}\right)}{3 + \left(\frac{27hm}{b}\right)}$$

con  
 $h_m$  = livello medio dell'acqua nel pozzetto  
 $b$  = lato medio della base nel pozzetto

le unità di misura sono (m) e (sec)

$K = 5.00E-09 \text{ m/sec}$

$K = 5.00E-07 \text{ cm/sec}$

STUDIO GEOLOGICO geol Fabio BAI0

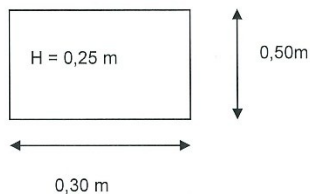
**PROVA DI ASSORBIMENTO A CARICO VARIABILE POZZETTO AGI 1977**

Comune: SOTTO IL MONTE BG  
 Data: 31/03/2025  
 Quota 1.0 m da p.c.

Committente: Magnetti spa  
 Prova n. : S5K5

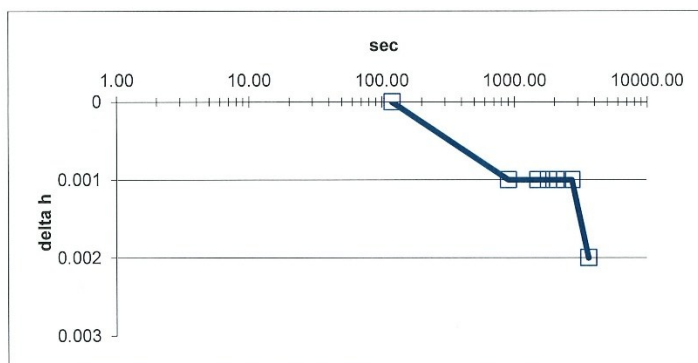
Tempi (s)	livello h (m)	Delta h (m)	Delta h tot (m)
0	0.174	0	0
120	0.174	0.000	0.000
900	0.173	0.001	0.001
1500	0.173	0.000	0.001
1800	0.173	0.000	0.001
2100	0.173	0.000	0.001
2700	0.173	0.000	0.001
3600	0.172	0.001	0.002

Geometria del pozzetto



$h_m = 0.173$

$b_m = 0.35$



Il coefficiente di permeabilità ( $K$ ) si ottiene elaborando l'equazione:

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} * \frac{1 + \left(\frac{2hm}{b}\right)}{3 + \left(\frac{27hm}{b}\right)}$$

con  
 $h_m$  = livello medio dell'acqua nel pozzetto  
 $b$  = lato medio della base nel pozzetto

le unità di misura sono (m) e (sec)

$K = 6.99E-08$  m/sec

$K = 6.99E-06$  cm/sec

STUDIO GEOLOGICO geol Fabio BAIÒ

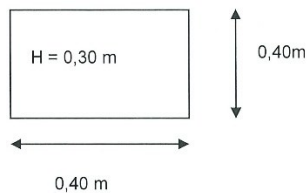
**PROVA DI ASSORBIMENTO A CARICO VARIABILE POZZETTO AGI 1977**

Comune: SOTTO IL MONTE BG  
 Data: 31/03/2025  
 Quota 0.7 m da p.c.

Committente: Magnetti spa  
 Prova n.: S7K7

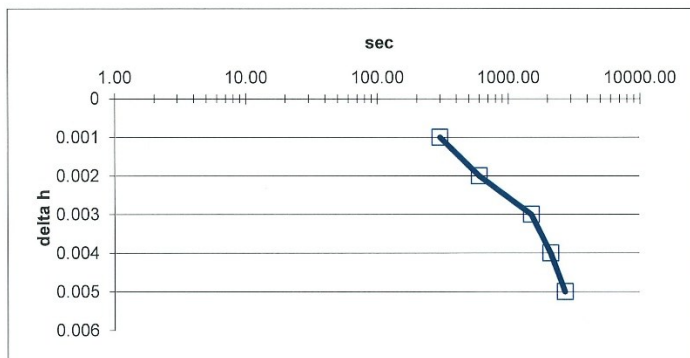
Tempi (s)	livello h (m)	Delta h (m)	Delta h tot (m)
0	0.172	0	0
300	0.171	0.001	0.001
600	0.170	0.001	0.002
1500	0.169	0.001	0.003
2100	0.168	0.001	0.004
2700	0.167	0.001	0.005

Geometria del pozzetto



$h_m = 0.1695$

$b_m = 0.4$



Il coefficiente di permeabilità (K) si ottiene elaborando l'equazione:

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} * \frac{1 + \left(\frac{2hm}{b}\right)}{3 + \left(\frac{27hm}{b}\right)}$$

le unità di misura sono (m) e (sec)

con  
 $h_m$  = livello medio dell'acqua nel pozzetto  
 $b$  = lato medio della base nel pozzetto

$K = 2.13E-07$  m/sec

$K = 2.13E-05$  cm/sec

STUDIO GEOLOGICO geol Fabio BAIO

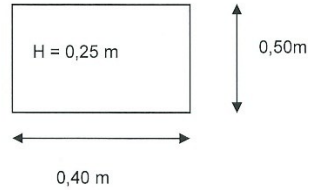
**PROVA DI ASSORBIMENTO A CARICO VARIABILE POZZETTO AGI 1977**

Comune: SOTTO IL MONTE BG  
 Data: 31/03/2025  
 Quota 1.5 m da p.c.

Committente: Magnetti spa  
 Prova n. : S8K8

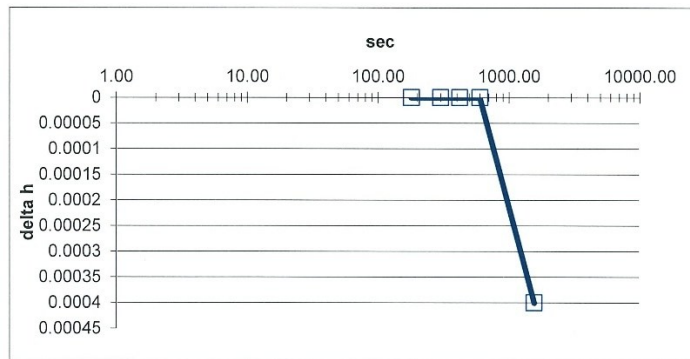
Tempi (s)	livello h (m)	Delta h (m)	Delta h tot (m)
0	0.135	0	0
180	0.135	0.000	0.000
300	0.135	0.000	0.000
420	0.135	0.000	0.000
600	0.135	0.000	0.000
1560	0.135	0.000	0.000

Geometria del pozzetto



$h_m = 0.1348$

$b_m = 0.45$



Il coefficiente di permeabilità (K) si ottiene elaborando l'equazione:

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} * \frac{1 + \left(\frac{2hm}{b}\right)}{3 + \left(\frac{27hm}{b}\right)}$$

le unità di misura sono (m) e (sec)

con  
 $h_m$  = livello medio dell'acqua nel pozzetto  
 $b$  = lato medio della base nel pozzetto

$K = 4.18E-08 \quad \text{m/sec} \quad K = 4.18E-06 \quad \text{cm/sec}$

STUDIO GEOLOGICO geol Fabio BAIO

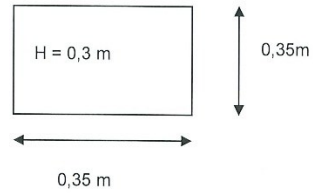
**PROVA DI ASSORBIMENTO A CARICO VARIABILE POZZETTO AGI 1977**

Comune: SOTTO IL MONTE BG  
 Data: 31/03/2025  
 Quota 0.9 m da p.c.

Committente: Magnetti spa  
 Prova n.: S9K9

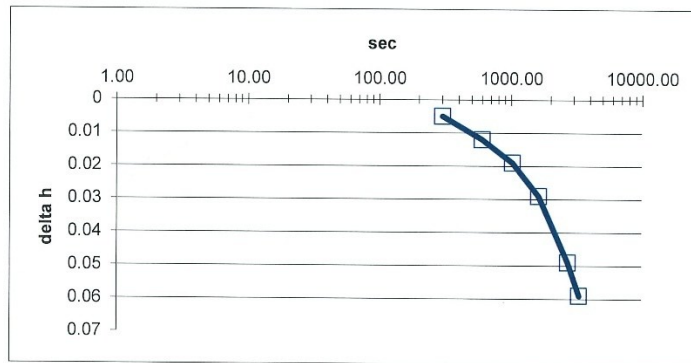
Tempi (s)	livello h (m)	Delta h (m)	Delta h tot (m)
0	0.174	0	0
300	0.169	0.005	0.005
600	0.162	0.007	0.012
1020	0.155	0.007	0.019
1620	0.145	0.010	0.029
2700	0.125	0.020	0.049
3300	0.115	0.010	0.059

Geometria del pozzetto



$h_m = 0.1445$

$b_m = 0.35$



Il coefficiente di permeabilità (K) si ottiene elaborando l'equazione:

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} * \frac{1 + \left(\frac{2hm}{b}\right)}{3 + \left(\frac{27hm}{b}\right)}$$

con  
 $h_m$  = livello medio dell'acqua nel pozzetto  
 $b$  = lato medio della base nel pozzetto

le unità di misura sono (m) e (sec)

$K = 2.32E-06 \text{ m/sec}$

$K = 2.32E-04 \text{ cm/sec}$

STUDIO GEOLOGICO geol Fabio BAI0

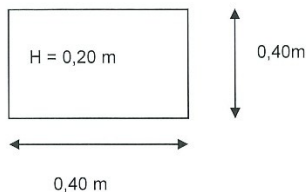
**PROVA DI ASSORBIMENTO A CARICO VARIABILE POZZETTO AGI 1977**

Comune: SOTTO IL MONTE BG  
 Data: 31/03/2025  
 Quota 1.3 m da p.c.

Committente: Magnetti spa  
 Prova n. : S10K10

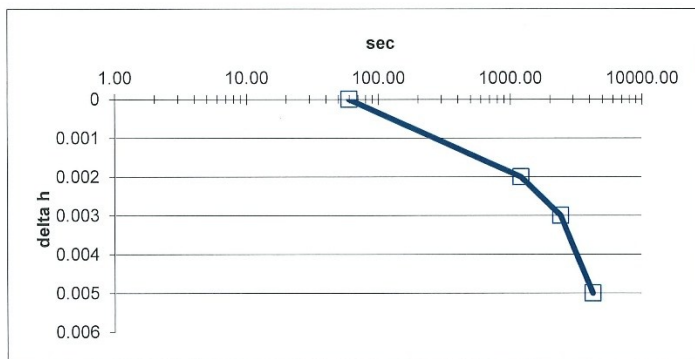
Tempi (s)	livello h (m)	Delta h (m)	Delta h tot (m)
0	0.170	0	0
60	0.170	0.000	0.000
1200	0.168	0.002	0.002
2400	0.167	0.001	0.003
4200	0.165	0.002	0.005

Geometria del pozzetto



$h_m = 0.1675$

$b_m = 0.4$



Il coefficiente di permeabilità ( $K$ ) si ottiene elaborando l'equazione:

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} * \frac{1 + \left(\frac{2hm}{b}\right)}{3 + \left(\frac{27hm}{b}\right)}$$

con  
 $h_m$  = livello medio dell'acqua nel pozzetto  
 $b$  = lato medio della base nel pozzetto

le unità di misura sono (m) e (sec)

$K = 1.55E-07 \text{ m/sec}$

$K = 1.55E-05 \text{ cm/sec}$

STUDIO GEOLOGICO geol Fabio BAIÒ

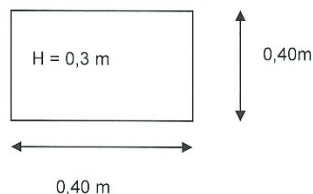
**PROVA DI ASSORBIMENTO A CARICO VARIABILE POZZETTO AGI 1977**

Comune: SOTTO IL MONTE BG  
 Data: 01/04/2025  
 Quota 1.3 m da p.c.

Committente: Magnetti spa  
 Prova n. : S11K11

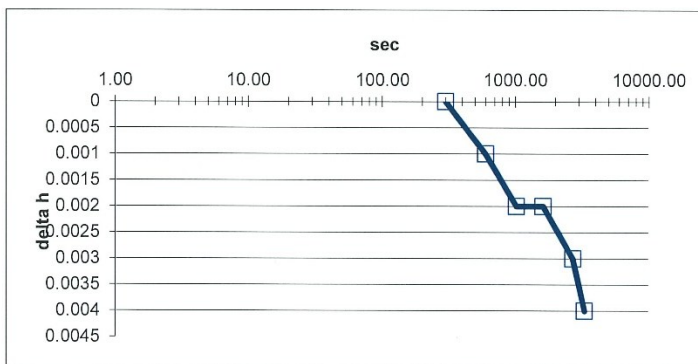
Tempi (s)	livello h (m)	Delta h (m)	Delta h tot (m)
0	0.199	0	0
300	0.199	0.000	0.000
600	0.198	0.001	0.001
1020	0.197	0.001	0.002
1620	0.197	0.000	0.002
2700	0.196	0.001	0.003
3300	0.195	0.001	0.004

Geometria del pozzetto



$h_m = 0,197$

$b_m = 0,4$



Il coefficiente di permeabilità (K) si ottiene elaborando l'equazione:

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} * \frac{1 + \left(\frac{2hm}{b}\right)}{3 + \left(\frac{27hm}{b}\right)}$$

le unità di misura sono (m) e (sec)

con

$h_m$  = livello medio dell'acqua nel pozzetto

$b$  = lato medio della base nel pozzetto

$K = 1.62E-07 \text{ m/sec}$

$K = 1.62E-05 \text{ cm/sec}$

STUDIO GEOLOGICO geol Fabio BAI0

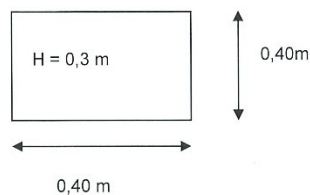
**PROVA DI ASSORBIMENTO A CARICO VARIABILE POZZETTO AGI 1977**

Comune: SOTTO IL MONTE BG  
 Data: 01/04/2025  
 Quota 1.3 m da p.c.

Committente: Magnetti spa  
 Prova n. : S12K12

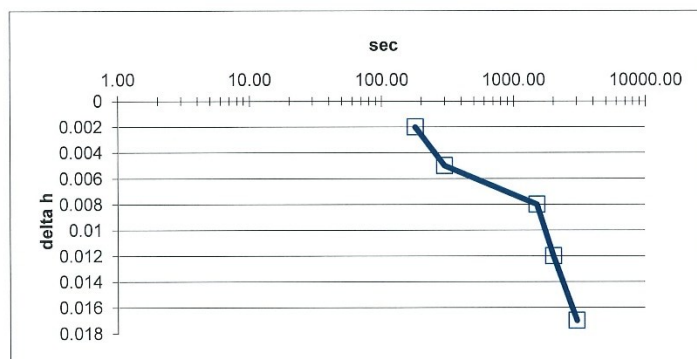
Tempi (s)	livello h (m)	Delta h (m)	Delta h tot (m)
0	0.165	0	0
180	0.163	0.002	0.002
300	0.160	0.003	0.005
1500	0.157	0.003	0.008
2000	0.153	0.004	0.012
3000	0.148	0.005	0.017

Geometria del pozzetto



$h_m = 0.1565$

$b_m = 0.4$



Il coefficiente di permeabilità ( $K$ ) si ottiene elaborando l'equazione:

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} * \frac{1 + \left(\frac{2hm}{b}\right)}{3 + \left(\frac{27hm}{b}\right)}$$

le unità di misura sono (m) e (sec)

con

$h_m$  = livello medio dell'acqua nel pozzetto

$b$  = lato medio della base nel pozzetto

$K = 6.99E-07 \text{ m/sec}$

$K = 6.99E-05 \text{ cm/sec}$

STUDIO GEOLOGICO geol Fabio BAI0

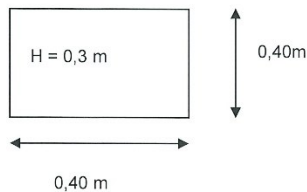
**PROVA DI ASSORBIMENTO A CARICO VARIABILE POZZETTO AGI 1977**

Comune: SOTTO IL MONTE BG  
 Data: 01/04/2025  
 Quota 0.9 m da p.c.

Committente: Magnetti spa  
 Prova n. : S13K13

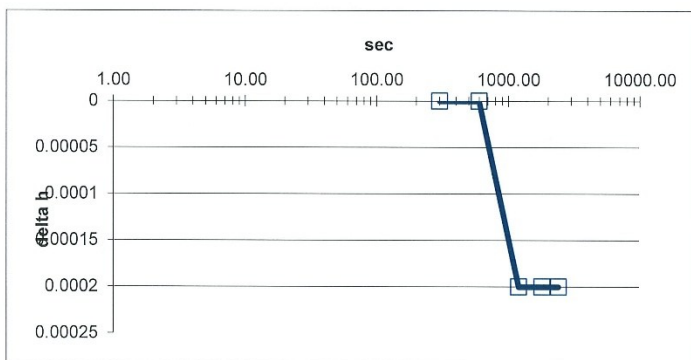
Tempi (s)	livello h (m)	Delta h (m)	Delta h tot (m)
0	0.175	0	0
300	0.175	0.000	0.000
600	0.175	0.000	0.000
1200	0.175	0.000	0.000
1800	0.175	0.000	0.000
2400	0.175	0.000	0.000

Geometria del pozzetto



$h_m = 0.1749$

$b_m = 0.4$



Il coefficiente di permeabilità ( $K$ ) si ottiene elaborando l'equazione:

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} * \frac{1 + \left(\frac{2hm}{b}\right)}{3 + \left(\frac{27hm}{b}\right)}$$

con  
 $h_m$  = livello medio dell'acqua nel pozzetto  
 $b$  = lato medio della base nel pozzetto

le unità di misura sono (m) e (sec)

$K = 1.21E-08 \text{ m/sec}$

$K = 1.21E-06 \text{ cm/sec}$

STUDIO GEOLOGICO geol Fabio BAIO





## 6 **CONSIDERAZIONI STRATIGRAFICHE**

In totale per lo svolgimento delle prove di permeabilità in pozzetto sono stati eseguiti 16 scavi con escavatore meccanico, dei quali la maggior parte è stata spinta fino alla massima profondità raggiungibile di circa 3.5/4.0 m da p.c.

Queste operazioni hanno permesso la ricostruzione della stratigrafia dei primi 4 m di terreno attraversati.

È possibile quindi affermare che fino ad almeno 4.0 m non si riscontrano i terreni naturali in posto (argille ferrettizzate), e che quindi quelli coinvolti e caratterizzati con le prove di permeabilità sono tutti terreni di origine di “riporto”, che negli anni hanno riempito il solco generato dalle precedenti “storiche” attività di scavo. Inoltre non è stato possibile caratterizzare in termini di permeabilità i terreni al di sotto di 1.5 m da p.c. poiché in condizioni sature e in presenza di acqua.

La stratigrafia dell’area è abbastanza omogenea e riassunta nelle due tabelle seguenti, che rappresentano le due macro aree riconosciute, per le differenti tipologie di terreni riscontrati:

### **AREA A (AREA SUD “A PRATO”) H20 A -1.9 m da p.c.**

Quota (m da p.c.)	Descrizione	Permeabilità
Da 0 a 0.7 m	Suolo ricco in SO di riporto limo sabbioso argilloso con rara ghiaia	$10^{-7}/10^{-8}$
Da 0.7 a 1.50/2.00	Riporto limo argilloso con ghiaia e blocchi Dmax 30/40 cm (anche di CLS)	$10^{-8}$
Da 1.50/2.00 a 1.70/2.20 m	Riporto in matrice limo ghiaiosa grigiastra ricco di rami e tronchi con rari blocchi anche in CLS (permeabile ma SATURO)	Non definita
Da 2.20 a 4.00 m	Riporto in ghiaie sabbiose in matrice limosa debolmente argillosi con rari blocchi (SATURO)	Non definita

**AREA B (AREA NORD “A BOSCO”) H20 A -1.20 m da p.c.**

Quota (m da p.c.)	Descrizione	Permeabilità
Da 0 a 0.7 m	Suolo ricco in SO di riporto limo sabbioso argilloso con rara ghiaia	$10^{-7}/10^{-8}$
Da 0.7 a 1.20	Riporto limo argilloso con ghiaia e blocchi Dmax 30/40 cm (anche di CLS, anche pilastri anche pannelli)	$10^{-8}$
A 1.20 circa	Riporto Pilastri e pannelli prefabbricati che impediscono l'approfondimento dello scavo (SATURO)	Non definita



Ubicazione dei saggi di scavo, in rosso AREA A (269 m slm) in giallo AREA B (268.2 m slm)

## 7 CONCLUSIONI

Su incarico del sig. geom. Alessandro TEDONE, per conto dell'azienda committente **MAGNETTI BUILDING S.p.a.** e con il coordinamento dell'ing. Sergio SIGNORINI e del progettista ing. Matteo LOCATELLI, ho redatto la presente relazione geologica e idrogeologica per evidenziare le caratteristiche di permeabilità dei terreni coinvolti nel progetto di ampliamento del piazzale esistente e di realizzazione della strada perimetrale di servizio presso la sede di Via Don. Angelo Pedrinelli, n° 118 nel comune di CARVICO (BG). Si precisa che parte dell'area in esame ricade però nel territorio comunale di Calusco D'ADDA.

Per definire le caratteristiche idrogeologiche e stratigrafiche dei primi metri di spessore dei terreni caratteristici dell'area, ho previsto e coordinato l'esecuzione di 16 scavi "a pozzo" con l'ausilio di un escavatore meccanico, all'interno dei quali sono state realizzate 12 prove di infiltrazione per la determinazione della conducibilità idraulica con il metodo POZZETTO "AGI 1977".

I risultati ottenuti dalle prove di permeabilità permettono di affermare che nonostante la media matematica sia dell'ordine di  **$10^{-07}$  m/s (media aritmetica)**, corrispondente comunque a una permeabilità bassa, considerando la stratigrafia media rinvenuta in ogni scavo, ai terreni "sopra falda sospesa" compresi tra piano campagna e circa a 1.5/1.9 m da p.c., riteniamo di attribuire un valore medio di permeabilità "K" di  **$10^{-08}$  m/s**.

Gli scavi, spinti fino a profondità massime di 3.5/4 m da p.c. hanno permesso di evidenziare i caratteri stratigrafici dei terreni attraversati.

È possibile quindi affermare che fino ad almeno 4.0 m non si riscontrano i terreni naturali in posto, e che quindi quelli coinvolti e caratterizzati con le prove di permeabilità sono tutti terreni di origine di riporto, che negli anni hanno riempito il solco generato dalle precedenti attività di scavo.

Nonostante la stratigrafia dell'area sia abbastanza omogenea, è stato possibile riconoscere due situazioni differenti AREA A e AREA B. In cui l'area A è caratterizzata da terreni di riporto fini e "sciolti" con blocchi anche di 30-40 cm diametro e falda sospesa a circa 1.5-1.9 m da p.c., mentre l'AREA B è caratterizzata da uno strato superficiale di circa 1 m analogo all'area A, al di sotto del quale si ha la presenza di relitti e frammenti di prefabbricati sepolti (pannelli, pilastri ecc....) che hanno impedito l'approfondimento degli scavi.

L'AREA B inoltre evidenzia la presenza della falda sospesa a circa 1.2 m da p.c.

Certi di aver fornito tutte le indicazioni necessarie, restiamo comunque a disposizione per qualsiasi chiarimento.



## 8 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Prova K12 in S12 in corrispondenza di uno strato ricco di calcestruzzo “magro”



Esecuzione prova K11 in S11



Venuta d'acqua in S10 e misura del livello (stabile a 1.9 m da p.c.)



Esecuzione tipo di prova di infiltrazione



Esecuzione prova K7 in S7



Esecuzione prova K3 in S3



**Fase di scavo in posizione K2**



**Fase di scavo in posizione K2 con venuta di acqua stabile a 1.9 m da p.c.**



**Stratigrafia “tipo” in posizione S2 con strato ricco in legno e tronchi molto persistente nell’area con associato arrivo di acqua dallo strato e dal sottostante costituito da ghiaie in matrice limosa**



**Esempio fasi di scavo in S2**



**Esecuzione prova S13 in K13**



**Esecuzione prova K16 in S16**



**Scavo S15 interrotto per presenza di materiali cementati (forse vecchia strada)**



**Esempio di fase di scavo S15**



Esecuzione prova K14 in S14



Scavo S4 con venute di acqua livello stabile a 1.90 cm da p.c.



**Stratigrafia tipo dei terreni di riporto caratteristici dell'area**



**Stratigrafia tipo dei terreni di riporto caratteristici dell'area**



**Prefabbricati sotterrati a circa 1.0 m (S13) AREA B**



**S10 venuta d'acqua improvvisa e "cospicua" a circa 2.0 m da p.c.**