

COMMITTENTE	BELOTTI S.P.A.
OGGETTO	<i>“Piano Attuativo Belotti spa”</i> in via San Giovanni Bosco 12
COMUNE	Suisio (BG)
	Relazione geologica e idrogeologica
DATA	giugno 2023
RELATORE	<i>dott. geol. Alessandro Ratazzi</i>



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Alessandro Ratazzi".

SOMMARIO

Premessa

Modellazione geologica e stratigrafica del sito

- Inquadramento geologico-geomorfologico
- Inquadramento idrologico e idrogeologico
- Indicazioni componente geologica PGT comunale
- Stratigrafia
- Considerazioni idrogeologiche e dispersione delle acque bianche meteoriche

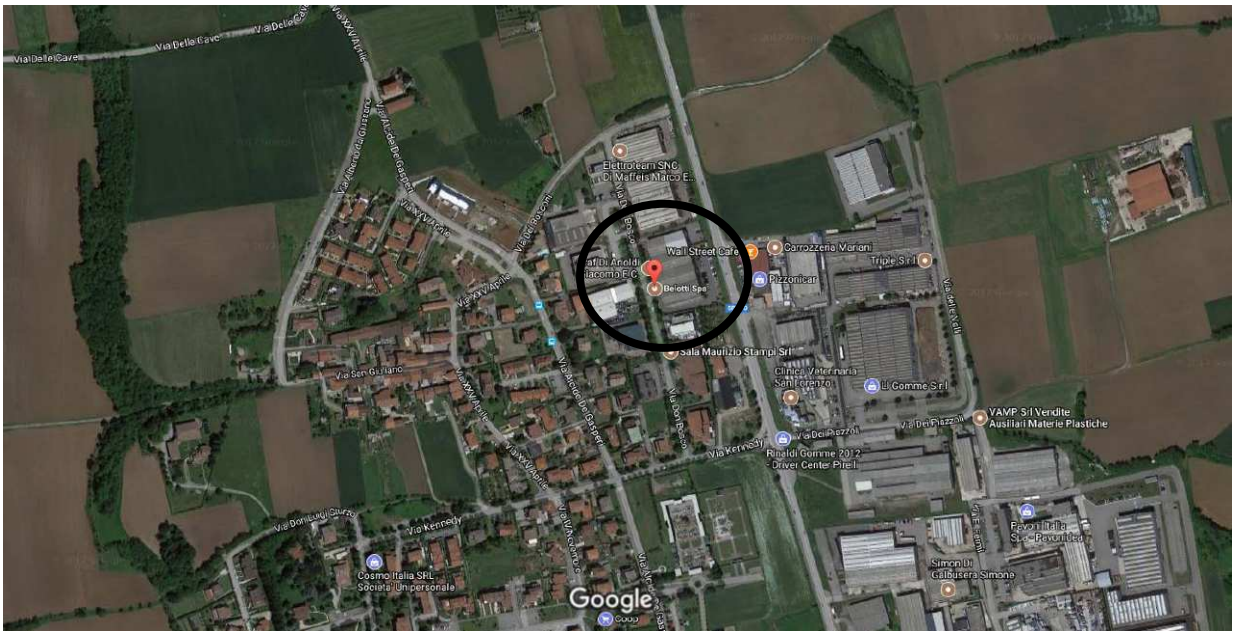
Allegati (in fondo al testo):

Indagini pregresse

(File – SuisioBelotti)

Premessa

Su incarico della Belotti S.p.A. è stata redatta la presente relazione geologica e idrogeologica a supporto della progettazione degli interventi relativi al "*Piano Attuativo Belotti spa*" in via San Giovanni Bosco 12 nel comune di Suisio (Bg).



Per definire le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo dell'area di interesse e fornire alcune indicazioni idrogeologiche sono stati utilizzati i risultati di numerose indagini geognostiche e relazioni geologico tecniche seguite dal sottoscritto o effettuate da altre società, in passato, nelle immediate vicinanze e comunque nel medesimo ambito geologico-geomorfologico. A completamento dello studio sono stati osservati i depositi in affioramento in scavi realizzati in passato nell'area d'intervento ed eseguite prove di dispersione.

Oltre a ciò, è stato fatto riferimento all'esauriente studio geologico (e relative mappe) redatto a supporto del PGT del comune di Susio.

Nella presente relazione geologica e idrogeologica, redatta conformemente alle vigenti norme in materia, vengono riportati i dati rilevati in sito e la loro elaborazione critica; verranno inoltre esposte le specifiche da adottare per la corretta realizzazione delle opere.

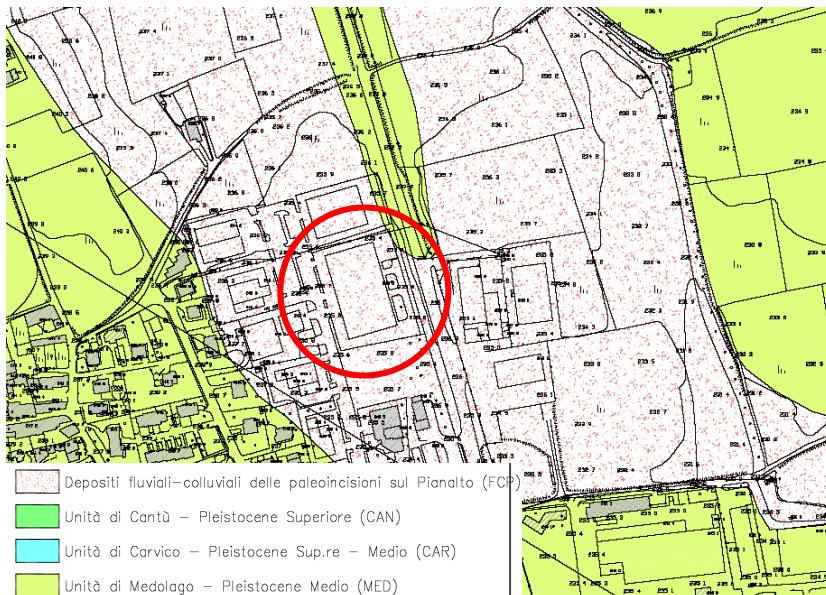
Modellazione geologica e stratigrafica del sito

Inquadramento geologico – geomorfologico

L'area in esame è collocata nella provincia di Bergamo, nella porzione nord del comune di Suisio ad una quota topografica di circa 235 m s.l.m..

Dal punto di vista geomorfologico l'area è posta su di un antico terrazzo uniformemente subpianeggiante con una leggera pendenza verso sud-sud/est; tale omogeneità è interrotta solo da piccoli corsi d'acqua, in gran parte artificiali (ad uso prevalentemente irriguo), da paleovalvei e dagli orli dei terrazzi fluvio-glaciali che interessano questo settore.

I depositi che caratterizzano l'area di studio sono legati al *Bacino dell'Adda* (secondo la "Carta Geologica della Provincia di Bergamo" a cura della Provincia di Bergamo e come conferma la carta geologica di PGT), prevalentemente all'*Unità di Medolago* e ai *Depositi fluviali-colluviali* appartenente al Bacino dell'Adda.



I primi sono caratterizzati dalla presenza di sabbie, ghiaie e ciottoli a supporto di matrice limosa, ma che nel caso specifico diventa prevalentemente limoso-argillosa essendo l'unità completamente alterata; i secondi sono anch'essi costituiti da limi argillosi. Frequente, in depositi di questa origine è la possibilità di rilevare, anche a debole profondità dal piano campagna, delle cavità, talora parzialmente riempite da terreni di

scarsissima consistenza, noti in letteratura geologica con il termine di "*occhi pollini*".

Di forma a volte cilindrica, o talvolta ad imbuto, lentiformi o sub-sferici, hanno dimensioni variabili: il diametro varia da 0.5 a 1.5 m e la profondità può raggiungere anche i 12-13 m. Il limite inferiore è molto spesso in corrispondenza di lenti o livelli di ghiaie cementate (conglomerati).

Se superficiali, tali cavità possono dar luogo a franamenti e alla creazione di pozzi" e/o "dolines", mentre se presenti a profondità inferiori, sono "riempite" da materiale limoso.

Spesso queste situazioni restano in un "equilibrio" labile fino a che una causa scatenante porta al collasso: quasi sempre questa causa scatenante è l'infiltrazione massiccia e concentrata di acqua che, percolando nel terreno e asportando le frazioni granulometriche più fini, agevola e accelera la formazione di vuoti e il collasso della porzione di terreno interessato dagli "*occhi pollini*".

Questo fenomeno è quindi, notevolmente pericoloso per le fondazioni delle strutture in CA in quanto, evidentemente, una struttura appoggiata in corrispondenza di un tale fenomeno è fortemente a rischio per la sua stabilità.

Inquadramento idrologico e idrogeologico

Dal punto di vista idrologico, si segnala che l'unico corso d'acqua superficiale che interessa il settore in esame è il Fiume Adda che scorre però ben incassato (a quota 157 m s.l.m.) nel suo alveo a circa 5-600 m verso ovest, e in nessun modo può interferire con il progetto in esame. Per il resto, la circolazione idrica superficiale è per lo più a carattere diffuso, controllata dalla morfologia locale e marcata dalle eventuali regimazioni antropiche.

Le informazioni relative alle note idrogeologiche sono state desunte dai dati bibliografici esistenti e relativi ai pozzi ad uso idropotabile censiti e dei quali si conoscono le caratteristiche di costruzione e le stratigrafie dei terreni scavati.

Come si ricava anche dalla consultazione della carta idrogeologica a supporto del PGT il livello piezometrico è posto tra le quote di 157 e 158 m s.l.m. (e quindi ad una profondità di circa 75-80 m dall'attuale piano campagna).

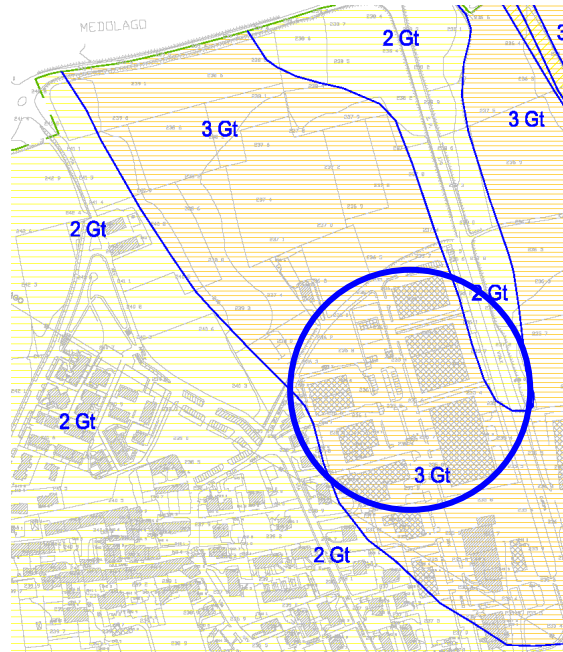
Non sono indicate, e non si conoscono, le oscillazioni massime stagionali; la direzione di flusso della falda è mediamente E/W risentendo della presenza del Fiume Adda.

Seppur la falda principale sia ad una profondità tale da non interferire con il progetto in esame, si sottolinea il fatto che, data la granulometria dei terreni affioranti nel settore, non si esclude la possibilità di locali "sacche" sospese con distribuzione molto irregolare e di difficile ricostruzione e previsione.



Indicazioni componente geologica PGT comunale

Nella Carta di fattibilità redatta a supporto al PGT l'area è posta in "Classe 3, Area con consistenti limitazioni" (per motivi geotecnici).



Sia nella Carta dei Vincoli Geologici che in quella di Sintesi vengono confermate le indicazioni di fattibilità.

Stratigrafia

È stato fatto riferimento alle personali conoscenze dell'area e ad alcune indagini esplorative appositamente realizzate in passato nell'ambito di studio, che hanno permesso di ricostruire la stratigrafia:

LIVELLO [1]: dal piano campagna fino alla profondità di circa 7.5-12.5 m a seconda della verticale d'indagine.

Superato uno spessore superficiale di circa 1.0-1.5 m di terreno vegetale ricco in sostanza organica, sono presenti depositi eluviali, e in parte fluvioglaciali, parzialmente alterati e costituiti da limi argillosi di color nocciola/rossastro con rara ghiaia alterata, tali da essere definiti come "compatti" o "consistenti" (Colombo 1978)

LIVELLO [2]: fino alla profondità nota di 15-20.0 m circa.

Si tratta dei medesimi terreni del Livello precedente ma con un grado di addensamento maggiore e definibile come "consistente".

Prove di permeabilità eseguite in foro (tra i 3.0 e i 15.0 m) hanno permesso di rilevare valori medi compresi tra 6.7×10^{-8} m/s e 4.5×10^{-8} m/s.

Tabella 3.1 Coefficiente di permeabilità k per vari terreni

k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Drenaggio	buono		povero		praticamente impermeabile							
	ghiaia pulita	sabbia pulita e miscela di sabbia e ghiaia pulita		sabbia fine, limi organici e inorganici, miscela 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									

Per avere un'indicazione approssimativa relativamente al grado di permeabilità e al drenaggio dei terreni, si forniscono riferimenti bibliografici (Casagrande e Fadum).

Tabella 3.2 Classificazione del terreno secondo il valore di k

Grado di permeabilità	Valore di k (m/s)
alto	superiore a 10^{-3}
medio	$10^{-3} \div 10^{-5}$
basso	$10^{-5} \div 10^{-7}$
molto basso	$10^{-7} \div 10^{-9}$
impermeabile	inferiore a 10^{-9}

Considerazioni idrogeologiche e dispersione delle acque bianche meteoriche

Per le caratteristiche geologico stratigrafiche e idrogeologiche descritte in precedenza, per smaltire le acque bianche meteoriche, **non** si potranno realizzare pozzi perdenti superficiali; questo anche alla luce della presenza di “occhi pollini” che subiscono più frequentemente collasso in presenza di percolazioni e infiltrazioni concentrate. In alternativa si potrà prevedere la realizzazione di vasche e/o pozzi di accumulo-stoccaggio e con dimensioni opportunamente calcolate; prevedendo pompe di allontanamento o comunque tubazioni di “troppo pieno” che consentano di disperdere le acque in fognatura o nei vicini corsi d’acqua, chiedendo gli eventuali permessi agli enti preposti.

In alternativa, i progettisti potranno valutare, anche sulla scorta di altre esperienze passate, la soluzione con vasche e/o pozzi di accumulo-stoccaggio e prevedendo la dispersione nel sottosuolo in profondità con pozzi perforati alla ricerca di livelli ghiaiosi e/o conglomeratici molto permeabili.

In questa ipotesi risulta problematico poter definire precisamente il dimensionamento dei pozzi: infatti la cementazione carbonatica profonda è alquanto irregolare e tale da caratterizzare un comportamento idrogeologico molto variabile: per tale motivo si possono avere conducibilità idrauliche elevatissime (10^{-1} m/s, in corrispondenza di cavità o fratture) e valori molto contenuti (10^{-7} m/s in litotipi cementati). Indipendentemente da questo aspetto, per la corretta progettazione delle opere si dovranno tenere in considerazione i seguenti fattori:

- la permeabilità media del livello stratigrafico (*Unità ghiaioso-conglomeratica*) in grado di smaltire le acque è considerata è molto variabile e da definire, previa esecuzione di prove di smaltimento, durante l’esecuzione dei pozzi
- il livello è noto a partire da circa 20 m circa di profondità.
- la superficie piezometrica è a circa 65 m
- l’approfondimento dei pozzi dovrà essere tale da mantenere uno spessore di almeno 10-15 m di terreno “non saturo” tra la parte terminale del pozzo e la superficie piezometrica per garantire un buon grado di protezione della falda
- nell’eventualità di realizzare più pozzi questi dovranno essere posizionati ad una distanza reciproca di almeno 10-15 m, in modo da evitare fenomeni di interferenza
- gli stessi dovranno essere posti in modo omogeneo su tutta la superficie e comunque ad una distanza minima di 200 m da qualunque pozzo idropotabile esistente

Resta inteso che l’obiettivo delle perforazioni profonde sarà quello di raggiungere questa Unità Stratigrafica per un tratto significativo in modo da poter sfruttare al massimo eventuali orizzonti del tutto fratturati; è chiaro, inoltre, che l’effettiva capacità di dispersione sarà verificabile solo in corso d’opera con prove di smaltimento, e dovrà essere garantita solo a profondità maggiori di 20 metri.

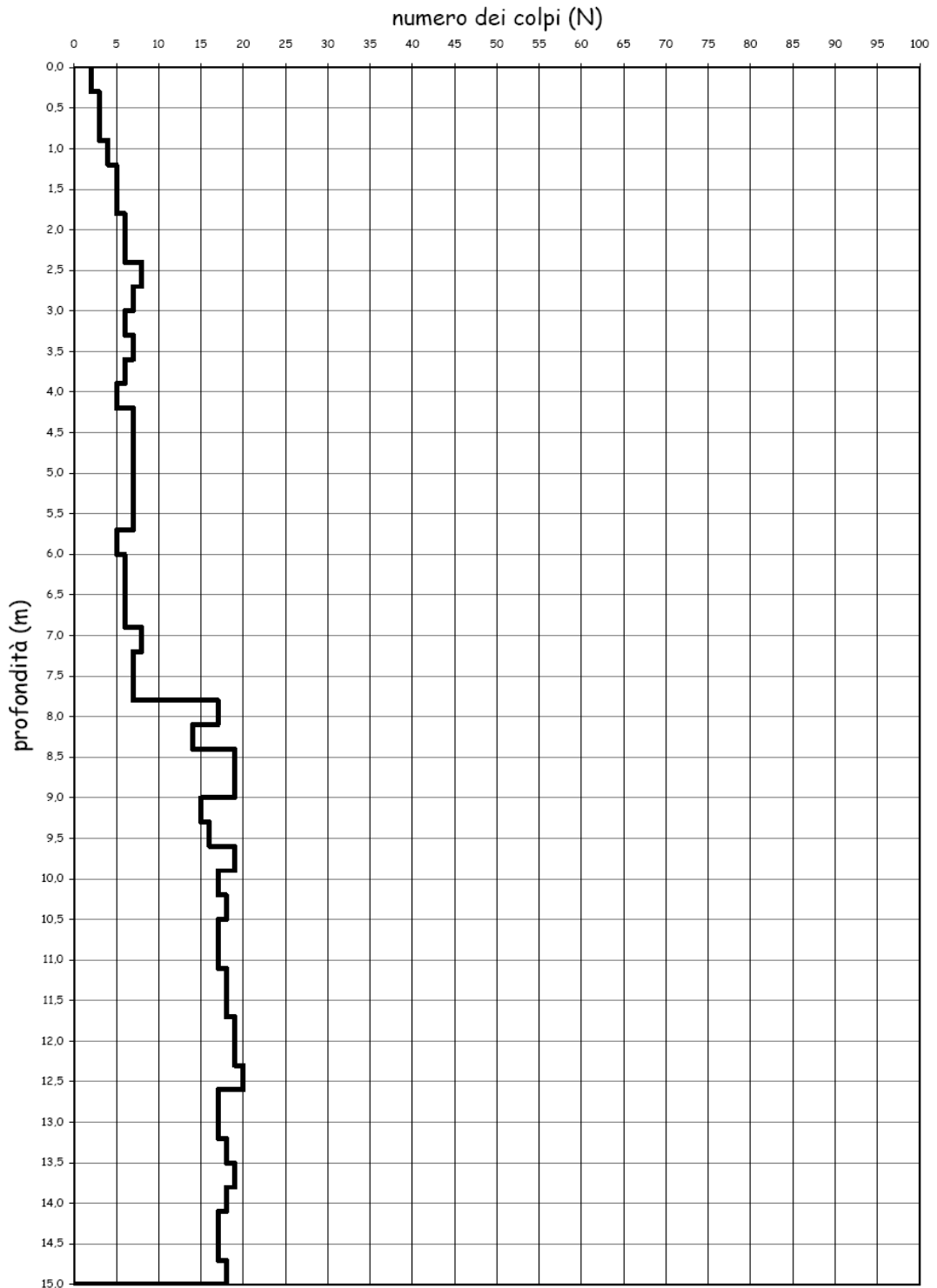
Relativamente alla metodologia che verrà impiegata, per sostenere il parete del foro si dovrà assolutamente evitare l’impiego di fanghi bentonitici ma utilizzare acqua, aria e/o polimeri tixotropici a rapido decadimento.

Resto a disposizione per qualsiasi chiarimento.



Suisio (Bg)
febbraio 2011

PROVA PENETROMETRICA DPSH n°01



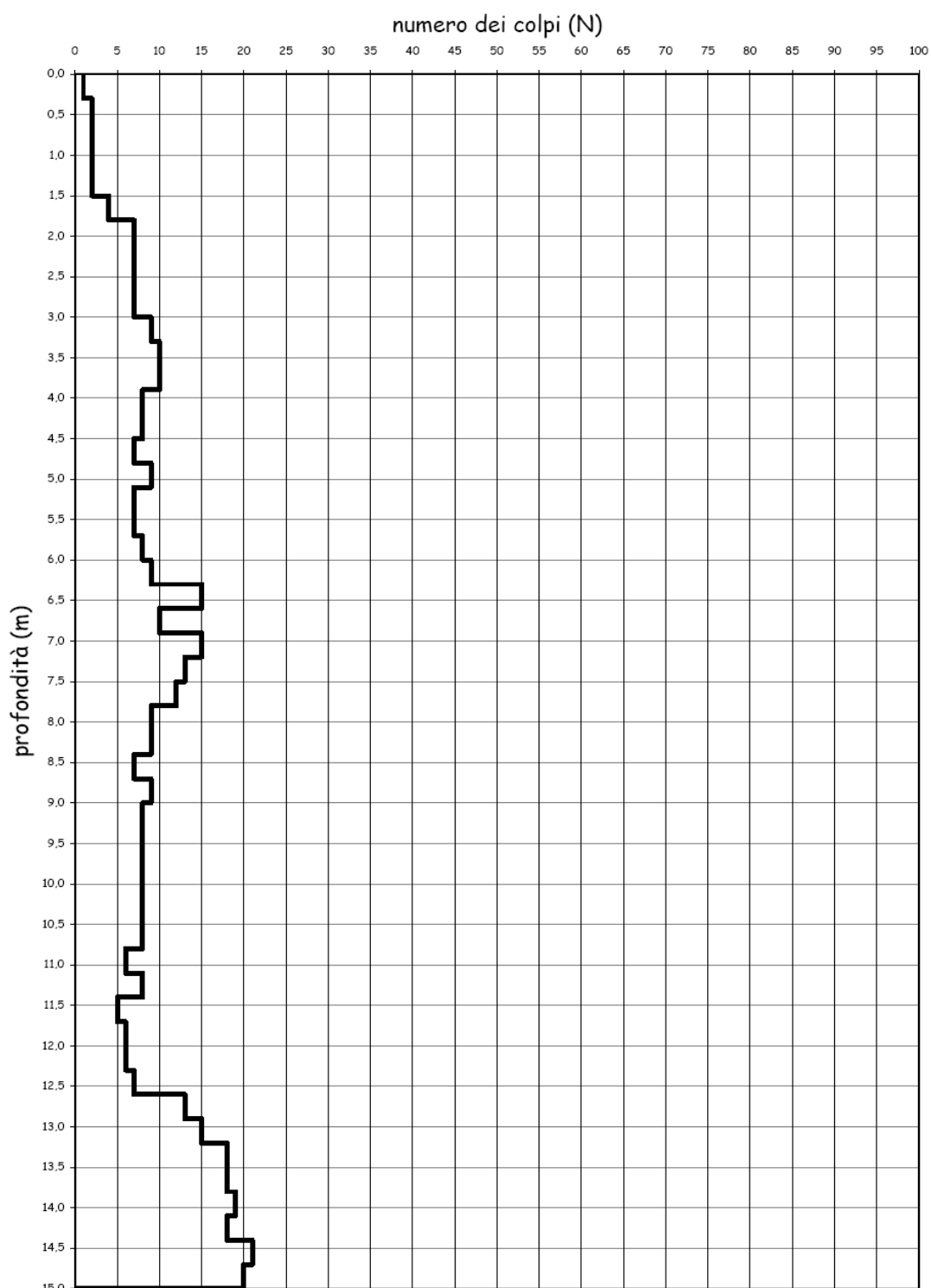
Maglio: 73 kg Corsa: 75 cm
Punta: 51 mm Rivest: 48 mm

— Punta
- - - - - Rivestimento

SO.GE.TEC. S.r.l.

Suisio (Bg)
febbraio 2011

PROVA PENETROMETRICA DPSH n°04



Maglio: 73 kg Corsa: 75 cm
Punta: 51 mm Rivest: 48 mm

— Punta
- - - - - Rivestimento

SO.GE.TEC. S.r.l.

Indagini pregresse