



**studio associato**

Via Giorgio e Guido Paglia, n° 21 – 24122 **BERGAMO** – e-mail: [bergamo@eurogeo.net](mailto:bergamo@eurogeo.net)  
Tel. +39 035 248689 – +39 035 271216 – Fax +39 035 271216

REL.1-24/06/11

## **CAROBBIO S.R.L.**

*Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.*



### **PIANO ATTUATIVO "AMPLIAMENTO OFFICINE CAROBBIO" QUARTIERE CELADINA - VIA MONTE GLENO E VIA MONTE FERRANTE (Ne11)**

*Indagine idrogeologica finalizzata alla verifica  
della capacità di dispersione dei terreni*

---

Bergamo, 6 settembre 2011



## **1. PREMESSA**

Sono di seguito riportati i risultati dell'indagine geognostica realizzata a supporto del progetto esecutivo di un nuovo fabbricato da realizzare in ampliamento all'attuale capannone industriale della officina Carobbio S.r.l., per quanto attiene gli aspetti legati alla capacità di dispersione delle acque del sottosuolo.

## **2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO**

L'assetto geologico dell'area in esame, come la maggior parte della pianura bergamasca, presenta i caratteri tipici della successione di depositi fluvioglaciali ed alluvionali che hanno contribuito all'interramento del mare Pliocenico ed alla formazione della Pianura Padana.

La carta geologica della provincia di Bergamo distingue le alluvioni fluvioglaciali in diverse unità, secondo il concetto delle cosiddette "Unità allostratigrafiche" per il quale gli elementi distintivi sono il fattore temporale e il fattore spaziale. Secondo questo criterio sono raggruppati nella stessa unità depositi di diversa origine, ma tutti attribuibili a una determinata area geografica e a uno specifico intervallo di tempo.

Nel tratto di pianura compreso tra i colli di Bergamo e la valle del Fiume Serio affiorano unità litologiche i cui depositi sono formati da elementi litoidi espressione del bacino del Serio. Dal punto di vista geomorfologico questi depositi appartengono alla sottounità fisiografica "Conoide del Fiume Serio" del Livello Fondamentale della Pianura, in quanto la morfologia riflette i meccanismi di deposizione tipici della conoide.

L'unità alla quale sono attribuiti i terreni che formano il sottosuolo dell'insediamento industriale Carobbio, è l'*Unità di Comun Nuovo* (Unità cartografica 93, colore arancione – Allegato 2, Pleistocene sup.). L'Unità di Comun Nuovo si caratterizza per formare un terrazzo morfologico in sponda destra del Fiume Serio costituito da depositi fluvioglaciali che nella loro facies tipica sono rappresentati da ghiaie poligeniche a supporto clastico, matrice sabbiosa e, localmente, da una copertura di limi di esondazione.



Verso ovest l'Unità di Comun Nuovo copre in continuità morfologica l'Unità di Torre Boldone (Unità Cartografica 92b, colore rosa – Allegato 2, Pleistocene medio). L'Unità di Torre Boldone è costituita da ghiaie poligeniche a supporto di matrice e localmente da limi argillosi di origine eolica. Le ghiaie sono da grossolane a molto grossolane, moderatamente selezionate e da arrotondate a discoidali, la matrice è limosa argillosa. I depositi eolici costituiscono una copertura argillosa, limosa pedogenizzata continua, al di sopra delle ghiaie.

Nel complesso l'area è morfologicamente stabile non essendo soggetta a rimodellazione fluviale postglaciale con obliterazione delle antiche forme. Tale fatto è confermato anche dal carattere dei suoli, che, nella zona, sono Alfisoli, da moderatamente profondi a profondi e ben sviluppati.

### **3. INDAGINI GEOGNOSTICHE**

#### ***3.1. Sondaggi a carotaggio continuo***

##### **3.2.1 Attrezzatura utilizzata**

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una sonda cingolata Boart Longyear modello B520.

La perforazione è stata effettuata a rotazione con l'impiego di un carotiere semplice avente diametro esterno di 101 mm e lunghezza di 3000 mm, equipaggiato con una corona a prismi in Widia serie H 1. Sono state utilizzate aste di perforazione con manicotto conico e diametro esterno 76 mm e lunghezza di 1500 mm.

##### **3.2.2 Metodologie di lavoro seguite**

I sondaggi sono stati realizzati utilizzando il sistema tradizionale ad aste ed avanzando a carotaggio continuo.

Ogni manovra di carotaggio è stata eseguita avanzando a secco, cercando di mantenere costanti i parametri di perforazione, riducendo il disturbo meccanico dei terreni da campionare. L'infissione del rivestimento per il sostentamento del foro ha comportato l'impiego discontinuo di acqua per facilitarne l'infissione.



Le carote di terreno campionate nel corso della perforazione sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in legno, munite di scomparti della lunghezza di 1 m e coperchio.

Ogni singola cassetta catalogatrice contenente 5 metri di terreno è stata descritta separatamente (Allegato 3).

### **3.2.3 Criteri adottati nella descrizione stratigrafica**

I terreni presenti negli strati identificati sono stati descritti specificando nell'ordine:

- il materiale predominante;
- i materiali subordinati, aventi caratteristiche differenti (granulometria, natura o colore) rispetto a quelle del materiale predominante.

Nel materiale predominante sono stati descritti: natura del terreno, struttura se riconoscibile, alterazione, ossidazione ed eventuali presenze di strutture subordinate.

La natura del terreno è stata descritta con riferimento alle dimensioni dei granuli costituenti e alla percentuale dei materiali presenti, determinati visivamente, secondo lo schema e le definizioni delle raccomandazioni A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana 1977), utilizzando i termini: fine, media, grossolana, medio fine, medio grossolana ed eterometrica.

### **3.2.4 Modalità di compilazione della stratigrafia**

La stratigrafia è presentata sotto forma di certificato così organizzato: nella parte superiore del certificato sono riportate le informazioni di riferimento del sondaggio e i dati caratteristici e relativi all'attività di cantiere. Sono indicate le profondità da piano campagna, la litologia ed in altre due colonne sono riportate le profondità con riferimento alla quota di boccaforo, la rappresentazione grafica dei terreni campionati con la descrizione stratigrafica (Allegato 3).

I sondaggi sono stati realizzati all'interno del perimetro della nuova costruzione. Il sondaggio S2 in prossimità dello spigolo sud orientale del capannone esistente ed il sondaggio S1 sul lato opposto del nuovo fabbricato, lungo la diagonale.



Foto 1: Alcune fasi della perforazione (S1)

Foto 2: Idem.

### 3.2.5 Stratigrafia

Il sottosuolo è formato da un primo livello di terreno di coltivo ed argille debolmente limose, seguito da sabbie con ghiaie limoso argillose e/o limi con sabbia ghiaioso argillosa con ciottoli e blocchi fino alla profondità di circa 5-6 m. La matrice argillosa rende questi livelli poco permeabili e limita la capacità di infiltrazione delle acque meteoriche (Tab. 1).

**TAB. 1: CAMPO DI VARIABILITÀ DELLA PERMEABILITÀ DEI TERRENI**  
(DA "GEOTECNICA E TECNICA DELLE FONDAZIONI" CARLO CESTELLI GUIDI, HOEPLI, 1987)

| (DA "GEOTECNICA E TECNICA DELLE FONDAZIONI" CARLO CESTALELLO, HOEPLI, 1997) |                 |                                                   |                 |                  |                  |                                                                                                               |                  |                  |                                                                                        |                  |                  |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| K<br>(cm/sec)                                                               | 10 <sup>2</sup> | 10 <sup>1</sup>                                   | 10 <sup>0</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup>                                                                                              | 10 <sup>-4</sup> | 10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-6</sup>                                                                       | 10 <sup>-7</sup> | 10 <sup>-8</sup> | 10 <sup>-9</sup> |
| DRENAGGIO                                                                   | BUONO           |                                                   |                 |                  |                  | POVERO                                                                                                        |                  |                  | TERRENI PRATICAMENTE IMPERMEABILI                                                      |                  |                  |                  |
|                                                                             | Ghiaia pulita   | Sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita |                 |                  |                  | Sabbia fina, limi organici ed inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati |                  |                  | Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici |                  |                  |                  |
|                                                                             |                 |                                                   |                 |                  |                  | Terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo                                   |                  |                  |                                                                                        |                  |                  |                  |



Oltre i sei metri fanno la comparsa livelli di ghiaie con sabbia, sabbia limosa e localmente con limo argilloso e/o argilla limosa fino alla profondità di circa 11,5 m dal piano campagna seguite da sabbie con ghiaia limoso argillosa con ciottoli e blocchi fino ad una profondità di circa quattordici metri e mezzo. Da tale quota fino a fine sondaggio sono state rilevate ghiaie con limi argillosi e argille limose con ciottoli e blocchi.

## **4. PROVA DI PERMEABILITA'**

### **4.1 Introduzione**

La prova di permeabilità consiste nel creare un gradiente idraulico su un tratto di terreno scoperto tale per cui si possa misurare la tendenza al ristabilirsi dell'equilibrio idraulico (prova a carico variabile in abbassamento).

Nel sito oggetto di studio è stata eseguita una prova di permeabilità in foro Lefranc in avanzamento di perforazione del sondaggio 2, nell'intervallo compreso tra 8,50 e 9,00 metri di profondità in corrispondenza dei livelli di ghiaie con sabbie limoso/argillose e/o argilloso/limose.

### **4.2. Prova di permeabilità in foro Lefranc**

La prova Lefranc consiste nel preparare un tratto di foro scoperto durante la perforazione del sondaggio e creare un gradiente idraulico mediante immissione (o estrazione) di acqua nella colonna di rivestimento, tale per cui si possa misurare la portata necessaria a mantenerlo costante (prova a carico costante), o la tendenza al ristabilirsi dell'equilibrio idraulico (prova a carico variabile). In questa maniera è possibile ricavare tramite opportuni algoritmi di calcolo il coefficiente di permeabilità del terreno.

In questo tipo di prova si misura la velocità di riequilibrio del livello dell'acqua nel foro dopo averlo alterato mediante l'immissione di acqua.

Dall'istante in cui si sospende l'immissione dell'acqua (raggiunta la testa della tubazione di rivestimento), a intervalli di tempo variabili a seconda della velocità di discesa dell'acqua nel foro, si annotano il livello e il tempo di ciascun abbassamento.



Il metodo utilizzato per l'interpretazione dei risultati della prova fa riferimento alla metodologia consigliata dalla Associazione Geotecnica Italiana (AGI) ed utilizza il seguente schema geometrico e relazione di calcolo.

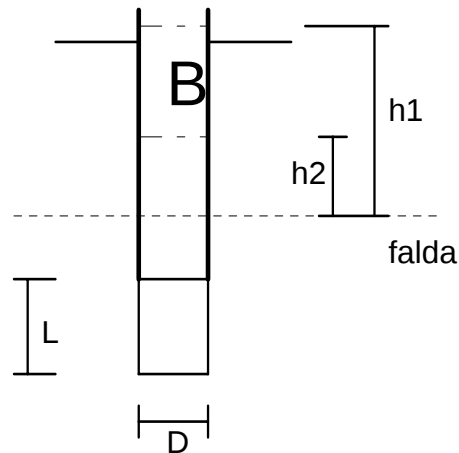


Fig. 1: Schema esecutivo della prova Lefranc

$$K = \frac{A}{C_L \cdot (t_2 - t_1)} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

$K$  = coefficiente di permeabilità

$A$  = area di base

$h_1, h_2$  = altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello di falda indisturbata o a fondo foro, ai tempi  $t_1$  e  $t_2$

$t_1, t_2$  = tempi nei quali si misurano  $h_1$  e  $h_2$

$C_L$  = coeff. di forma dipendente dalla configurazione geometrica

$C_L = L$  se  $L > D$

$C_L = 2 \cdot \pi \cdot D + L$  se  $L \leq D$

L'immissione degli abbassamenti o delle risalite fa riferimento alle effettive variazioni di livello dell'acqua partendo dal livello iniziale ( $t = 0$ ), con una successione di letture cumulate; il programma calcola automaticamente i valori complementari di  $h$  implementati nella formula in relazione al livello di falda.

Per quanto riguarda le altezze di carico idraulico variabili nel tempo, le NORME AGI affermano che esse sono "altezze rispetto alla falda indisturbata o rispetto al fondo foro"; risulterebbe pertanto che in mancanza di dati relativi alla falda il livello di riferimento può essere indifferentemente anche il fondo foro.



In base a quanto detto il metodo “AGI” permette di ovviare all'introduzione della falda, se non nota, considerando automaticamente il fondo foro come livello di riferimento. Nell'allegato 4 è visualizzato il grafico tempi/abbassamenti in cui viene calcolato un valore di K per ogni tratto della curva tra una lettura e la successiva. Il coefficiente di permeabilità stimato è quello medio dal punto della curva ove si ritiene che si sia instaurato un regime di flusso permanente (dopo saturazione dei terreni), fino a fine curva.

Applicando la formula ai dati rilevati si ottengono i seguenti risultati.

**TAB. 8: COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ**

|      | tipo di prova               | tratto di prova | K<br>cm/sec | drenaggio |
|------|-----------------------------|-----------------|-------------|-----------|
| S2k1 | Lefranc<br>carico variabile | da 8,50 a 9,0 m | 1,50E10-4   | Povero    |

Dott. Geol. Renato Caldarelli



Dott. Geol. Massimo Elitropi

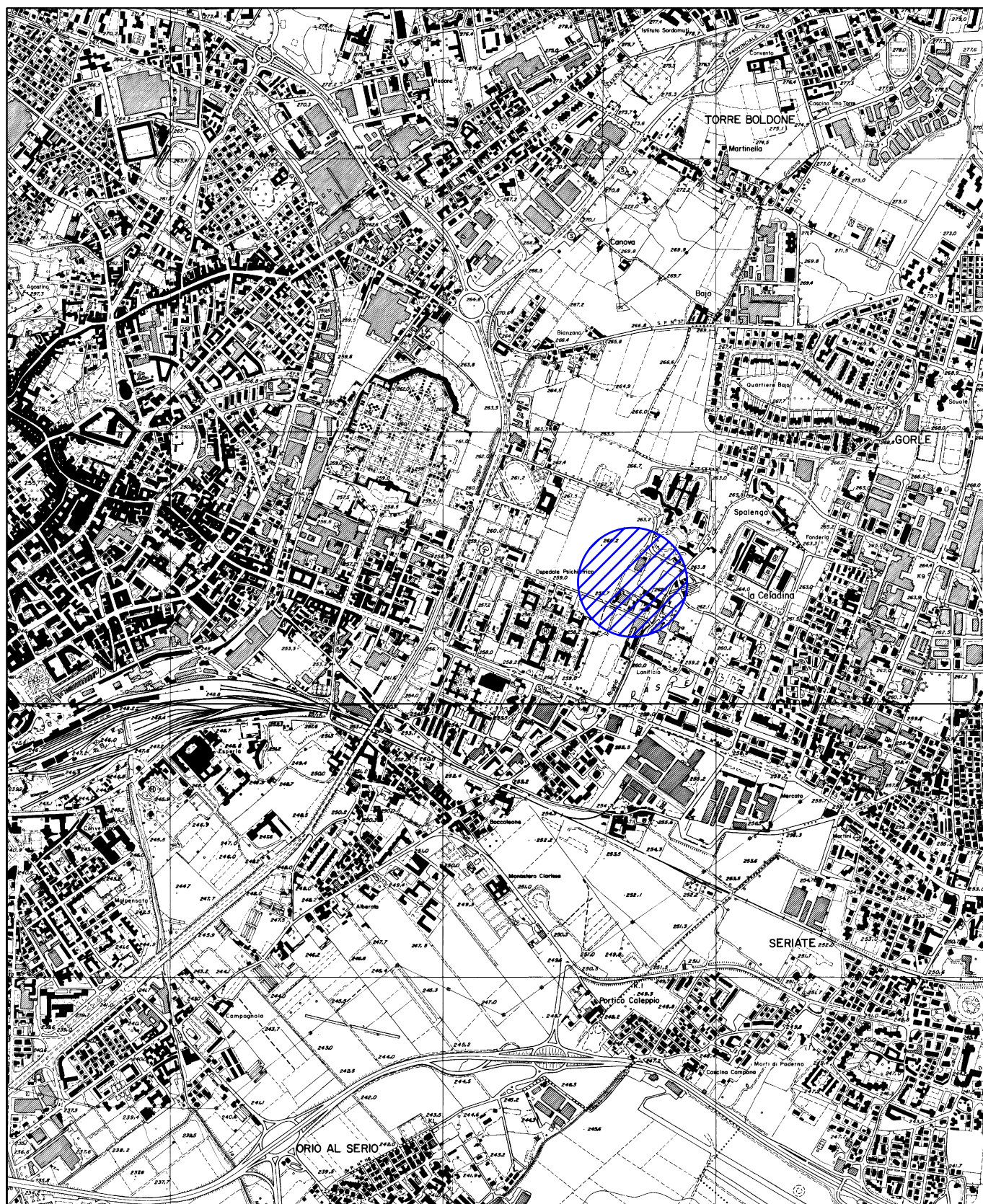


Sono allegati:

1. Inquadramento geografico;
2. Stralcio della carta geologica della provincia di Bergamo;
3. Stratigrafie sondaggi geognostici;
4. Prova di permeabilità in foro Lefranc.

**ALLEGATI**

# INQUADRAMENTO GEOGRAFICO (SCALA 1:20.000)



**STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA DELLA PROVINCIA  
DI BERGAMO (SCALA 1:40.000)**



**SONDAGGI GEOGNOSTICI**

|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Client: CAROBBIO S.R.L.       | Borehole: 1      |
| Reference: BERGAMO, VIA GLENO | Date: 30-03-2011 |
| Coordinates:                  | Elevation:       |
| Drilling: CAROTAGGIO CONTINUO |                  |

SCALE 1 :40

**STRATIGRAFIA - 1**

Sheet 1/2

| Ø<br>mm | C<br>s | W<br>c | Pz | metre<br>run | Lithology | Samples               | S.P.T.  |    | depth<br>m | DESCRIPTION                                                                                                                                                                                 |
|---------|--------|--------|----|--------------|-----------|-----------------------|---------|----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |        |        |    |              |           |                       | S.P.T.  | N  |            |                                                                                                                                                                                             |
|         |        |        |    |              |           |                       |         |    | 0.4        | Terreno vegetale. Limo argilloso debolmente sabbioso, rari clasti millimetrici e frammenti lateritici.                                                                                      |
|         |        |        |    | 1            |           |                       |         |    | 1.4        | Argilla debolmente limosa di colore marrone. Rari ciottoli                                                                                                                                  |
|         |        |        |    | 2            |           |                       |         |    |            | Sabbia con ghiaia limoso argillosa e/o limo con sabbia ghiaioso argillosa con ciottoli/blocchi poligenici spigolosi e/o subarrotondati, da centimetrici a decimetrici. Colore bruno marrone |
|         |        |        |    | 3            |           | C1) Des< 3.00<br>3.50 | 8-8-9   | 17 |            |                                                                                                                                                                                             |
|         |        |        |    | 4            |           |                       |         |    |            |                                                                                                                                                                                             |
|         |        |        |    | 5            |           |                       |         |    |            |                                                                                                                                                                                             |
|         |        |        |    | 6            |           |                       |         |    |            |                                                                                                                                                                                             |
|         |        |        |    | 7            |           |                       | 3-14-27 | 41 | 6.2        | Ghiaia con sabbia limosa da grossolona a molto grossolona con ciottoli e blocchi poligenici, a tratti cementata. Colore grigio.                                                             |
|         |        |        |    | 8            |           |                       | 12-11-9 | 20 | 7.6        | Ghiaia media con limo argilloso e/o argilla limosa con ciottoli e blocchi di natura siliceo quarzosa alterati, da centimetrici a decimetrici. Colore nocciola                               |

|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Client: CAROBBIO S.R.L.       | Borehole: 1      |
| Reference: BERGAMO, VIA GLENO | Date: 30-03-2011 |
| Coordinates:                  | Elevation:       |
| Drilling: CAROTAGGIO CONTINUO |                  |

SCALE 1 :40

**STRATIGRAFIA - 1**

Sheet 2/2

| ø<br>mm | C<br>s | W<br>c s | Pz | metre<br>run | Lithology | Samples               | S.P.T.   |     | depth<br>m | DESCRIPTION                                                                                                                                                                                                          |
|---------|--------|----------|----|--------------|-----------|-----------------------|----------|-----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |        |          |    |              |           |                       | S.P.T.   | N   |            |                                                                                                                                                                                                                      |
|         |        |          |    |              |           |                       |          |     | 8,4        | Ghiaia media con limo argilloso e/o argilla limosa con ciottoli e blocchi di natura siliceo quarzosa alterati, da centimetrici a decimetrici. Colore nocciola                                                        |
|         |        |          |    | 9            |           | C2) Des< 9,00<br>9,50 |          |     |            | Ghiaia con sabbia limosa da grossolona a molto grossolona con ciottoli e blocchi poligenici, a tratti cementata. Colore grigio.                                                                                      |
|         |        |          |    | 10           |           |                       |          |     |            |                                                                                                                                                                                                                      |
|         |        |          |    | 11           |           |                       |          |     |            |                                                                                                                                                                                                                      |
|         |        |          |    |              |           |                       | 2-50/6cm | Rif | 11,8       |                                                                                                                                                                                                                      |
|         |        |          |    | 12           |           |                       |          |     |            | Sabbia con ghiaia limosa argillosa. Inglobati ciottoli e blocchi alterati di natura siliceo quarzosa: Collio, Verrucano Lombardo, metamorfiti, quarziti. Ciottoli calcarei argillificati. Colore da nocciola a crema |
|         |        |          |    | 13           |           |                       |          |     |            |                                                                                                                                                                                                                      |
|         |        |          |    | 14           |           |                       |          |     |            |                                                                                                                                                                                                                      |
|         |        |          |    |              |           |                       | 50/0cm   | Rif | 14,7       |                                                                                                                                                                                                                      |
| 110     |        |          |    | 15           |           |                       |          |     | 15,0       | Ghiaia con sabbia limosa da grossolona a molto grossolona con ciottoli e blocchi poligenici, a tratti cementata. Colore grigio.                                                                                      |

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Riferimento: CAROBBIO S.R.L.      | Sondaggio: 1           |
| Località: BERGAMO, VIA GLENO      | Quota:                 |
| Impresa esecutrice:               | Data: 30-03-2011       |
| Coordinate:                       | Redattore: DOTT. SCOLA |
| Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO |                        |



Cassetta 1: 0-5 metri



Cassetta 2: 5-10 metri

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Riferimento: CAROBBIO S.R.L.      | Sondaggio: 1           |
| Località: BERGAMO, VIA GLENO      | Quota:                 |
| Impresa esecutrice:               | Data: 30-03-2011       |
| Coordinate:                       | Redattore: DOTT. SCOLA |
| Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO |                        |



Cassetta 3: 10-15 metri

|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Client: CAROBBIO S.R.L.       | Borehole: 2      |
| Reference: BERGAMO, VIA GLENO | Date: 31-03-2011 |
| Coordinates:                  | Elevation:       |
| Drilling: CAROTAGGIO CONTINUO |                  |

SCALE 1 :40

## STRATIGRAFIA - 2

Sheet 1/3

[illegible]

Client: CAROBBIO S.R.L.

Borehole: 2

Reference: BERGAMO, VIA GLENO

Date: 31-03-2011

Coordinates:

Elevation:

Drilling: CAROTAGGIO CONTINUO

SCALE 1 :40

**STRATIGRAFIA - 2**

Sheet 2/3

| ø<br>mm | C<br>s | W<br>c | Pz | metre<br>run | Lithology | Samples                 | S.P.T.<br>S.P.T. | N   | depth<br>m | DESCRIPTION                                                                                                                                                                                                                                                      | Lefranc CV<br>cm/sec |
|---------|--------|--------|----|--------------|-----------|-------------------------|------------------|-----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|         |        |        |    | 9            |           |                         | 50/13cm          | Rif |            | Ghiaia con sabbia limosa da grossolona a molto grossolona con ciottoli e blocchi poligenici, a tratti cementata. Colore grigio.                                                                                                                                  | 1,50E-04             |
|         |        |        |    |              |           | C1) Des< 9,50<br>10,00  |                  |     | 9,2        | Ghiaia media con limo argilloso e/o argilla limosa con ciottoli e blocchi di natura siliceo quarzosa alterati da centimetrici a decimetrici                                                                                                                      |                      |
|         |        |        |    | 10           |           |                         |                  |     |            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |
|         |        |        |    | 11           |           |                         | 7-32-27          | 59  |            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |
|         |        |        |    |              |           | C2) Des< 11,50<br>11,80 |                  |     | 11,3       | Sabbia con ghiaia limoso argillosa con ciottoli e blocchi alterati di natura siliceo quarzosa: Collio, Verrucano Lombardo, metamorfiti, quarziti. Ciottoli calcarei argillificati. Colore da rossastro per la presenza del Verrucano alterato, a nocciola, crema |                      |
|         |        |        |    | 12           |           |                         | 24-22-24         | 46  |            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |
|         |        |        |    | 13           |           |                         |                  |     |            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |
|         |        |        |    | 14           |           |                         | 50/16cm          | Rif |            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |
|         |        |        |    |              |           |                         |                  |     | 14,3       | Trovante di Verrucano Lombardo.                                                                                                                                                                                                                                  |                      |
|         |        |        |    |              |           |                         |                  |     | 14,5       | Ghiaia media con limo argilloso e/o argilla limosa con ciottoli e blocchi alterati di natura siliceo quarzosa: Collio, Verrucano Lombardo, metamorfiti, quarziti. Ciottoli calcarei argillificati. Colore da nocciola a crema                                    |                      |
| 110     |        |        |    | 15           |           |                         |                  |     | 15,0       |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |

|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Client: CAROBBIO S.R.L.       | Borehole: 2      |
| Reference: BERGAMO, VIA GLENO | Date: 31-03-2011 |
| Coordinates:                  | Elevation:       |
| Drilling: CAROTAGGIO CONTINUO |                  |

SCALE 1 :40

**STRATIGRAFIA - 2**

Sheet 3/3

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

|                    |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------|----------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Day                | 04/04/11 | 15/04/11 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Hour               | mattina  | sera     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Water depth (m)    | 10,28    | 10,48    |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Drilling depth (m) | 15,00    | 15,00    |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Casing depth (m)   | 0,00     | 0,00     |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Riferimento: CAROBBIO S.R.L.      | Sondaggio: 2           |
| Località: BERGAMO, VIA GLENO      | Quota:                 |
| Impresa esecutrice:               | Data: 31-03-2011       |
| Coordinate:                       | Redattore: DOTT. SCOLA |
| Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO |                        |



Cassetta 1: 0-5 metri



Cassetta 2: 5-10 metri

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Riferimento: CAROBBIO S.R.L.      | Sondaggio: 2           |
| Località: BERGAMO, VIA GLENO      | Quota:                 |
| Impresa esecutrice:               | Data: 31-03-2011       |
| Coordinate:                       | Redattore: DOTT. SCOLA |
| Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO |                        |



Cassetta 3: 10-15 metri

**PROVA LEFRANC A CARICO  
VARIABLE**

**PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE**

|                              |                  |
|------------------------------|------------------|
| Committente: CAROBBIO S.R.L. |                  |
| Riferimento:                 | Prova: 1         |
| Località: BERGAMO, VIA GLENO | Data: 31/03/2011 |
| Sondaggio: 2                 | Orario prova:    |

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m) 9,00

Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) 6,70

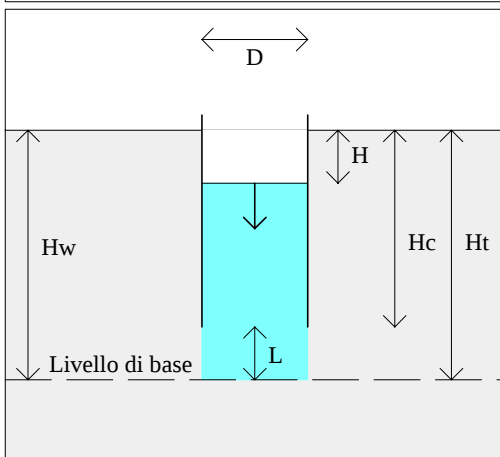
Diametro del tratto di prova [D] (m) 0,127

Profondità del rivestimento [Hc] (m) 8,50

Profondità del foro [Ht] (m) 9,00

Spessore del tratto di prova [L] (m) 0,50

Coefficiente di forma 0,50



| T<br>min | H<br>cm | dH<br>cm | k<br>cm/sec | T<br>min | H<br>cm | dH<br>cm | k<br>cm/sec |
|----------|---------|----------|-------------|----------|---------|----------|-------------|
| 0        | 230,0   | 0,0      |             | 25       | 128,0   | 102,0    | 3,27E-04    |
| 1        | 217,0   | 13,0     | 2,46E-03    | 27       | 128,0   | 102,0    |             |
| 2        | 189,0   | 41,0     | 5,83E-03    | 29       | 126,0   | 104,0    | 3,32E-04    |
| 3        | 179,0   | 51,0     | 2,30E-03    | 31       | 124,0   | 106,0    | 3,38E-04    |
| 4        | 170,0   | 60,0     | 2,18E-03    | 33       | 124,0   | 106,0    |             |
| 5        | 165,0   | 65,0     | 1,26E-03    | 35       | 122,0   | 108,0    | 3,43E-04    |
| 6        | 161,0   | 69,0     | 1,04E-03    | 37       | 121,0   | 109,0    | 1,74E-04    |
| 7        | 157,0   | 73,0     | 1,06E-03    | 39       | 120,0   | 110,0    | 1,75E-04    |
| 8        | 156,0   | 74,0     | 2,70E-04    | 41       | 120,0   | 110,0    |             |
| 9        | 153,0   | 77,0     | 8,20E-04    | 43       | 119,0   | 111,0    | 1,77E-04    |
| 10       | 150,0   | 80,0     | 8,36E-04    | 45       | 119,0   | 111,0    |             |
| 11       | 147,0   | 83,0     | 8,53E-04    | 47       | 118,0   | 112,0    | 1,78E-04    |
| 12       | 145,0   | 85,0     | 5,78E-04    | 50       | 117,0   | 113,0    | 1,20E-04    |
| 13       | 143,0   | 87,0     | 5,86E-04    |          |         |          |             |
| 14       | 141,0   | 89,0     | 5,95E-04    |          |         |          |             |
| 17       | 136,0   | 94,0     | 5,08E-04    |          |         |          |             |
| 19       | 133,0   | 97,0     | 4,71E-04    |          |         |          |             |
| 20       | 133,0   | 97,0     |             |          |         |          |             |
| 21       | 132,0   | 98,0     | 3,19E-04    |          |         |          |             |
| 23       | 130,0   | 100,0    | 3,22E-04    |          |         |          |             |

cm

**DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO**