

COMUNE DI CERNUSCO SUL NAVIGLIO

PIANO ATTUATIVO
Campo della Modificazione M1.9
Cernusco sul Naviglio

Allegato F1

RELAZIONE GEOLOGICA
LOTTO 1 – LOTTO 2 – LOTTO 4

APRILE 2012

Studio Tecnico
di Geologia



Geologia Territorio
Ambiente

CAMPO DELLA MODIFICAZIONE M1-9

PIANO ATTUATIVO

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

Comune: Cernusco sul Naviglio (MI)
Loc.: Via Vespucci
Data: Aprile 2011

*Dott. Geol. Roberto LUONI
Ordine dei Geologi della Lombardia n. 866
Studio: via S. G. Emiliani 1 - 20135 Milano
Tel. - Fax 02/55186655
E-MAIL: stg.rl@fastwebnet.it*





Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

*Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo*

INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	RELAZIONE GEOLOGICA	2
2.1	<i>INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA</i>	2
2.2	<i>CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE</i>	3
2.3	<i>CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE</i>	6
2.4	<i>CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE</i>	7
2.5	<i>FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELL'INTERVENTO</i>	10
3.	RELAZIONE GEOTECNICA	13
3.1	<i>INDAGINI GEOGNOSTICHE</i>	13
3.2	<i>PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE</i>	13
3.3	<i>MODELLO STRATIGRAFICO</i>	14
3.4	<i>MODELLO GEOTECNICO</i>	17
3.5	<i>ORIZZONTI LITOTECNICI</i>	20
4.	CONCLUSIONI	22

ALLEGATI

<i>Allegato A</i>	<i>Ubicazione indagini eseguite</i>
<i>Allegato B</i>	<i>Prove penetrometriche dinamiche - grafici</i>
<i>Allegato D</i>	<i>Tabulati di elaborazione dei parametri geotecnici</i>
<i>Allegato F</i>	<i>Documentazione fotografica</i>
<i>Allegato G</i>	<i>Asseverazione Indagine</i>



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

1. PREMESSA

La presente relazione è volta ad illustrare gli esiti di una indagine geologica – geotecnica eseguito a supporto della progettazione del Piano Attuativo Parziale relativo al Campo della Modificazione M1_9 in Comune di Cernusco sul Naviglio (MI).

La relazione viene redatta ai sensi del d.m. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” ed è composta da due sezioni:

⇒ Relazione Geologica;

⇒ Relazione Geotecnica.

A supporto dei dati disponibili relativi all’area in esame (in particolare Studio Geologico del Comune di Cernusco sul Naviglio redatto da GeoArbor Studio – 12/2009) sono state eseguite le seguenti indagini di dettaglio:

⇒ n° 13 Prove penetrometriche dinamiche tipo SCTP;

Nei paragrafi che seguono vengono illustrati gli esiti dell’indagine eseguita.



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

2. RELAZIONE GEOLOGICA

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA

Il Piano Attuativo della Campo della Modificazione M1_9 interessa tre aree prossime tra di loro e ubicate in un ambito posto nel settore occidentale del territorio comunale di Cernusco sul Naviglio.

Dal punto di vista topografico l'ambito viene individuato nella Sezione B6c1 "Cernusco sul Naviglio" della Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 come illustrato nella fig. 1 di seguito riportata.

Nella foto aerea di seguito riportata vengono individuate le aree interessate dal Piano attuativo in esame:



Come evidenziato dalla foto aerea le aree si trovano in un settore territoriale completamente pianeggiante che al momento dell'esecuzione dell'indagine era interessato interamente da prato.



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

2.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

L'ambito in esame trova collocazione nell'ambito della porzione settentrionale della media pianura terrazzata lombarda le cui peculiarità morfologiche sono dovute alla complessa azione dei fenomeni morfoclimatici Pleistocenici, che hanno regolato l'evoluzione degli alvei dei corsi d'acqua responsabili della formazione della pianura, dovuta allo smantellamento dei depositi alluvionali fluvio-glaciali generatisi durante le fasi glaciali.

La media pianura terrazzata rappresenta l'elemento morfologico più uniforme del colmamento post-glaciale della pianura Padana, e risulta compresa tra una fascia settentrionale dove più evidente risulta l'azione dei fenomeni morfogenetici, che hanno lasciato dei lembi di terreni più antichi allungati in senso nord-sud, di aspetto tabulare ad altipiano altimetricamente più elevati rispetto ai depositi wurmiani, generando quell'andamento ondulato tipico della zona pedemontana, e una fascia meridionale dove maggiormente si risente dell'attuale azione morfogenetica dei corsi d'acqua che movimentano il paesaggio con scarpate, meandri ed altri elementi di carattere morfologico.

L'area in esame risulta quindi ubicata in un contesto morfologico che vede l'uniformità come elemento caratterizzante del territorio. L'assetto tabulare, caratterizzato da una pianura irrigua dove l'attività antropica si manifesta come l'elemento modificatore, non permette spunti di particolare riflessione.

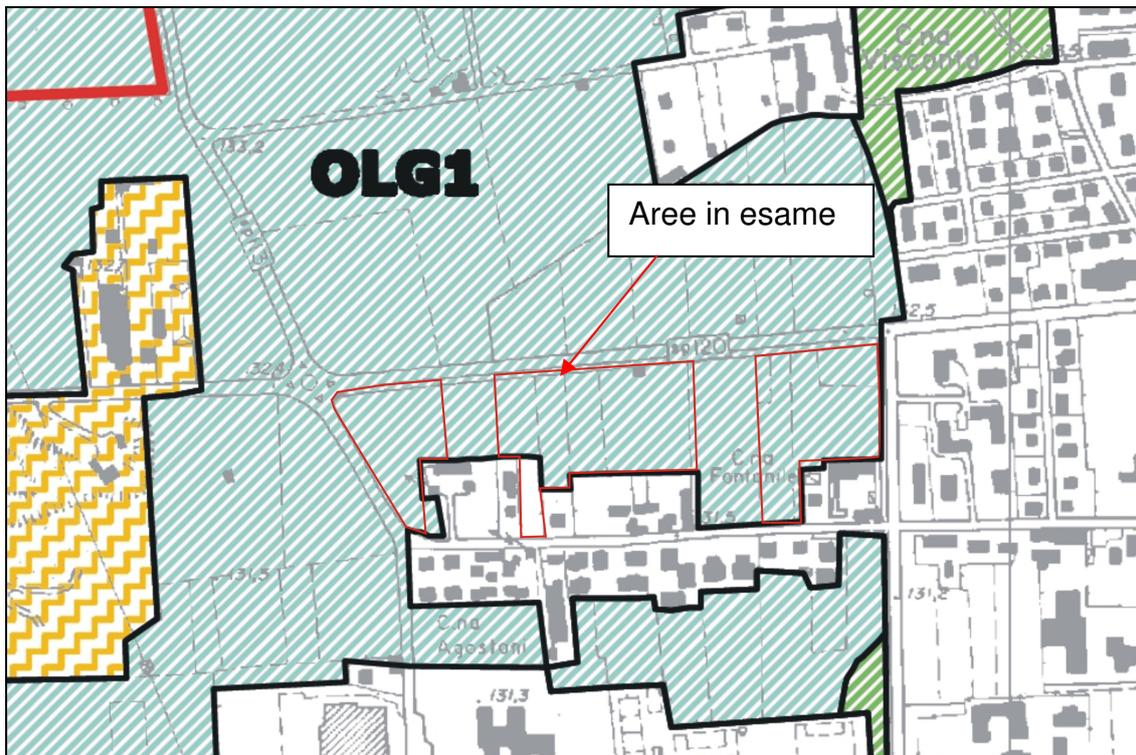
Nello Studio Geologico Comunale l'area ricade nell'Unità Cartografica **OLG1** come mostrato nella figura che segue:



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo



- Stralcio Tav. 1 – Carta litologica, pedologica e dell'uso del suolo – Studio geologico Comunale –

A tale unità cartografica corrispondono le seguenti caratteristiche:

- ⇒ **Litologia:** Depositi fluvioglaciali di età Wurmiana-Rissiana. Unità litologica G2 WLS N3 – ghiaie poco gradate.
- ⇒ **Morfologia del paesaggio:** il pedopaesaggio è quello della alta pianura ghiaiosa, su superfici ondulate con quota media di 125m s.l.m. e pendenza media del 0,2%, di transizione ai principali sistemi fluviali e su materiali in genere più grossolani. Il substrato è costituito da sabbie limose con ghiaia, non calcaree
- ⇒ **Suoli:** Molto profondi, scheletro abbondante, a tessitura moderatamente grossolana, con reazione subacida, neutra in profondità, saturazione media o alta in superficie, alta in profondità, AWC da bassa a moderata, sono non calcarei, scarsamente n profondità, e presentano drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.

Nello specifico dell'area in esame la quota media del piano campagna è pari a circa 132 m s.l.m..

L'area appare priva di qualsiasi evidenza di segni di dissesto superficiale potenziale o in atto.



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

Si riconosce una pendenza piuttosto regolare con immersione da nord-nord/ovest verso sud-sud/est, che risente dall'agente morfologico principale rappresentato dal fiume Lambro, che scorre a circa 3 Km ad Ovest dell'area in esame, che in passato ha rivestito un ruolo di più elevata importanza nei processi morfogenetici.

Evidenze dell'assetto geologico del sottosuolo sono rilevabili dall'esame delle scarpate generate dall'attività estrattiva condotta negli ambiti presenti poco a nord dell'area in esame: in tali ambiti si osserva una successione stratigrafica che sotto uno strato superficiale organico (suolo) di circa 50cm presenta uno strato di alterazione ciottoloso limoso dello spessore variabile da 1,5 a 2m a cui fa seguito la successione ghiaiosa sabbiosa fino a profondità superiori ai 40m.

Dal punto di vista granulometrico i termini più rappresentativi dell'unità profonda sono costituiti da ghiaie e sabbie in scarsa matrice limosa. Sono presenti locali lenti più o meno continue nei primi 7-8m di profondità di sabbie limose.

In merito alla qualità dei materiali costituenti il sottosuolo, si rileva che l'area appare ancora allo stato originario non essendo stata interessata da attività antropiche diverse da quella agricola. Si ritiene quindi che non vi siano potenziali punti di contaminazione presenti nell'area.



Dr. Geol.
Roberto Luoni

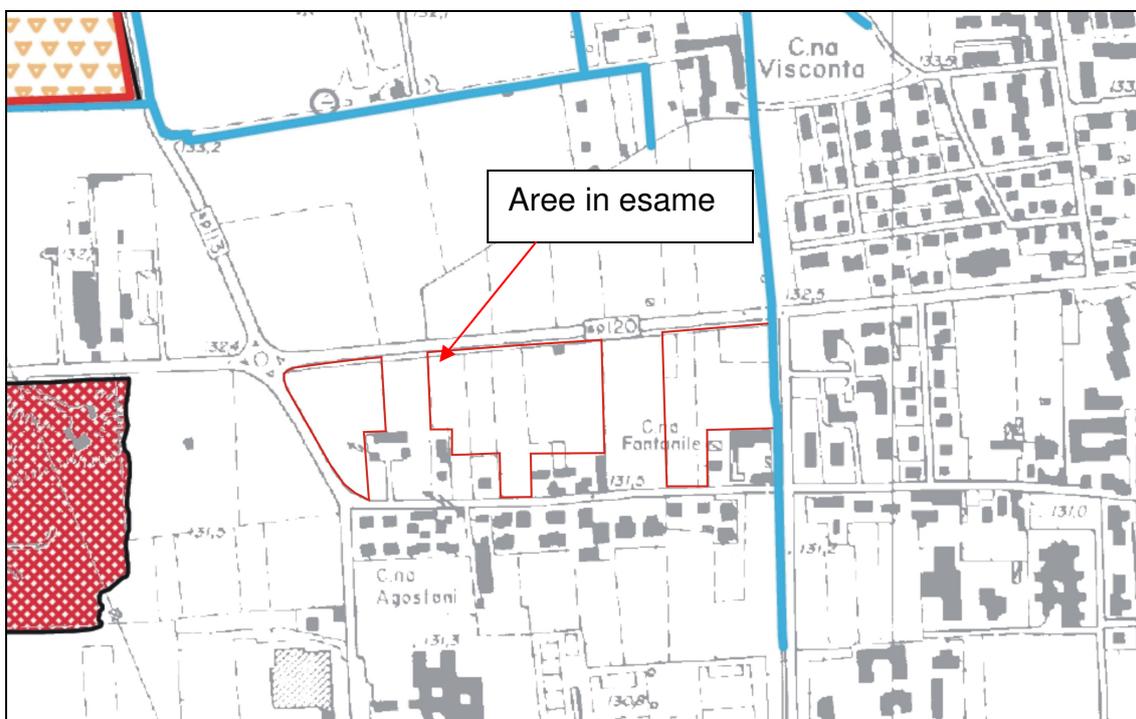
Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

2.3 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE

La porzione settentrionale del territorio di Cernusco sul Naviglio è interessato da una fitta rete irrigua che deriva le acque dal Canale Villoresi che decorre a circa 5Km a nord dell'area in esame.

La figura che segue, tratta dalla Tav. 2 dello Studio Geologico Comunale, mostra l'assetto idrografico del territorio in prossimità dell'area in esame:



- Stralcio Tav. 2 – Carta geomorfologica ambientale e del reticolo idrografico –
Studio geologico Comunale –

Come si evince dall'esame di tale figura, l'ambito è bordato lungo il lato orientale dall'asta di un canale irriguo. Si tratta di un tratto terminale del Canale Derivatore Cernusco che è alimentato dal Canale Villoresi e gestito dall'omonimo Consorzio di Bonifica.



2.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

L'area in esame si estende entro la fascia della media pianura lombarda ed è interessata esclusivamente da sedimenti alluvionali e fluvioglaciali quaternari.

Ad una generale uniformità della geologia di superficie, testimoniata dalla presenza di una sola unità arealmente estesa, si contrappone, man mano che ci si spinge in profondità, una graduale differenziazione, sia all'interno delle stesse unità che al passaggio verso le unità più antiche sottostanti.

Tali caratteristiche geologiche, strettamente connesse alla particolare struttura idrogeologica, condizionano largamente la circolazione idrica sotterranea.

La tipologia delle unità geologiche che caratterizzano il sottosuolo, quindi, determina la presenza di acquiferi le cui caratteristiche sono state studiate in numerosi lavori, fra i quali il lavoro "Criteri idrogeologici per l'ottimizzazione dell'attività estrattiva nella provincia di Milano in funzione della compatibilità ambientale" redatto nel febbraio del 1993 dal Prof. V. Francani e dai Dott. E. Denti e P. Sala.

Dall'esame di questi studi si ricava che il sottosuolo dell'area in esame è contraddistinto dalla presenza di due acquiferi le cui caratteristiche sono così riassumibili:

- ⇒ un primo acquifero comprende la falda freatica superficiale e le falde semiartesiane che, in comunicazione con la prima, sono limitate da setti impermeabili irregolarmente estesi o da depositi semipermeabili. Esso è caratterizzato dalla presenza di sabbie e ghiaie a cui si intercalano orizzonti conglomeratici talora notevoli, mentre i setti a bassa permeabilità, rilevabili tra i 45m e i 60m di profondità, appaiono arealmente non molto estesi;
- ⇒ il secondo acquifero riunisce i depositi contenenti falde in pressione appartenenti all'unità Villafranchiana, che sono separati da quelli del primo acquifero da livelli impermeabili dotati di grande continuità laterale e spessore generalmente significativo.

Il passaggio tra il primo e il secondo acquifero avviene, nell'area in esame, ad una profondità variabile tra i 95 e i 45m dal piano campagna.

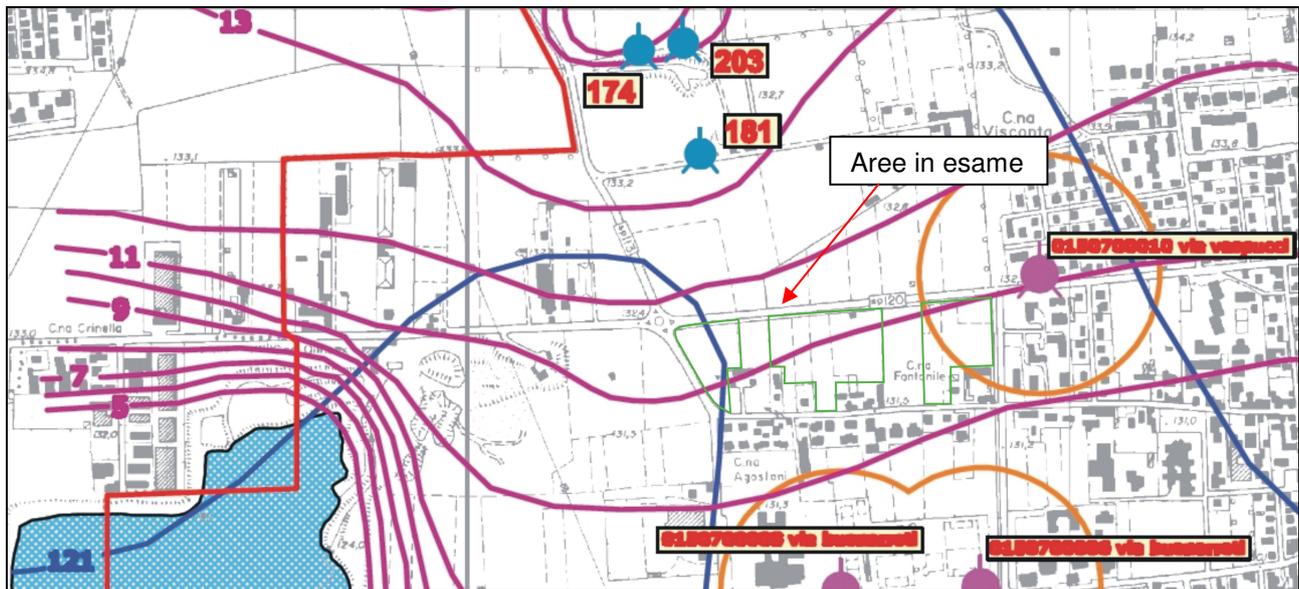
Per quanto attiene la piezometria e la soggiacenza della falda freatica nell'area in esame si è fatto riferimento alla Tav. 3 "Carta Idrogeologica" dello Studio geologico comunale del Comune di Cernusco sul Naviglio di cui stralcio viene di seguito riportato.



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo



- Stralcio Tav. 3 – Carta Idrogeologica – Studio geologico Comunale –

L'esame di tale elaborato grafico permette di valutare che l'ambito è attraversato dalla linea di isosoggiacenza di 11m dal p.c. corrispondente ad una quota piezometriche della falda compresa tra 121 e 122m s.l.m..

La serie storica di dati piezometrici disponibili a livello provinciale permettono di definire che tali valori piezometrici presentano un regime stagionale di oscillazione della falda con massima escursione nel periodo tardo estivo (agosto-settembre) e minimi nel periodo primaverile (aprile-maggio). Tali variazioni piezometriche sono nell'ordine di circa 2m e sono determinate solo dal regime stagionale delle precipitazioni.

Oltre all'oscillazione stagionale sopra indicata, la piezometria della falda ha subito nell'ultimo ventennio notevoli variazioni con una notevole risalita complessiva negli anni '90, seguita da una sostanziale stabilizzazione nel periodo 2000-2005, per poi ridiscendere e quindi risalire negli ultimi anni. In estrema sintesi tali fenomeni, oggetto di numerosi studi, sono sostanzialmente imputabili a riduzione dei prelievi a scala di bacino negli anni '90 e a variazioni significative delle precipitazioni nell'ultimo decennio.

In relazione tali osservazioni è necessario valutare la variabilità del dato di soggiacenza riportato nello Studio Geologico Comunale che fa riferimento a rilevazioni del Settembre 2008 pari come detto a -11m dal p.c.

A tal riguardo sono disponibili le oscillazioni piezometriche registrate nei piezometri indicati con il codice "174" e "203" nella precedente figura.

Dalla serie di dati disponibili, in tali piezometri la minima soggiacenza è stata registrata lo scorso gennaio 2011, dove si è assistita ad una risalita della



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

falda con valori di 3,5-4m rispetto al settembre 2008 a cui fanno riferimento i dati riportati sulla cartografia geologica comunale.

Sulla base di tali dati è quindi possibile ipotizzare che la minima soggiacenza prevedibile nelle aree in esame possa raggiungere i -7.5/-7m dal p.c..

Si deve comunque tenere in considerazione che l'elaborazione effettuata nello studio geologico comunale è effettuata ad una scala abbastanza ampia e quindi non è considerabile come dato puntiforme direttamente riferito all'area in studio e quindi nel caso la progettazione esecutiva dei nuovi edifici preveda scavi in prossimità di tali profondità si ritiene sia opportuno prevedere un punto di monitoraggio specifico della soggiacenza della falda nell'ambito.

Si rileva infine che la porzione orientale dell'intervento ricade nell'area di rispetto di un punto di captazione di acque ad uso idropotabile.



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

2.5 FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELL'INTERVENTO

La fattibilità geologica dell'intervento viene definita nella Tav. 10B dello studio geologico comunale di cui stralcio viene di seguito riportato:



- Stralcio Tav. 10B – Carta di fattibilità geologica per le azioni di Piano – Studio geologico Comunale –

L'esame di tale elaborato mostra che i settori centrale e occidentale del Piano Attuativo ricadono nella SottoClasse di Fattibilità **2**, mentre il settore orientale ricade in parte nella SottoClasse di Fattibilità **2** in parte nella SottoClasse di fattibilità **3A** e lungo il margine orientale nella SottoClasse di fattibilità **4B**.

Le caratteristiche e le prescrizioni stabilite dalla Studio Geologico Comunale relative alle SottoClassi sopra indicate vengono di seguito riportate:

Sottoclasse 2 – Fattibilità con modeste limitazioni

⇒ **Descrizione:** Aree caratterizzate da media vulnerabilità dell'acquifero freatico: soggiacenza della falda compresa tra 6 e i 18m dal p.c.. Suoli molto profondi nella porzione meridionale del territorio comunale, da profondi a mediamente profondi nella porzione settentrionale del territorio comunale. Permeabilità elevata: $1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4}$ m/s



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

⇒ **Prescrizioni:** Per le nuove opere edificatorie e/o di ampliamento, le opere in sotterraneo potranno essere eseguite con particolari cautele di impermeabilizzazioni, in quanto l'intero territorio comunale è soggetto a fluttuazioni anche metriche dell'acquifero libero.

Sottoclasse 3A – Fattibilità con consistenti limitazioni

⇒ **Descrizione:** Aree comprese entro le fasce di rispetto dei pozzi pubblici individuate secondo i criteri stabiliti dalla D.G.R. 6/15137 del 27/06/1996 così come ripreso dal D. Lgs. 152/99, D. Lgs. 258/2000, D.G.R. 10/04/2003 e dall'art. 94 del D. Lgs. 152/2006

⇒ **Prescrizioni:** In prossimità dei pozzi ad uso pubblico deve essere mantenuta una zona di rispetto di raggio pari a 200m oppure un'area di salvaguardia individuata tramite criterio temporale ai sensi della D.G.R. n. 6/15137/1996. All'interno di tale area è vietato l'insediamento dei centri di pericolo e lo svolgimento delle attività riportate all'interno delle normative sopraelencate. Eventuali insediamenti residenziali dovranno presentare un'adeguata opera di protezione per eventuali dispersioni di liquami nel sottosuolo, soprattutto con la protezione a "doppia camicia" delle opere di allacciamento all'impianto fognario.

Sottoclasse 4B – Fattibilità con gravi limitazioni

⇒ **Descrizione:** Aree adiacenti ai corsi d'acqua superficiali da mantenere a disposizione al fine di consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa

⇒ **Prescrizioni:** Area di inedificabilità assoluta: lungo l'asta del Fontanile Lodi e i corsi d'acqua di competenza del Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi la distanza minima dei fabbricati di nuova costruzione, misurata orizzontalmente dagli argini del corso d'acqua deve essere pari a 10m entro questo limite sono consentite esclusivamente le opere di manutenzione e difesa dei corsi d'acqua e le opere pubbliche atte a garantire la messa in sicurezza della viabilità ordinaria. Inoltre, entro la fascia di 5m dai limi come sopra definiti sono vietate le piantagioni e i movimenti terra. (___). Ai sensi di cui all'art. 41 del D. Lgs. 152/99 è vietata la tombinatura di qualsiasi corso d'acqua, che non si imponga da ragioni di tutela di pubblica incolumità.

A commento di quanto sopra riportato si specifica che le prescrizioni relative alla sottoclasse **2** sono in accordo con quanto evidenziate nel presente studio al paragrafo 2.4 e quindi la progettazione di eventuali piani interrati dovrà tener conto di tale problematica, mentre per quanto riguarda le sottoclassi **3A** e **4B** la progettazione esecutiva dovrà rispettare le prescrizioni sopra indicate.

Si segnala infine che l'intero territorio comunale di Cernusco sul Naviglio (fatte salve le aree di cava) ricade nella classe di pericolosità sismica



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

Z4A come territorio soggetto ad amplificazioni sismiche di tipo litologico o geometrico in seguito alla presenza di zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

In tali condizioni non sono previsti approfondimenti di indagine qualora non siano previsti, come nel caso del Piano Attuativo in esame, edifici ricadenti nell'elenco tipologico riportato nella D.D.U.O. n. 19904/03.



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

3. RELAZIONE GEOTECNICA

3.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

La caratterizzazione litotecnica dei terreni costituenti il sottosuolo delle aree interessate dal Piano Attuativo in esame è stata effettuata sulla base di 13 prove penetrometriche dinamiche tipo SCPT.

Tale indagine ha permesso di dettagliare la situazione litostratigrafica del sottosuolo dell'area, e di definire le caratteristiche geotecniche del substrato direttamente interessato dalle strutture in progetto.

Sulla base di quanto successivamente riportato sarà quindi possibile effettuare le verifiche previste dal d.m. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" in fase esecutiva di progetto sulle interazioni opere/terreno. I dati di seguito riportati devono essere quindi considerati propedeutici a tali verifiche.

Le prove eseguite hanno seguito il layout progettuale del Piano Attuativo, e sono quindi state ubicate come riportato nell'allegato A in corrispondenza degli edifici in previsione.

In Allegato B sono riportati i grafici relativi ai dati acquisiti durante l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche.

3.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

La prova penetrometrica dinamica (SCPT) consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità delle aste di acciaio; l'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di peso standard (v. tabella sottostante).

Si conta il numero di colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita (30 cm); la resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo e diretta del numero di colpi per una data penetrazione.

Caratteristiche tecniche	
Peso maglio	73 kg
Caduta	0,75 m
Lunghezza aste	1 m



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

Peso aste	6,31 kg
Angolo apertura	60°
Penetrazione standard	30 cm

I dati penetrometrici sono stati successivamente elaborati in forma automatica secondo le più diffuse metodologie in uso, fornendo in tal modo informazioni litostratigrafico-geotecniche interpretative.

L'elaborazione dei risultati ha in particolare consentito di fornire, per l'area in esame:

- ⇒ la discretizzazione della singola prova SCPT in strati con caratteristiche di resistenza analoghe;
- ⇒ la classificazione tipologica di ciascun strato in funzione delle caratteristiche di resistenza;
- ⇒ la capacità portante di fondazioni superficiali.

3.3 MODELLO STRATIGRAFICO

I risultati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite, uniti a dati di carattere generale disponibili, hanno consentito di caratterizzare dal punto di vista stratigrafico-litotecnico i terreni che saranno interessati dalla posa delle fondazioni dei manufatti in progetto.

Secondo quanto ricavato dalle interpretazioni delle prove penetrometriche, si è potuto stimare la successione stratigrafica e individuare dall'alto verso il basso nel sottosuolo 4 orizzonti litologici che vengono di seguito descritti:

- ⇒ **Orizzonte 1** – Suolo e orizzonte di alterazione superficiale. Spessore medio 2m variabile da 1,5m a 2,7m (mediamente da 0 a-2m da p.c.)
- ⇒ **Orizzonte 2** – Orizzonte ghiaioso sabbioso. Spessore medio 3,3m variabile da 1,2m a 6m (mediamente da -2 a -5,3m da p.c.). Addensato
- ⇒ **Orizzonte 3** – Orizzonte sabbioso localmente limoso discontinuo. Spessore medio 2,1m variabile da 0,9m a 2,7m (mediamente presente da -5,3m a -7,4m da p.c.). Poco/moderatamente addensato.
- ⇒ **Orizzonte 4** – Orizzonte ghiaioso sabbioso. Spessore medio investigato 3,6m (mediamente >-7,4m da p.c.). Addensato.



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

Per quanto riguarda la presenza di acqua di circolazione sotterranea, si specifica che durante l'esecuzione delle prove non è stata riscontrata in nessun caso la sua presenza. A tal riguardo si faccia comunque riferimento a quanto riportato nel precedente par. 2.4.

La tabella che segue riporta i dati di resistenza degli orizzonti sopra indicati ottenuti dall'esecuzione delle prove SCPT:

Prova n.	Profondità rifiuto (m)	Orizzonte 1		Orizzonte 2		Orizzonte 3		Orizzonte 4	
		Spessore (m)	Nsct caratt.						
1	9,9	1,5	6,4	3,9	22,6	1,8	6,4	2,4	20,8
2	10,2	1,5	2,3	3,9	20,1	2,1	7,8	2,7	22,6
3	10,5	1,5	3,2	4,2	16,3	1,8	9,6	2,7	26,6
4	>10,2	2,4	5,2	1,8	17,7	3,3	10,5	2,7	25,4
5	8,1	2,1	3,1	5,4*	12,8*+	5,4*	12,8*	0,3	41
6	>10,2	1,5	4,9	3,3	15,9	2,7	9	2,7	24,2
7	>10,2	1,5	3,6	2,7	18,9	1,2	3,9+	4,8	26,3
8	>10,2	2,7	4,6	1,2	21,8	2,7	7,4	3,6	24,8
9	>10,2	2,4	5,7	6	17,1	0,9	0,3+	5,1	28,1
10	9	1,5	2,1	3,0	15,5+	1,2	4,2+	3,0	18,5
11	10,5	2,4	3,2	2,7	24,3	2,1	9,6	3,0	31,3
12	9	2,7	3,2	2,4	20,1	1,2	6,1	2,4	17,8
13	10,2	2,7	6,3	2,4	20,9	1,2	6,9	12	21,6
Media	9,9	2	4,1	3,3	19	2,1	7,3	3,6	25,3
Nspt normal. correlato			8		32		10		31

⇒ *: valore considerato in ambedue le colonne in quanto non attribuibile allo strato specifico

⇒ +: valori minimi cui prestare attenzione

Nella sostanza si riconoscono quindi un orizzonte superficiale costituito da suolo e strato di alterazione a cui fa seguito una successione ghiaiosa sabbiosa (Orizzonti 2 e 4) in cui è intercalato un orizzonte discontinuo poco addensato presumibilmente sabbioso localmente limoso.



*Dr. Geol.
Roberto Luoni*

Campo della Modificazione M1_9

*Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo*

Si noti che gli spessori degli orizzonti 2 e 3 sono sostanzialmente complementari: ad una diminuzione dello spessore dell'orizzonte 2 corrisponde un aumento dello spessore 3 e viceversa.

Inoltre localmente i due orizzonti non sono distinguibili (prova 5) e prevalentemente nelle prove eseguite nel settore orientale del Piano Attuativo lo spessore dell'orizzonte 3 è estremamente esiguo (0,9-1,2m nelle prove 9-10-12-13).

L'orizzonte 3 presenta quindi caratteri di irregolarità e appare assottigliarsi progressivamente da ovest verso est.



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

3.4 MODELLO GEOTECNICO

In base alle resistenze misurate del terreno dalle prove penetrometriche il sottosuolo viene suddiviso in orizzonti stratigrafici e geotecnici (litotecnici), definendo il modello geotecnico con attribuzione di valori ai principali parametri geotecnici.

Va specificato che per quanto riguarda le prove penetrometriche SCPT le resistenze vengono correlate allo standard SPT applicando un coefficiente $\beta = 1.5$ scelto sulla base di: dati bibliografici (Tisconi 1987, S.G.I., Meardi, Pagani, Cestari, ecc.), della esperienza dello scrivente, della energia strumentale, della litologia e normalizzate alla pressione litostatica efficace.

I parametri geotecnici del terreno vengono valutati come caratteristici (k) con metodo statistico a partire dalle resistenze penetrometriche misurate in modo diretto. Nell'approccio statistico la probabilità di non superamento da utilizzare deve essere quella del 5% come specificato sia nell'EC1 che nell' EC7 ed è coerente con quanto indicato nella Normativa Nazionale.

Trattandosi di campioni poco numerosi ($N < 30$) si è ritenuto utilizzare la distribuzione di Student applicata al valore di N inteso come valore di resistenza SPT (correlato ad esso nel nostro caso per le prove SCPT come specificato in seguito); nel caso di campione unitario o molto piccolo si può anche operare introducendo un coefficiente di variazione (C.O.V.) dedotto dalla letteratura scientifica.

Si procede quindi calcolando il valore caratteristico della media, considerando coinvolto un elevato volume di terreno, con compensazione delle eterogeneità, tenendo conto della rigidità della struttura fondazionale a travi reticolari.

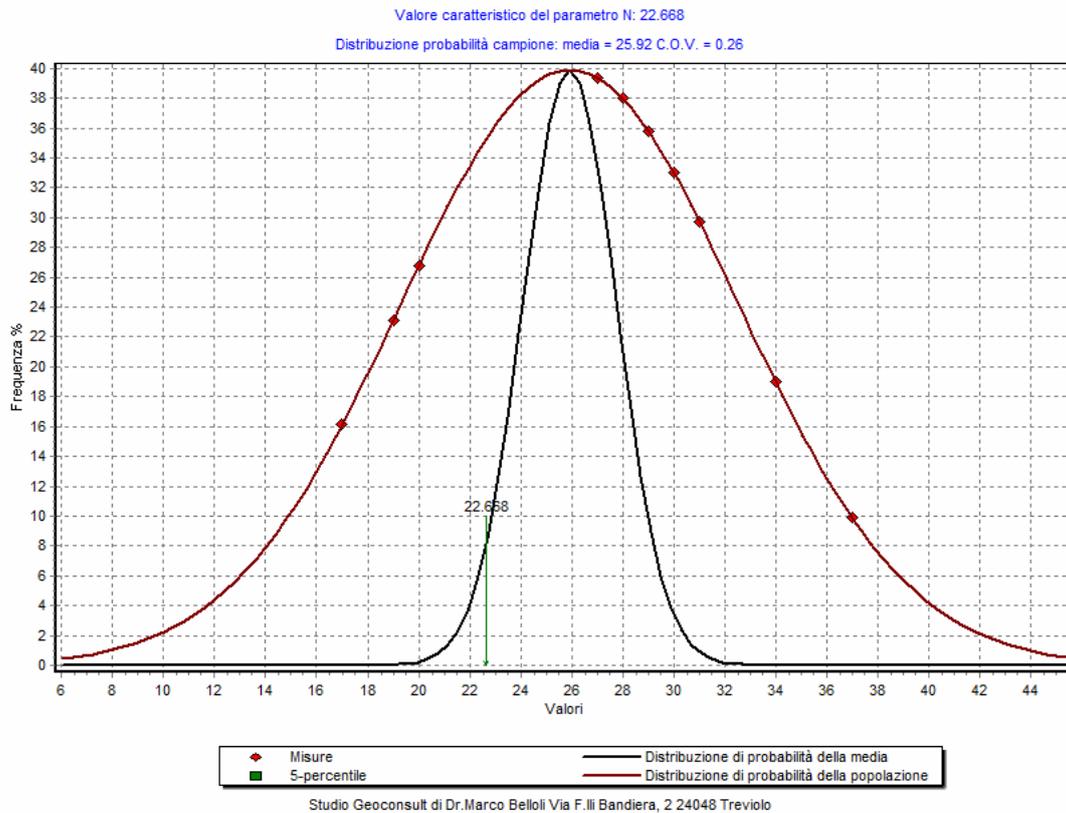
Si allega di seguito un esempio di curva di distribuzione statistica calcolata.



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo



Esempio riferito alla prova 1 orizzonte 2

Nella attribuzione di valori ai parametri geotecnici, le valutazioni espresse si basano sui risultati delle prove eseguite, tenuto conto della litologia dei terreni e facendo riferimento ai principali Autori riportati nella tabella che segue ed all'esperienza dello scrivente. Si tenga presente che tali valutazioni potrebbero non considerarsi affidabili se riferite a terreni non di naturale deposizione (riporti).

Peso di volume γ	Peck e Terzaghi
Densità relativa d_r	Skempton – Gibbs & Holtz Schultze & Mezembach Bazaara – Terzaghi & Peck
Angolo di attrito interno ϕ	Peck – Hanson & Thorburn - Meyerhoff – Road Bridge Specification - Japanese National Railway – Owasaki & Iwasaki - Sowers – Hatanaka e Ukida



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

Modulo di elasticità drenato	Bowles – Schmertmann – Buisman - Webb
Modulo di Poisson μ	Yaky
Modulo di taglio Kg/cm ²	Ohsaki & Iwasaki
Modulo di elasticità tangenziale dinamico Kg/cm ²	Imai & Tanuochi
Velocità onde di taglio (m/s)	Imai & Tanuochi



Campo della Modificazione M1_9

3.5 ORIZZONTI LITOTECNICI

Sulla base degli elementi descritti nei precedenti paragrafi si ritiene di suddividere il sottosuolo in 3 orizzonti litotecnici accorpando gli orizzonti 2 e 4 in quanto caratterizzati da simili dati di prova e considerando l'orizzonte 3 come orizzonte intercalato tra il 2 e il 4.

Fatte queste premesse i 3 orizzonti individuati sono caratterizzati dai seguenti parametri geotecnici:

1. Orizzonte 1: Orizzonte superficiale di alterazione/rimaneggiato: poco addensato.

<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>U.M.</i>	<i>Valore</i>
Peso di volume naturale	γ_{wk}	t/m ³	1.75
Peso di volume saturo	γ_{satk}	t/m ³	1.91
Modulo di Poisson	μ_k	-	0.35
Numero colpi correlato SPT	N_{ck}	-	8
Angolo di attrito interno	ϕ'_k	gradi	28
Densità relativa	dr_k	%	35
Coesione drenata	c'_k	Kg/cm ²	0
Modulo di elasticità drenato	E'_k	Kg/cm ²	20



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

2. Orizzonte 2: Orizzonti stratigrafici 2 e 4: addensato.

<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>U.M.</i>	<i>Valore</i>
Peso di volume naturale	γ_{wk}	t/m ³	1.85
Peso di volume saturo	γ_{satk}	t/m ³	2,06
Modulo di Poisson	μ_k	-	0.30
Numero colpi correlato SPT	Nc _k	-	31
Angolo di attrito interno	ϕ'_k	gradi	36
Densità relativa	dr _k	%	70
Coesione drenata	c' _k	Kg/cm ²	0
Modulo di elasticità drenato	E' _k	Kg/cm ²	430

3. Orizzonte 3: Orizzonte interstratificato: poco/moderatamente addensato.

<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>U.M.</i>	<i>Valore</i>
Peso di volume naturale	γ_{wk}	t/m ³	1.78
Peso di volume saturo	γ_{satk}	t/m ³	1.93
Modulo di Poisson	μ_k	-	0.34
Numero colpi correlato SPT	Nc _k	-	10
Angolo di attrito interno	ϕ'_k	gradi	29
Densità relativa	dr _k	%	40
Coesione drenata	c' _k	Kg/cm ²	0
Modulo di elasticità drenato	E' _k	Kg/cm ²	80



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

4. CONCLUSIONI

La presente relazione tecnica è stata volta ad definire l'assetto geologico dell'area interessato dal Piano Attuativo presso Campo della modificazione M1_9 in Comune di Cernusco sul Naviglio (MI) illustrato mediante analisi dei dati bibliografici esistenti e sulla base di un'indagine condotta mediante l'esecuzione di 13 prove penetrometriche.

In sintesi è emerso che il sottosuolo dell'area in esame, che sarà interessato dalle fondazioni delle opere in progetto, è costituito da uno strato superficiale di alterazione a cui fa seguito la successione ghiaioso sabbiosa in cui è intercalato uno strato sabbioso di spessore irregolare e di spessore progressivamente ridotto verso la porzione est dell'ambito.

La formazione ghiaioso-sabbiosa presenta ottime caratteristiche geotecniche e appare idonea per la posa di fondazioni dirette, mentre lo strato sabbioso intercalato presenta caratteristiche geotecniche più modeste e la sua presenza dovrà essere tenuta in considerazione in fase di progettazione esecutiva. Si verifica comunque a tal riguardo che laddove tale strato presenta le caratteristiche geotecniche peggiori (prove 7-9-10) è caratterizzato da spessori molto esigui che non dovrebbero condizionare significativamente le condizioni di sicurezza complessive. Le verifiche da condursi sull'interazione terreno - fondazione sulla base degli esecutivi di progetto permetteranno di validare tale ipotesi.



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

ALLEGATO A

UBICAZIONE INDAGINI ESEUITE



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo





Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

ALLEGATO B

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE – GRAFICI



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

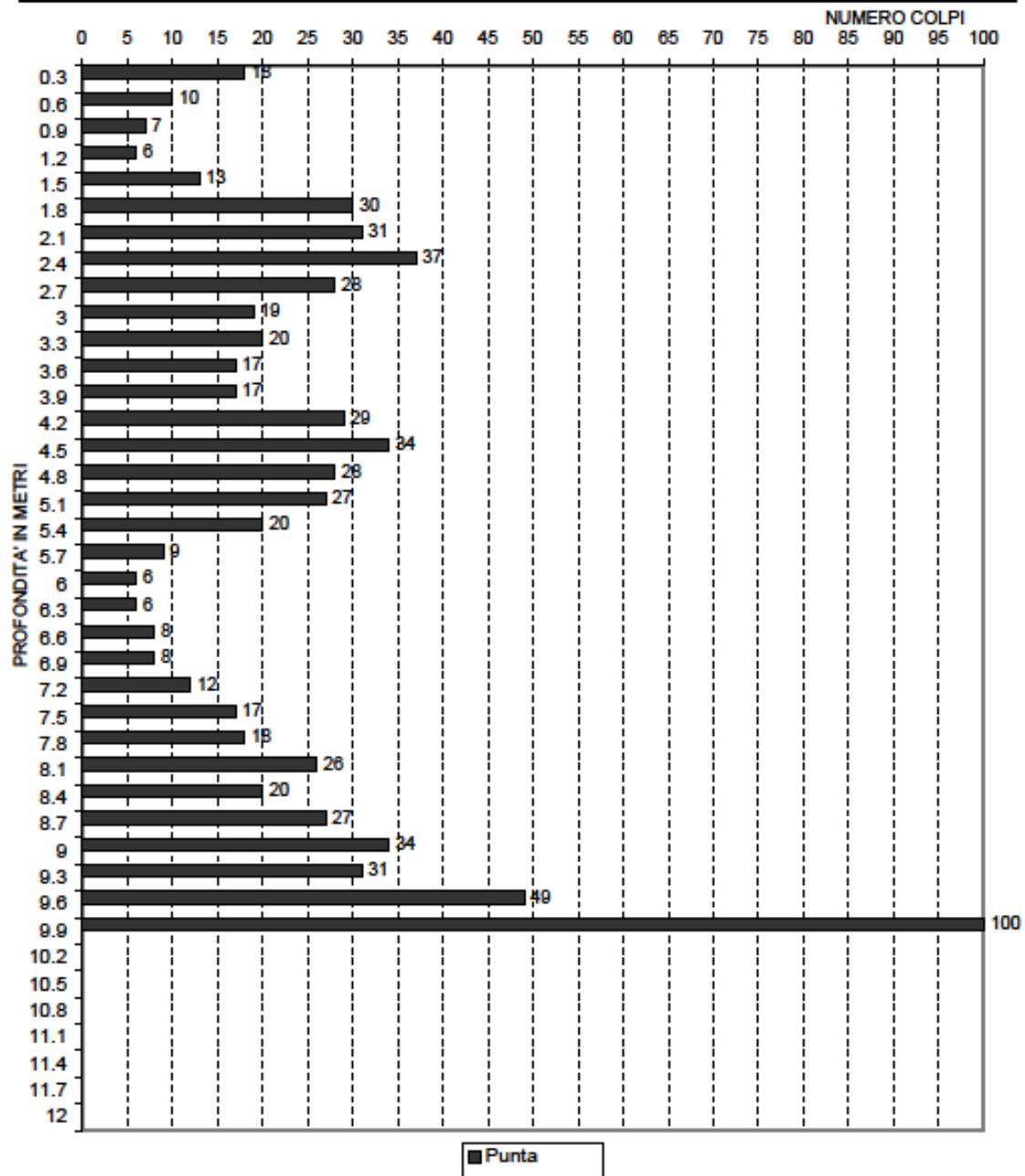
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 1

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta 51 mm



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

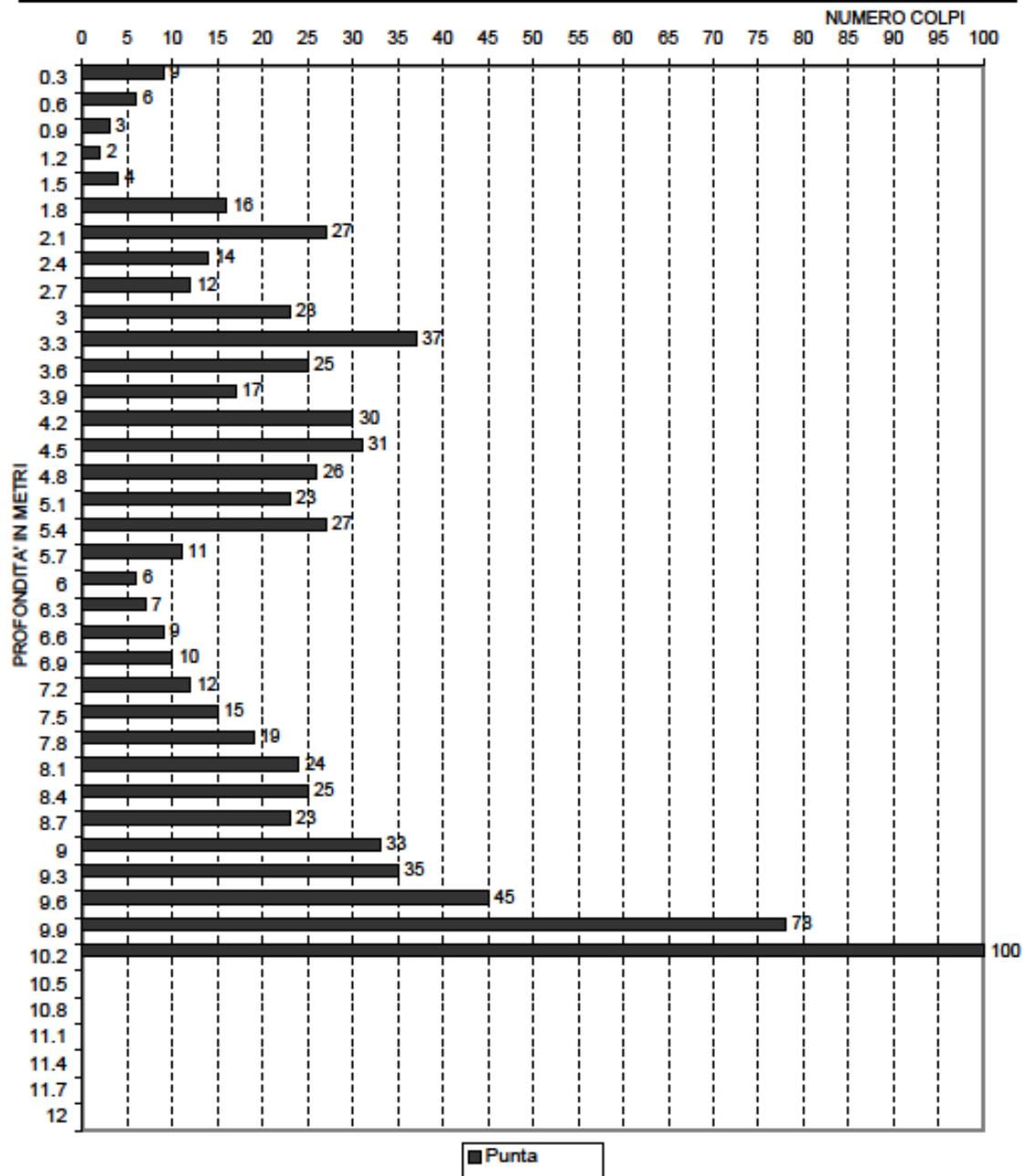
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 2

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta: 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

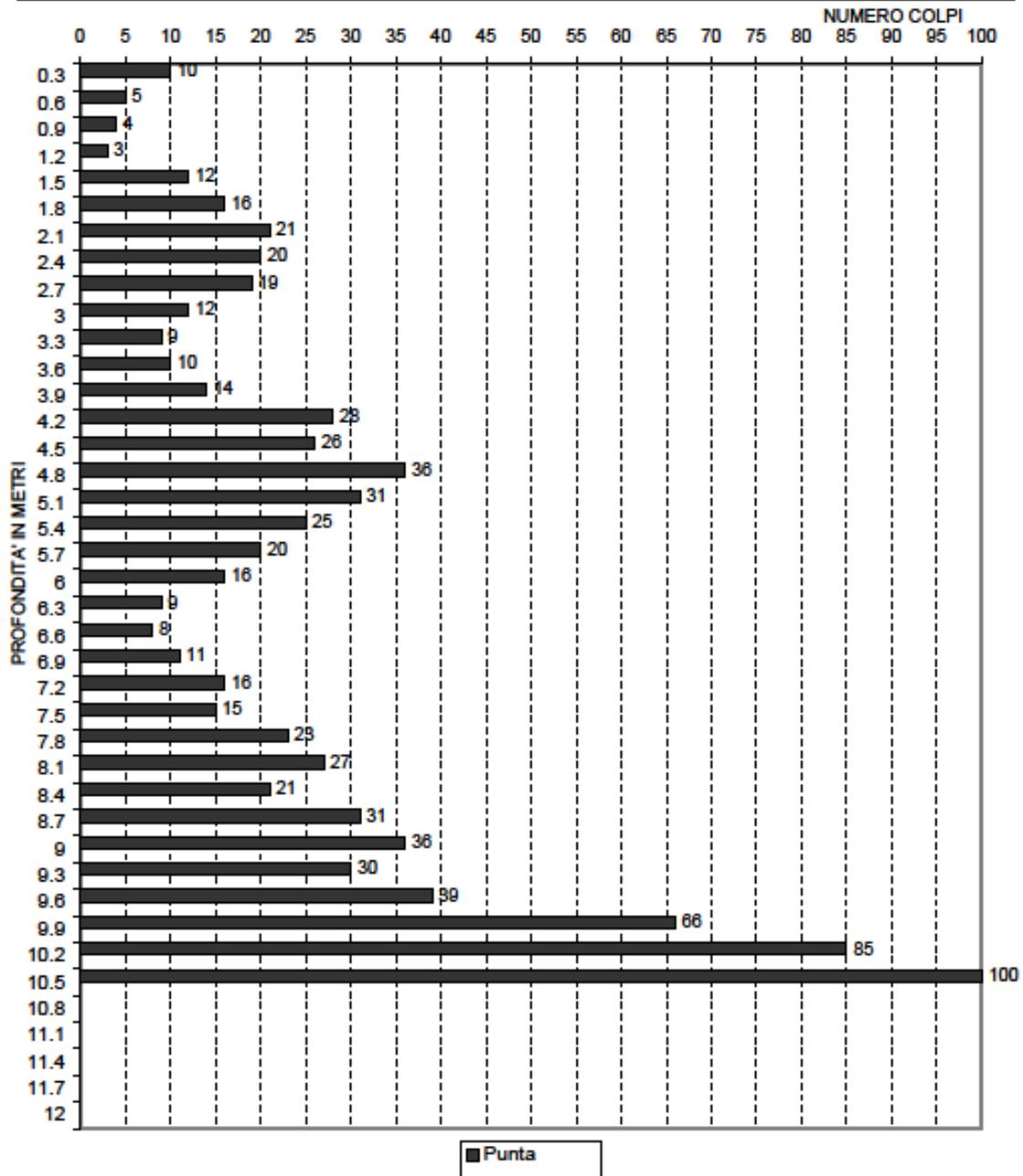
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 3

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

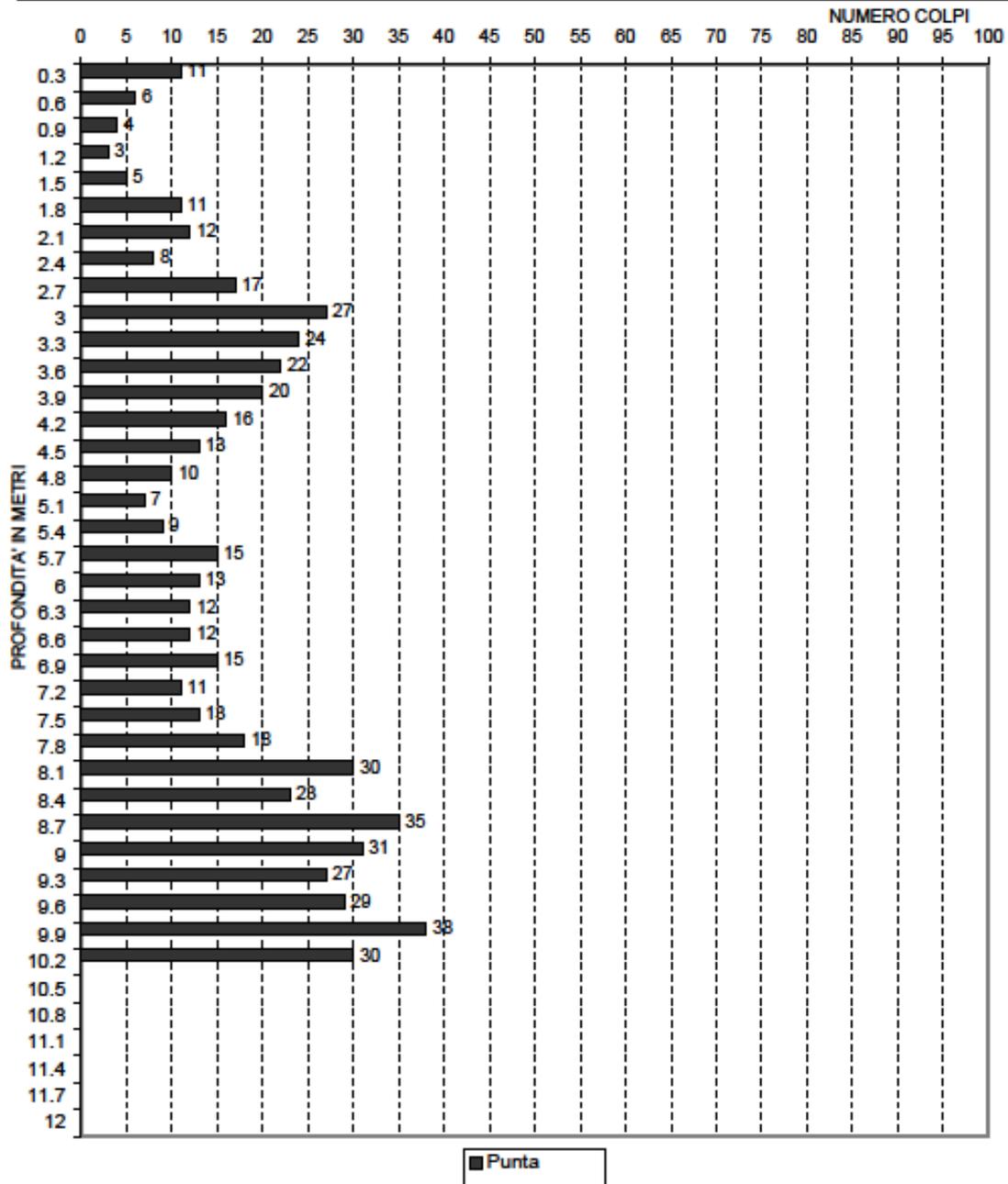
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 4

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

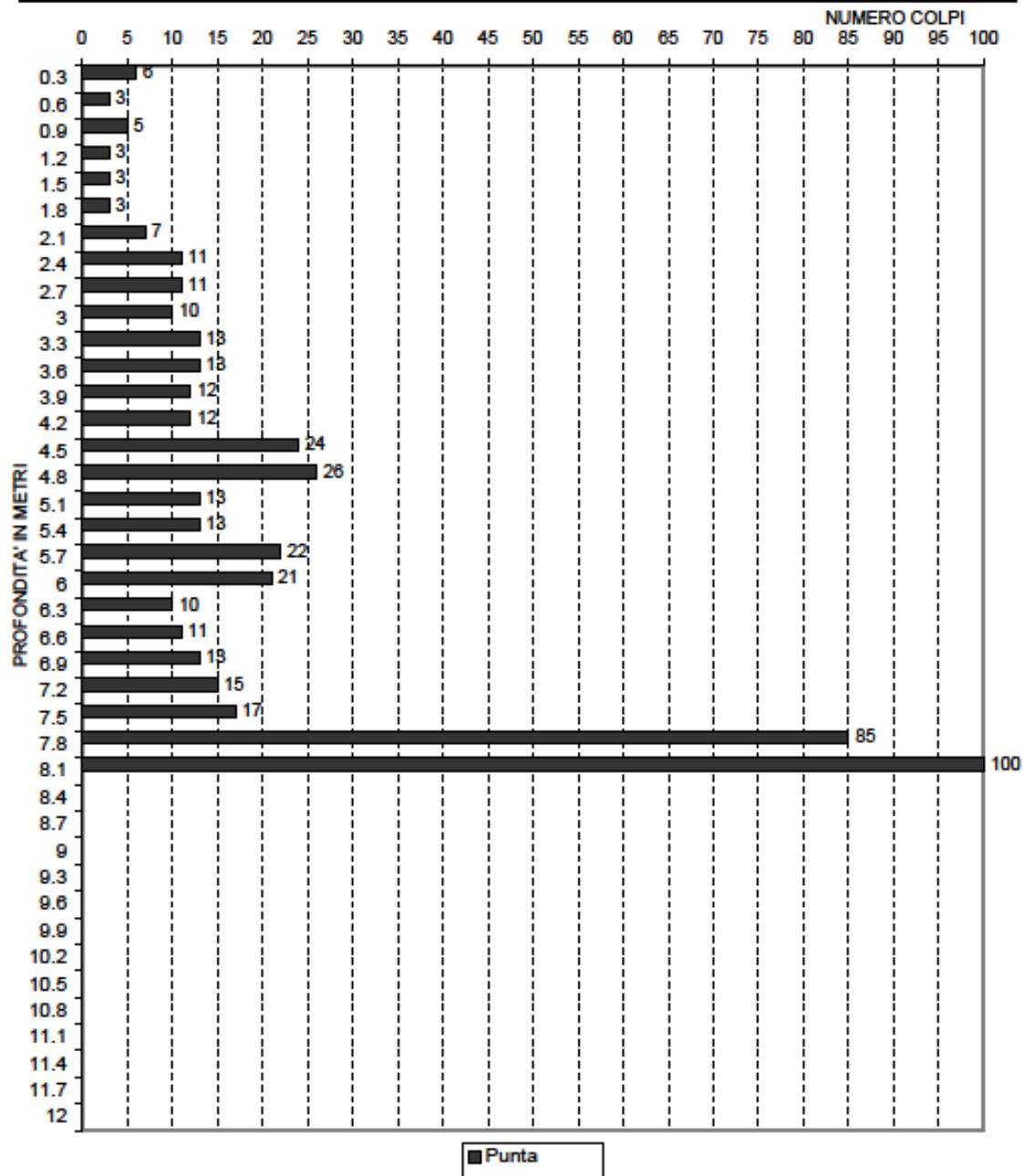
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 5

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

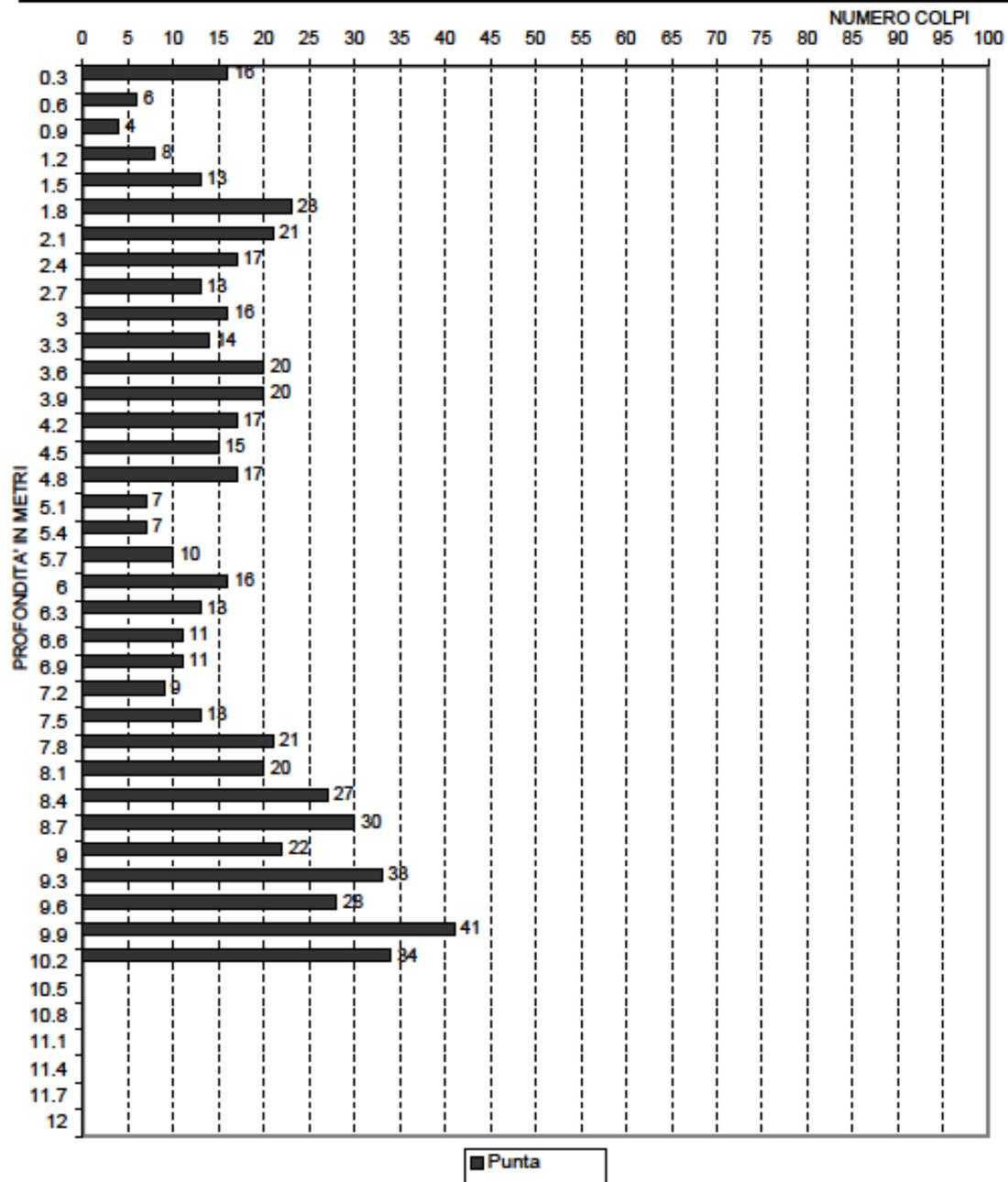
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 6

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

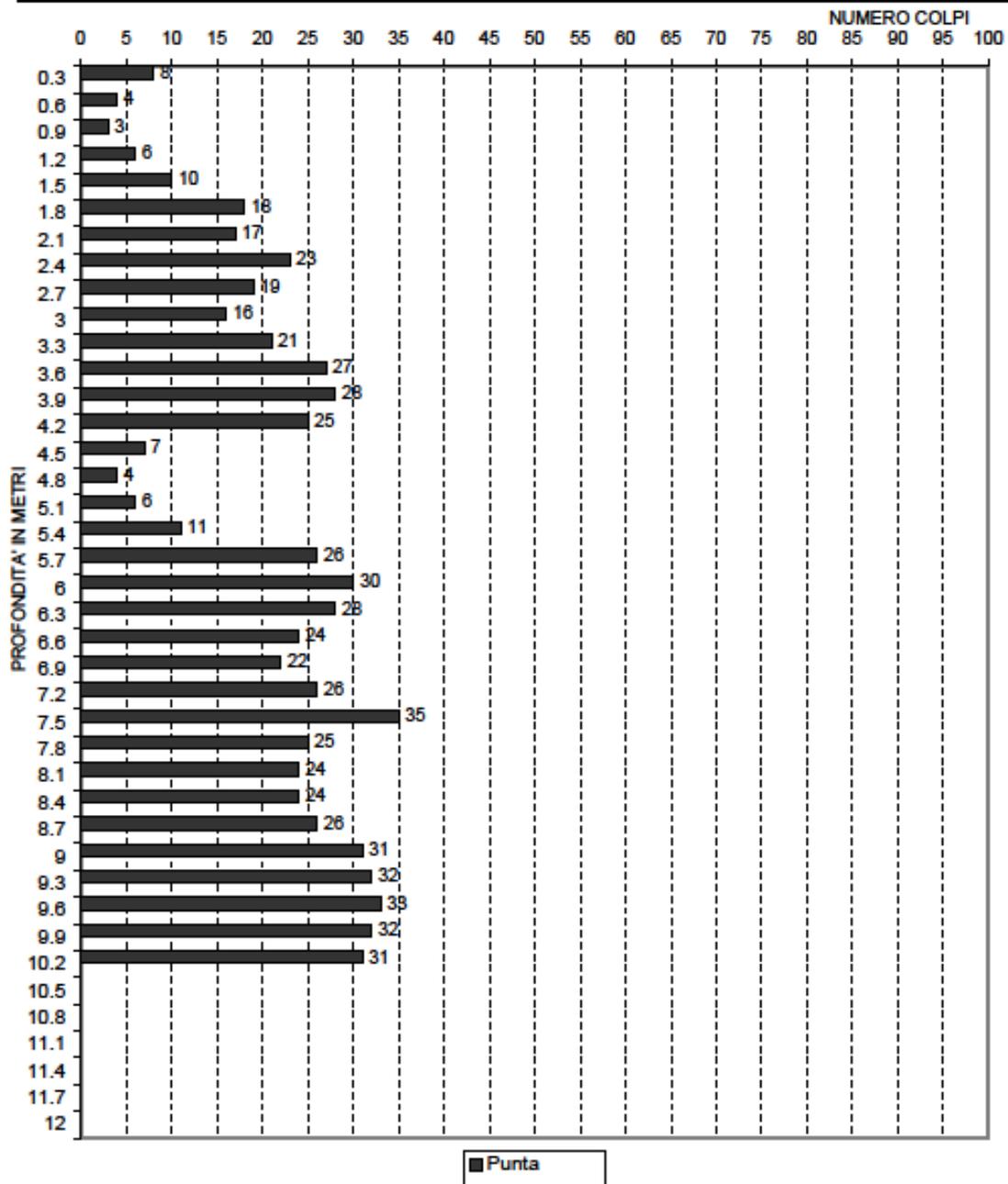
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 7

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

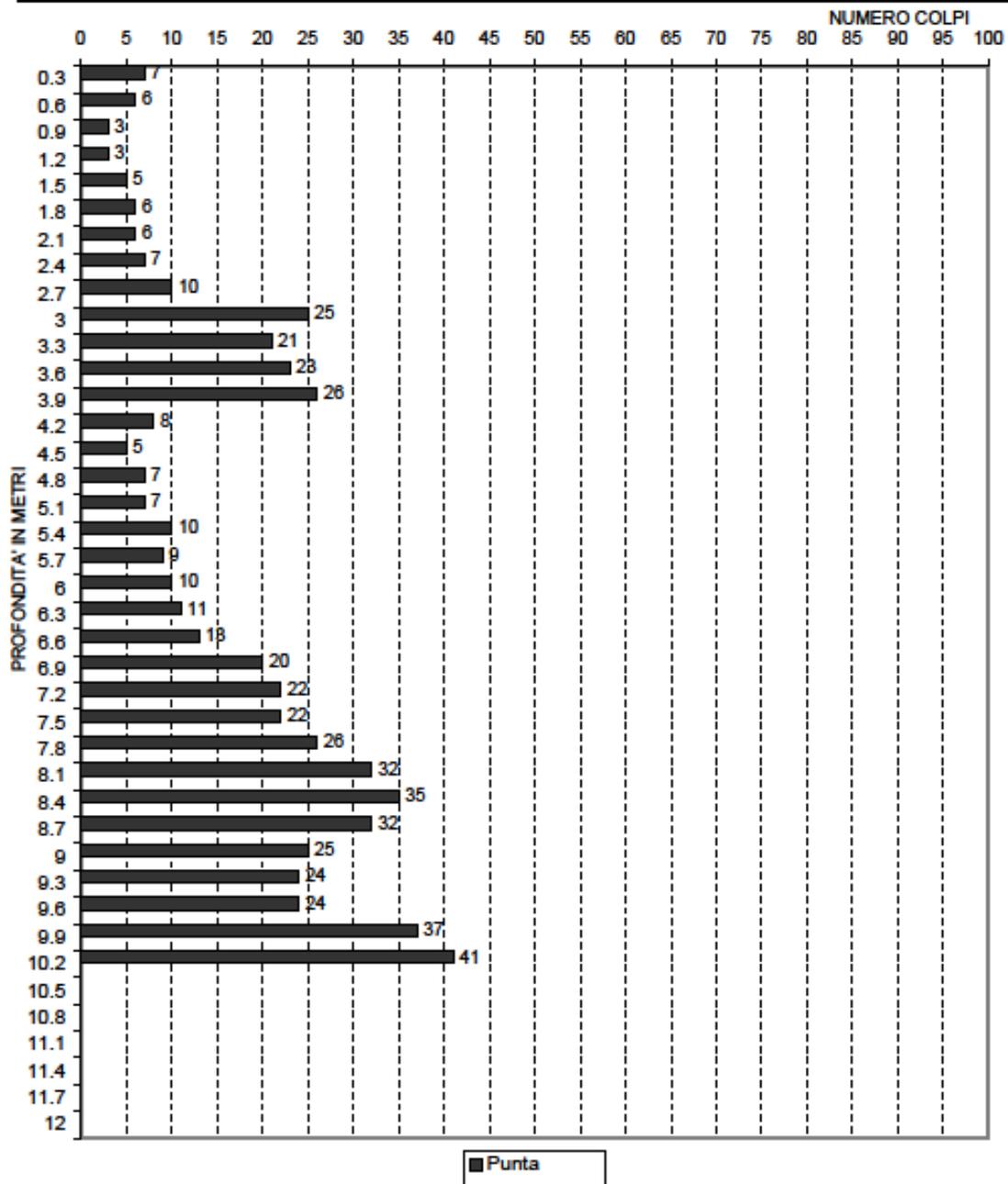
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 8

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica - Geotecnica
Piano Attuativo

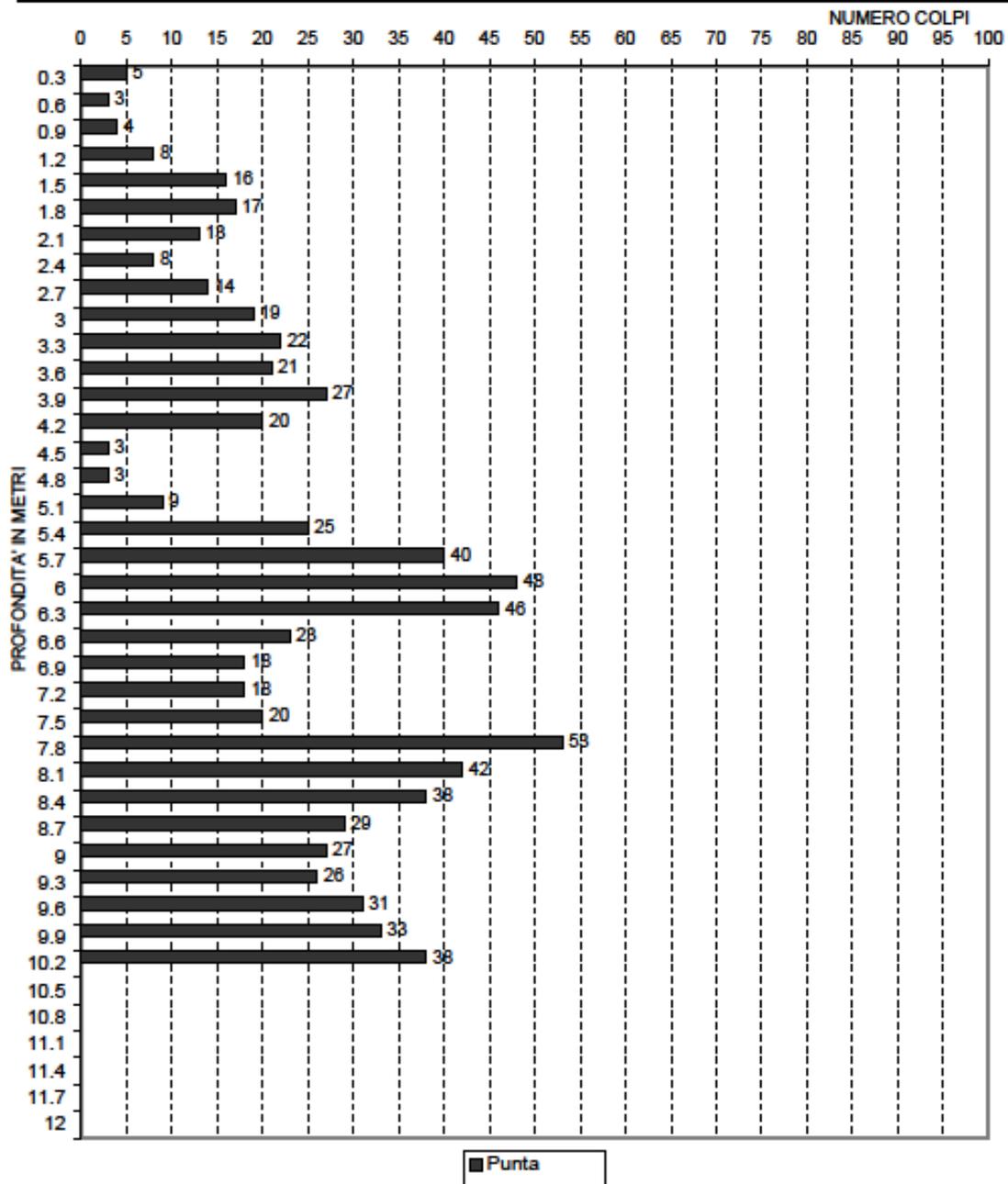
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 9

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

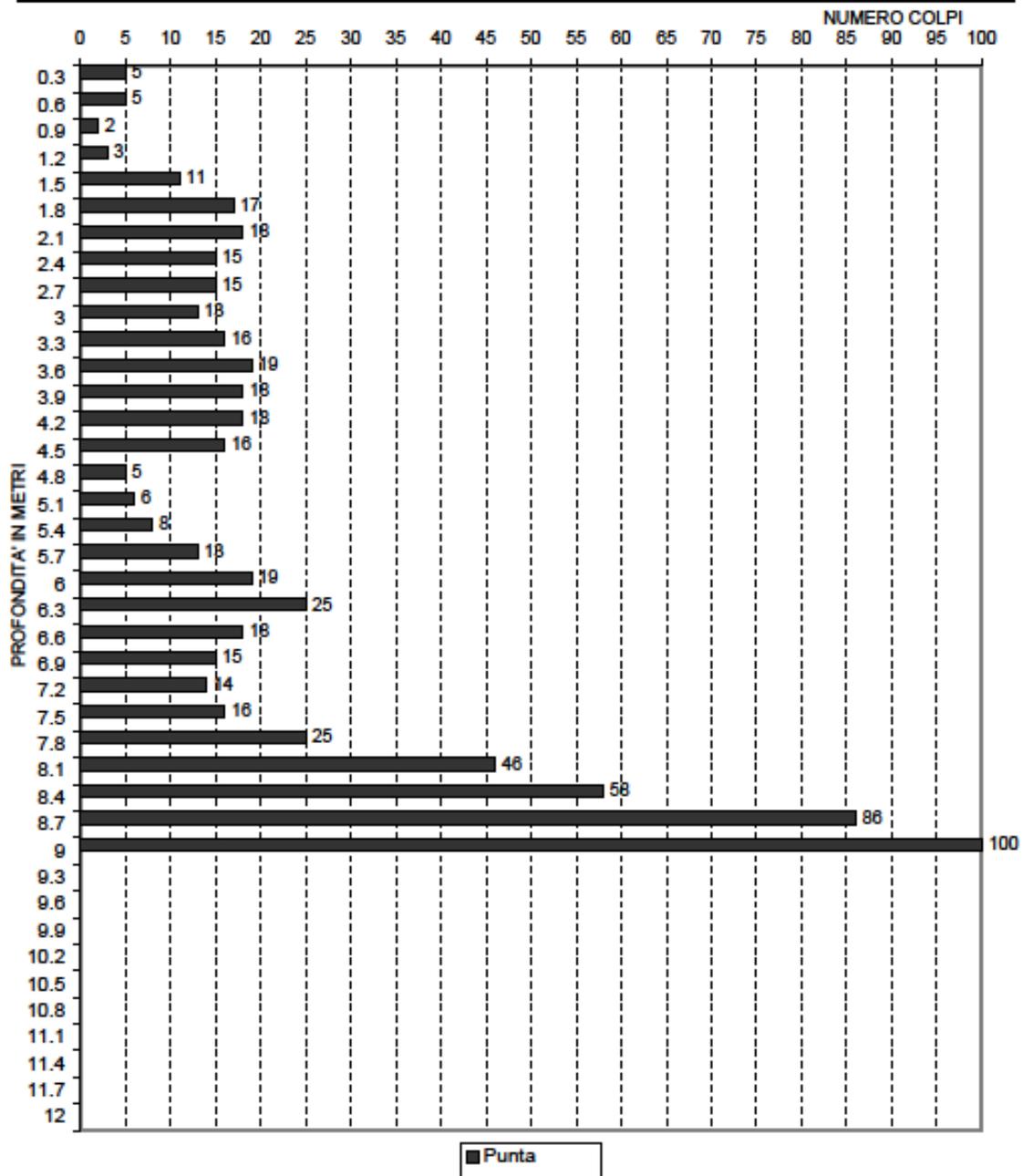
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 10

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

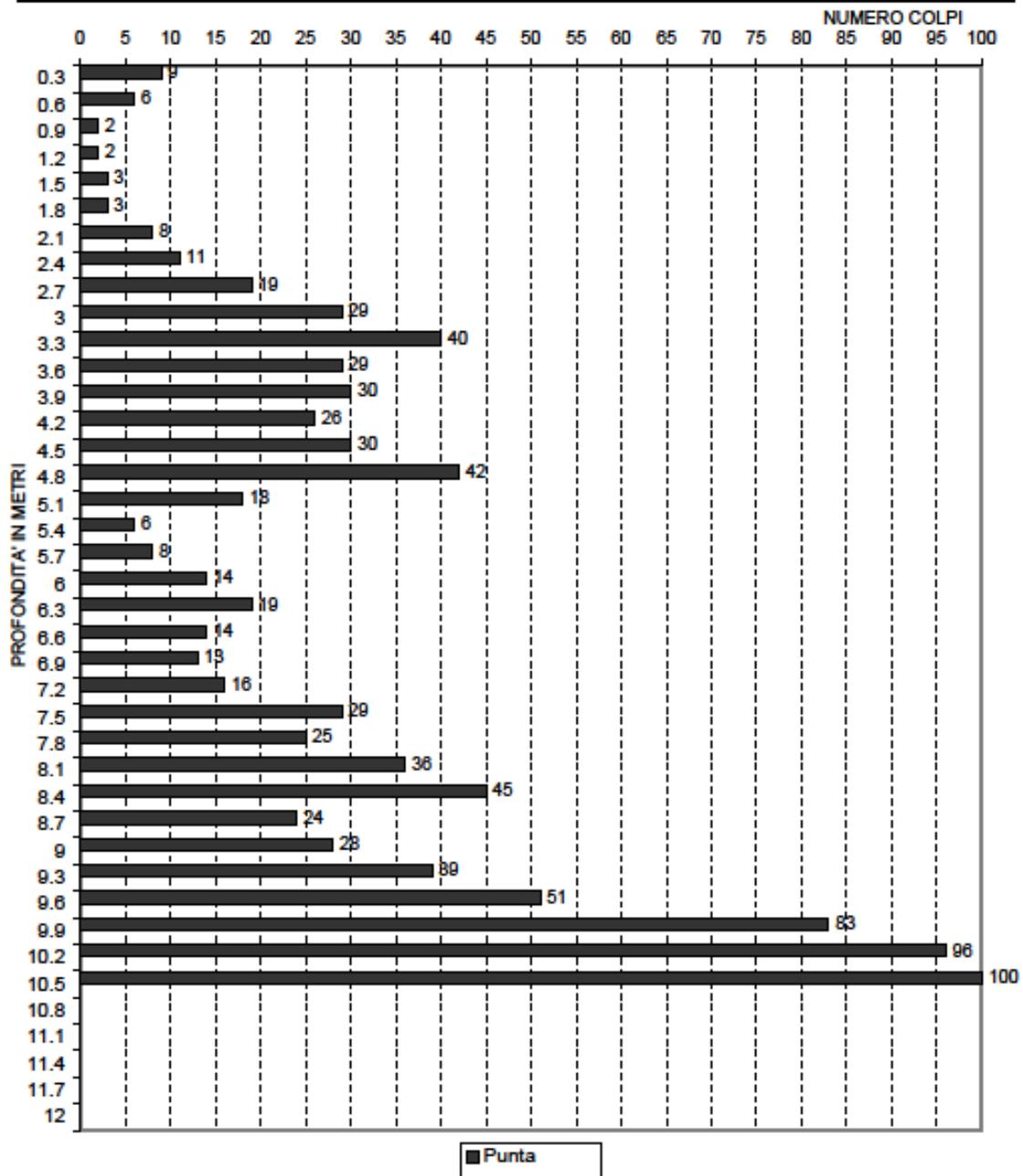
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 11

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

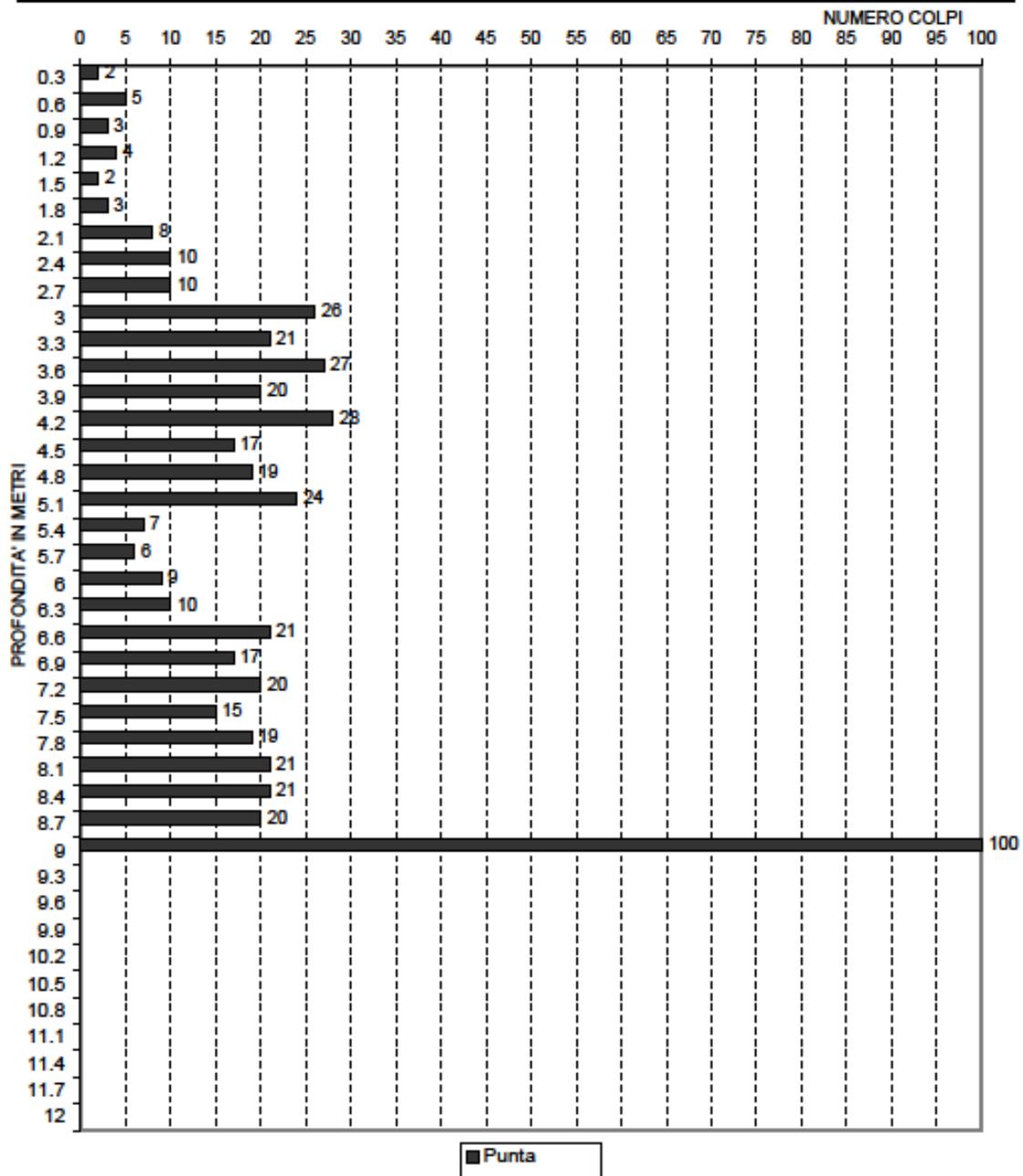
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 12

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta: 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

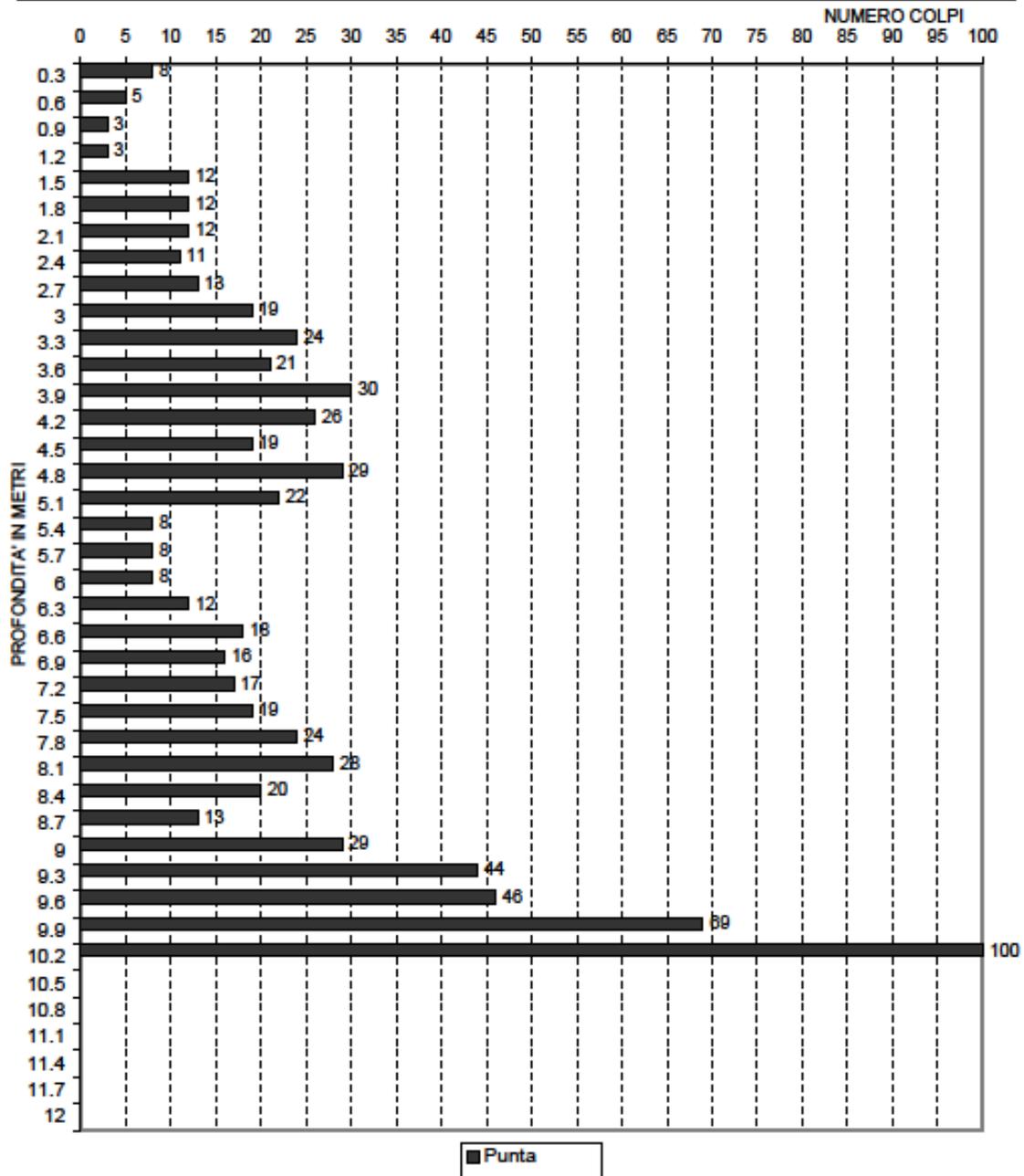
PROVA PENETROMETRICA SCPT n° 13

DATA: 11/04/2011

RIFERIMENTO: Dr. Roberto Luoni

LOCALITA': Cernusco sul Naviglio (MI)

LAVORO: "Piano Attuativo Campo della Modificazione m1_9"



STANDARD CONE PENETRATION TEST (SCPT)

Peso mazza: 73,5 Kg - Volata: 75 cm - Diametro punta 51 mm

GEODRILL S.r.l. - SETTORE PROVE IN SITO - via F.lli bandiera n° 2 - 24048 Treviolo (BG) - tel/fax 0356221296 - info@geodrill.it



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

ALLEGATO D

TABULATI DI ELABORAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

orizzonte N°1 valore caratteristico

		ANGOLO ATTRITO (°)	N _{spt}	NOTE
TERRENI GRANULARI	INPUT	Peck-Hanson & Thornburn	29.4	<5 m sopra falda e <8 m in falda (sabbie)
		Meyerhof < 5% limo	32.9	<5 m sopra falda e <8 m in falda (sabbie)
		Meyerhof > 5% limo	27.9	<3 m sopra falda e <5 m in falda (sabbie)
		Road Bridge Specification	26.0	>8-10 m sopra falda e > 15 in falda (sabbie fini o limose)
	SPT =	Japanese National Railway	29.4	* * (sabbie fini o limose fino a sabbie ghiaiose)
		Ohtsaki & Iwasaki	27.6	* * (sabbie da medie fino a deb. ghiaiose)
		Sowers	30.2	<4 m sopra falda e <7 m in falda (sabbie)
		De Meir	37.2	>2 m inattendibile per phi > 38° (Sabbie)
		DENSITA' RELATIVA (%)		
		Marcuson & Bieganousky	55.9	sabbie normalconsolidate
		Marcuson & Bieganousky	55.8	sabbie sovraconsolidate
		Bazaraa (1967)	35.1	pressione efficace => 0.732Kg/cm ²

MODULO DEFORMAZIONE (Kg/cm²)

Tomaghi et Ali	201.9	Inattendibile per SPT bassi o alti
Shmertmann	64.0	SABBIA FINE
Shmertmann	98.0	SABBIA MEDIA
Shmertmann	180.0	SABBIA GROSSOLANA
Schultze-Mezebach	118.2	SABBIA SOTTO FALDA
D'Appolonia et Ali	252.7	GHIAIA +SABBIA
D'Appolonia et Ali	480.0	SABBIA SC
Webb	112.0	SABBIA SATURA
Webb	41.8	SABBIA ARGILLOSA
Mezebach e Malcev	66.3	SABBIA FINE
Mezebach e Malcev	73.7	SABBIA MEDIA
Mezebach e Malcev	121.7	SABBIA +GHIAIA
Mezebach e Malcev	132.7	SABBIA GHIAIOSA
Bowles	117.3	SABBIA NORMAL CONSOLIDATA
Bowles	58.6	SABBIA SATURA
Bowles	171.3	SABBIA GHIAIOSA E GHIAIA
Bowles	42.8	SABBIA LIMOSA
Bowles	75.0	SABBIA ARGILLOSA
Bowles per N<=15	65.7	

MODULO DI TAGLIO (Kg/cm²)

Ohtsaki & Iwasaki	459.0	SABBIE PULITE
Ohtsaki & Iwasaki	574.1	SABBIE CON FINE PLASTICO

MODULO DI ELASTICITA' TANGENZIALE DINAMICO (Kg/cm²)

Imai & Tanouchi 1982	582.2	
----------------------	-------	--

VELOCITA' ONDE TAGLIO (m/s)

Imai & Tanouchi 1982	186.4	
----------------------	-------	--

COEFFICIENTE di POISSON

Jaky 1942	0.347	
-----------	-------	--



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

orizzonte

N°2 valore caratteristico

		ANGOLO ATTRITO (°)	Nspt	NOTE
TERRENI GRANULARI	INPUT	Peck-Hanson & Thornburn	35.9	<5 m sopra falda e <8 m in falda (sabbie)
		Meyerhof < 5% limo	39.9	<5 m sopra falda e <8 m in falda (sabbie)
		Meyerhof > 5% limo	35.6	<3 m sopra falda e <5 m in falda (sabbie)
		Road Bridge Specification	38.6	>8-10 m sopra falda e > 15 in falda (sabbie fini o limose)
	SPT =	Japanese National Railway	38.3	* * (sabbie fini o limose fino a sabbie ghiaiose)
		Ohtsaki & Iwasaki	39.9	* * (sabbie da medie fino a deb. ghiaiose)
		Sowers	36.7	<4 m sopra falda e <7 m in falda (sabbie)
		De Meir	49.0	>2 m inattendibile per phi > 38* (Sabbie)
		DENSITA' RELATIVA (%)		
		Marcuson & Bieganousky	81.7	sabbie normalconsolidate
		Marcuson & Bieganousky	81.3	sabbie sovraconsolidate
		Bazara (1967)	89.2	pressione efficace => 0.732Kg/cm²

MODULO DEFORMAZIONE (Kg/cm²)

Tomaghi et Ali	397.4	Inattendibile per SPT bassi o alti
Shmertmann	248.0	SABBIA FINE
Shmertmann	372.0	SABBIA MEDIA
Shmertmann	620.0	SABBIA GROSSOLANA
Schultze-Mezebach	239.4	SABBIA SOTTO FALDA
D'Appolonia et Ali	430.0	GHIAIA +SABBIA
D'Appolonia et Ali	704.5	SABBIA SC
Webb	224.0	SABBIA SATURA
Webb	115.8	SABBIA ARGILLOSA
Mezebach e Malcev	147.7	SABBIA FINE
Mezebach e Malcev	176.3	SABBIA MEDIA
Mezebach e Malcev	362.3	SABBIA +GHIAIA
Mezebach e Malcev	405.0	SABBIA GHIAIOSA
Bowles	234.5	SABBIA NORMAL CONSOLIDATA
Bowles	117.3	SABBIA SATURA
Bowles	452.7	SABBIA GHIAIOSA E GHIAIA
Bowles	113.2	SABBIA LIMOSA
Bowles	150.1	SABBIA ARGILLOSA
Bowles per N<=15	226.4	

MODULO DI TAGLIO (Kg/cm²)

Ohtsaki & Iwasaki	1639.8	SABBIE PULITE
Ohtsaki & Iwasaki	1807.1	SABBIE CON FINE PLASTICO

MODULO DI ELASTICITA' TANGENZIALE DINAMICO (Kg/cm²)

Imai & Tanouchi 1982	1487.8	
----------------------	--------	--

VELOCITA' ONDE TAGLIO (m/s)

Imai & Tanouchi 1982	285.1	
----------------------	-------	--

COEFFICIENTE di POISSON

Jaky 1942	0.295	
-----------	-------	--



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

orizzonte

N° 3 valore caratteristico

		ANGOLO ATTRITO (°)	N _{spt}	NOTE
TERRENI GRANULARI	INPUT	Peck-Hanson & Thornburn	30.0	<5 m sopra falda e <8 m in falda (sabbie)
		Meyerhof < 5% limo	33.7	<5 m sopra falda e <8 m in falda (sabbie)
		Meyerhof > 5% limo	28.8	<3 m sopra falda e <5 m in falda (sabbie)
		Road Bridge Specification	27.2	>8-10 m sopra falda e > 15 in falda (sabbie fini o limose)
	SPT =	Japanese National Railway	30.0	* * (sabbie fini o limose fino a sabbie ghiaiose)
	10	Ohsaki & Iwasaki	29.1	* * (sabbie da medie fino a deb. ghiaiose)
		Sowers	30.8	<4 m sopra falda e <7 m in falda (sabbie)
		De Meir	39.1	>2 m inattendibile per phi > 38° (Sabbie)
		DENSITA' RELATIVA (%)		
		Marcuson & Bieganousky	58.7	sabbie normalconsolidate
		Marcuson & Bieganousky	58.8	sabbie sovraconsolidate
		Bazaraa (1967)	39.3	pressione efficace => 0.732Kg/cm ²

MODULO DEFORMAZIONE (Kg/cm²)

Tomaghi et Ali	225.7	Inattendibile per SPT bassi o alti
Shmertmann	80.0	SABBIA FINE
Shmertmann	120.0	SABBIA MEDIA
Shmertmann	200.0	SABBIA GROSSOLANA
Schultze-Mezebach	128.7	SABBIA SOTTO FALDA
D'Appolonia et Ali	268.1	GHIAIA +SABBIA
D'Appolonia et Ali	481.3	SABBIA SC
Webb	121.7	SABBIA SATURA
Webb	48.2	SABBIA ARGILLOSA
Mezebach e Malcev	73.4	SABBIA FINE
Mezebach e Malcev	82.6	SABBIA MEDIA
Mezebach e Malcev	142.8	SABBIA +GHIAIA
Mezebach e Malcev	158.4	SABBIA GHIAIOSA
Bowles	127.5	SABBIA NORMAL CONSOLIDATA
Bowles	83.7	SABBIA SATURA
Bowles	195.8	SABBIA GHIAIOSA E GHIAIA
Bowles	48.9	SABBIA LIMOSA
Bowles	81.8	SABBIA ARGILLOSA
Bowles per N<=15	97.9	

MODULO DI TAGLIO (Kg/cm²)

Ohsaki & Iwasaki	566.1	SABBIE PULITE
Ohsaki & Iwasaki	680.2	SABBIE CON FINE PLASTICO

MODULO DI ELASTICITA' TANGENZIALE DINAMICO (Kg/cm²)

Imai & Tanouchi 1982	689.2	
----------------------	-------	--

VELOCITA' ONDE TAGLIO (m/s)

Imai & Tanouchi 1982	199.9	
----------------------	-------	--

COEFFICIENTE di POISSON

Jaky 1942	0.341	
-----------	-------	--



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

ALLEGATO F

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo



Foto 1: Ripresa dell'esecuzione dell'SCPT1



Foto 2: Ripresa dell'esecuzione dell'SCPT2



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo



Foto 3: Ripresa dell'esecuzione dell'SCPT3



Foto 4: Ripresa dell'esecuzione dell'SCPT5



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo



Foto 5: Ripresa dell'esecuzione dell'SCPT7



Foto 6: Ripresa dell'esecuzione dell'SCPT8



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo



Foto 7: Ripresa dell'esecuzione dell'SCPT9



Foto 8: Ripresa dell'esecuzione dell'SCPT10



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo



Foto 9: Ripresa dell'esecuzione dell'SCPT11



Foto 10: Ripresa dell'esecuzione dell'SCPT12



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo



Foto 11: Ripresa dell'esecuzione dell'SCPT13



Dr. Geol.
Roberto Luoni

Campo della Modificazione M1_9

Relazione Geologica – Geotecnica
Piano Attuativo

ALLEGATO G

ASSEVERAZIONE INDAGINE

**ASSEVERAZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA
RELATIVA AL PIANO ATTUATO DEL CAMPO DELLA MODIFICAZIONE M1-
9 DEL VIGENTE PGT DEL COMUNE DI CERNUSCO SUL NAVIGLIO (MI)**

Il sottoscritto Dott. Geol. ROBERTO LUONI, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Lombardia con il n. 866, con studio in via S. G. Emiliani 1 – 20135 Milano, tel-fax 0255186655, cell 3384778887, e-mail luoni.geo@gmail.com, PEC luoni@epap.sicurezzapostale.it, P.I. 11672710156, C.F. LNURRT62P15D869E

PREMESSO

- che nell'Aprile 2011 ha condotto un'indagine presso le aree interessate dal Piano Attuativo del Campo della modificazione M1-9 del vigente PGT del Comune di Cernusco sul Naviglio finalizzata alla definizione dell'assetto geologico dell'area e del modello geotecnico del sottosuolo;
- che l'indagine è stata condotta mediante ricerca dei dati di bibliografia esistenti relativi all'area di interesse, sopralluoghi e prove di terreno consistite nell'esecuzione di 13 prove penetrometriche dinamiche tipo SCPT;
- che gli esiti delle indagini condotte ha permesso la ricostruzione dell'assetto geologico, idrogeologico e idrografico dell'area in studio e il modello stratigrafico e geotecnico del sottosuolo che sarà interessato dalle opere edificatorie previste e la stesura di relazione geologica – geotecnica finale;

ASSEVERA

I risultati emersi dall'indagine condotta e riportati nella "Relazione Geologica – Geotecnica" dell'Aprile 2011 relativa al Piano Attuativo del Campo della Modificazione M1-9 del vigente PGT del Comune di Cernusco sul Naviglio.

Milano 06/04/2012

IN FEDE

Dott. Geol. ROBERTO LUONI

