



REGIONE PIEMONTE  
I Geologi:  
Dott. Andrea Bredy  
Dott. Andrea F. Labarbuta  
Dott. Simone Fiussello



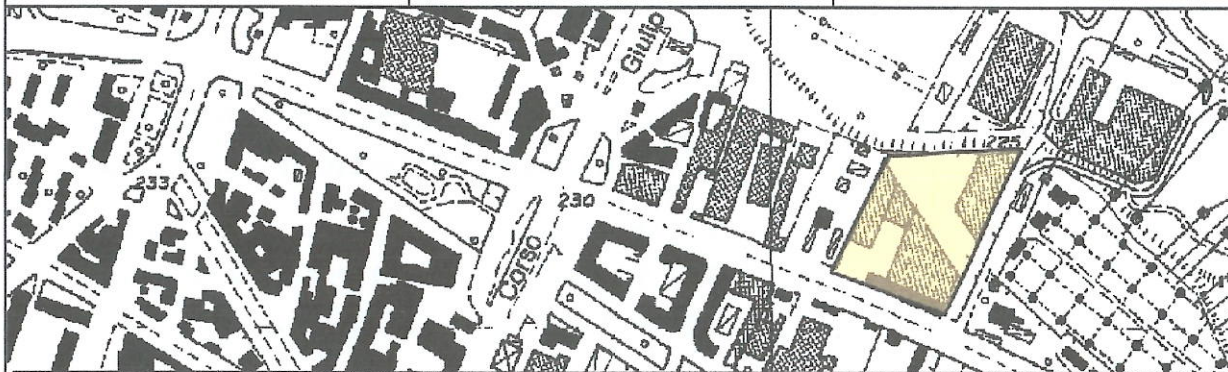
# RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

PROGETTO DI COSTRUZIONE NUOVO CENTRO COMMERCIALE  
IPERCOOP NEL COMUNE DI TORINO  
(Area Ex Alfa Romeo - Via Botticelli)

RIFERIMENTI:	D.M. 14/01/2008 (N.T.C.) N.T.A. P.R.G.C.	Ubicazione:			
RICHIEDENTE:	PRO.MO.GE.CO. S.r.l.				
ELABORAZIONI:		Data: Gennaio 2010			

I Professionisti:

Dott. Andrea Bredy 	Dott. Simone Fiussello	Dott. Andrea F. Labarbuta
------------------------	------------------------	---------------------------



Dott. Geol. Andrea Bredy  
Via A.Campana, 30  
12016 Peveragno (CN)  
P.IVA: 08367860015 - C.F.: BRDND71C03E379A  
Tel/Fax: 0171.38.31.28 - Cell: 340.49.23.790  
e-mail: andrea.bredy@geologiapiemonte.it

Geoart Snc  
Via Valprato N° 68/F  
10155 - Torino  
P.Iva/C.F.: 08881560018  
Tel: 011.28.35.89 - Fax: 011.38.10.940  
e-mail: [info@geoart.it](mailto:info@geoart.it) URL: [www.geoart.it](http://www.geoart.it)

**Comune di TORINO**

**Progetto di costruzione nuovo  
centro commerciale IPERCOOP**

**Relazione geologica  
e  
Caratterizzazione geotecnica dei terreni  
di fondazione**



**INDICE**

<b>1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO .....</b>	<b>2</b>
	2.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .....	4
	2.1.1. <i>Il Bacino Terziario Piemontese</i> .....	4
	2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-TECNICO DI DETTAGLIO .....	7
	2.3. INQUADRAMENTO VINCOLISTICO .....	10
<b>3.</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE .....</b>	<b>13</b>
	3.1. ASSETTO STRATIGRAFICO.....	18
	3.2. STANDARD PENETRATION TEST (PROVE SPT).....	18
	3.3. PIEZOMETRI .....	21
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>22</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione geologica viene redatta in previsione del progetto di costruzione di un nuovo centro commerciale IPERCOOP nel Comune di TORINO, nell'attuale area Ex Alfa Romeo all'intersezione tra la via Botticelli ed il proseguimento della via Mercadante denominata via Basse di Stura.

A tale scopo sono state eseguite indagini e sopralluoghi sull'area interessata dall'intervento ed una dettagliata analisi della documentazione bibliografica di carattere geologico e geotecnico esistente ed in particolare di quella allegata al P.R.G.C. di Torino. L'indagine è stata estesa ad un significativo intorno dell'area interessata dagli interventi traendone le opportune valutazioni sulla compatibilità degli interventi con l'assetto geologico e geotecnico locale.

Allo scopo di caratterizzare geotecnicamente i terreni di fondazione ed indagare l'assetto stratigrafico ed idrogeologico locale sono state eseguite indagini geognostiche, consistenti in:

- N° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo dal p.c. fino a -15 (Sg1 e Sg3) e -25 m (Sg2);
- Esecuzione di n° 15 prove SPT;
- Installazione di n°3 tubi piezometrici in corrispondenza dei fori di sondaggio.

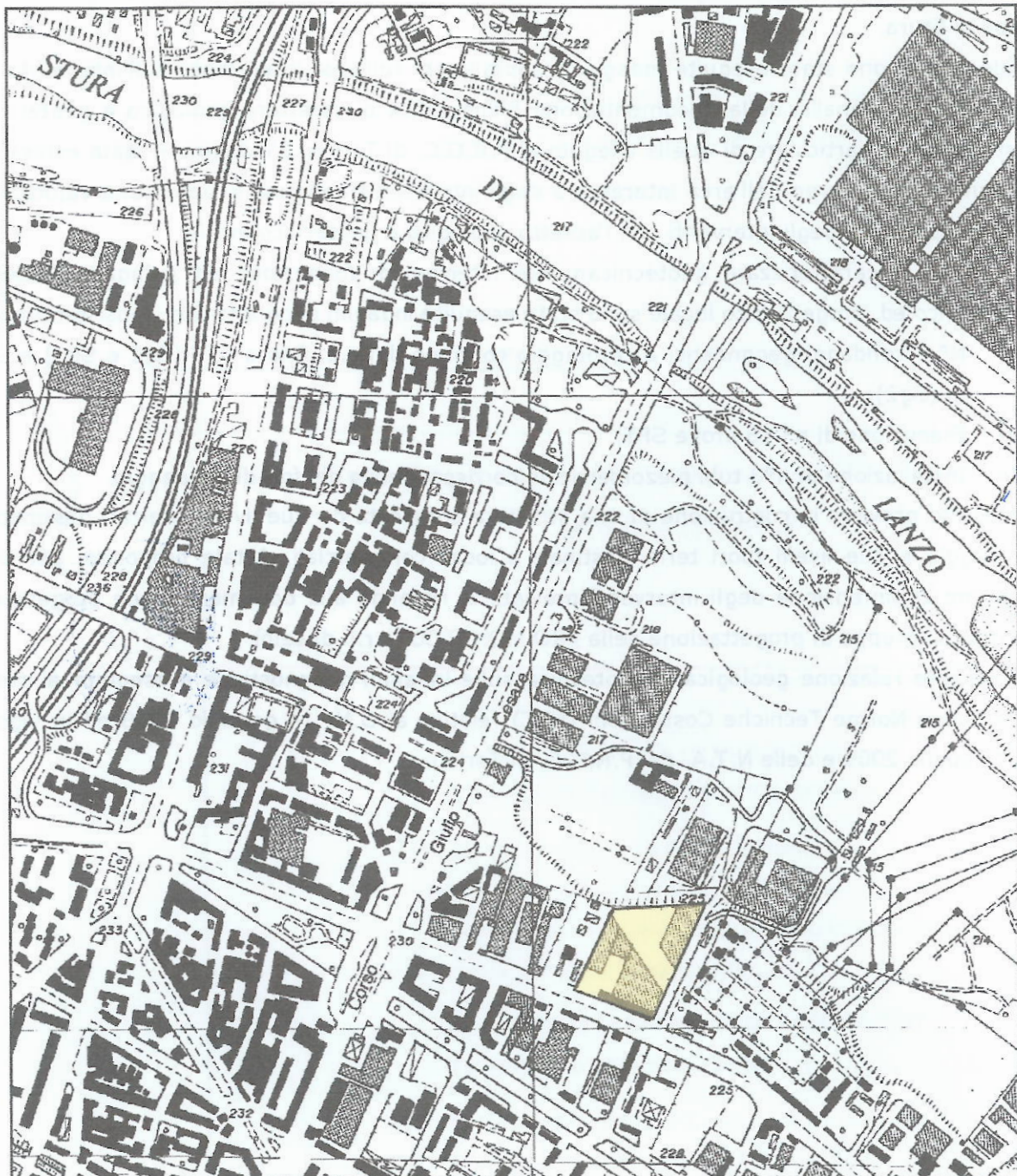
Il progetto prevede la costruzione di una struttura composta da due livelli interrati destinati a parcheggio e due livelli fuori terra destinati a locali commerciali. A tale proposito, per una maggiore comprensione degli interventi previsti, si rimanda alla documentazione progettuale redatta dal gruppo di progettazione della PRO.MO.GE.CO. s.r.l. di Leini.

La presente relazione geologica e geotecnica sulle indagini geognostiche è eseguita ai sensi delle nuove Norme Tecniche Costruzioni (NTC) relative al D.M. 14 gennaio 2008 ed in vigore dal 1° Luglio 2009 e delle N.T.A. del P.R.G.C. di Torino.

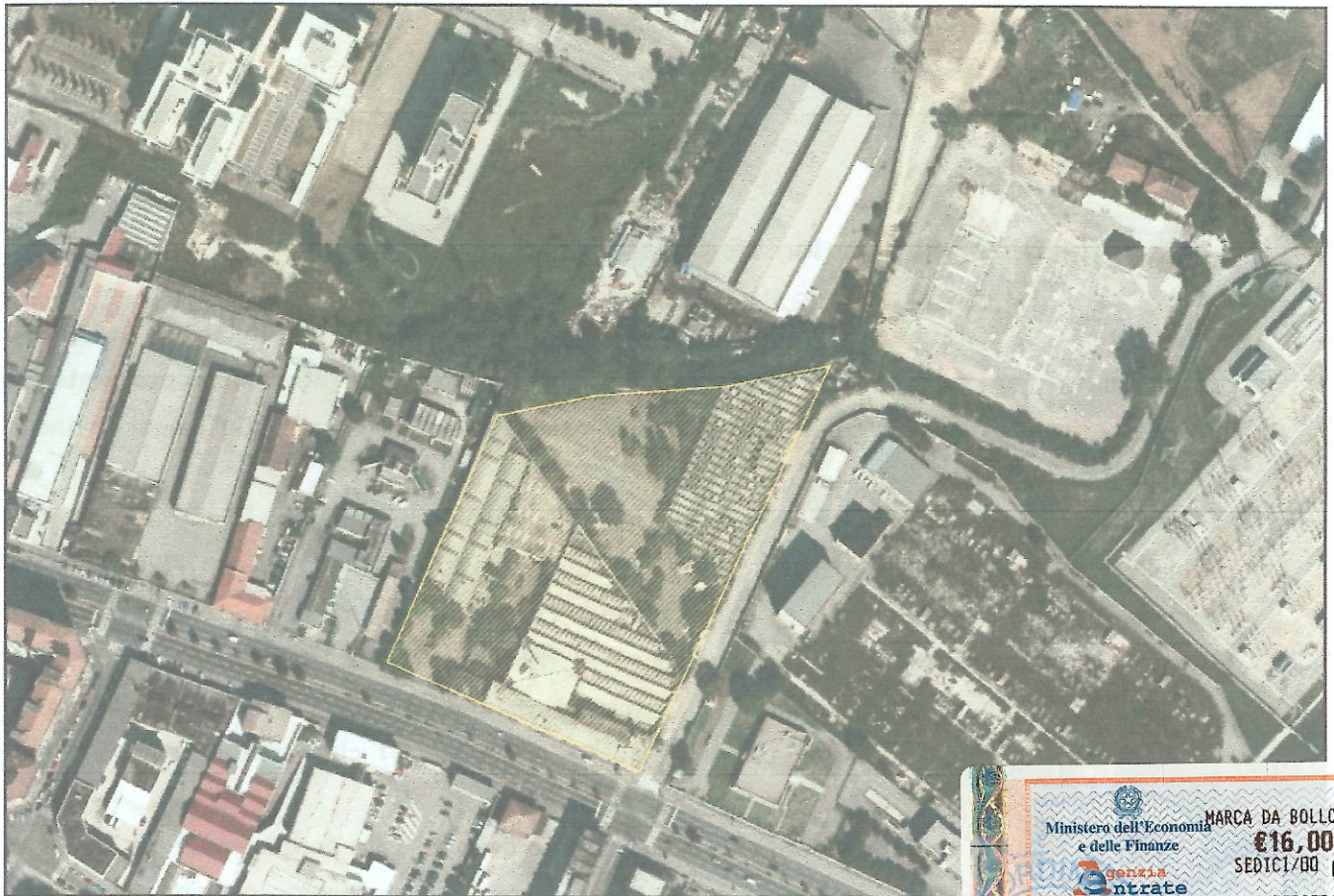


## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area in studio è ubicata nella zona nord del Comune di Torino compresa tra piazza Derna e piazza Sofia, nel dettaglio ricade in un quadrante identificato come zone urbane consolidate per attività produttive delimitato dalle vie Basse di Stura e Botticelli.



Ubicazione area d'intervento su base CTR (sezione 156050) - scala 1:10.000



Ubicazione area d'intervento su immagine satellitare



Vista panoramica dell'ingresso su via Botticelli

Si tratta di un settore mediamente antropizzato ove sorgono edifici di tipo diverso, prevalentemente ad uso produttivo-industriale. Allo stato attuale all'area si può accedere solo dalla via Botticelli e Basse di Stura.

Dal punto di vista geomorfologico l'area si trova sulla sponda sinistra del Fiume Stura di Lanzo ed in particolare il sito d'intervento si trova immediatamente al di sopra della scarpata del terrazzo di origine alluvionale che separa la piana alluvionale del corso d'acqua, ove affiorano dei depositi alluvionali recenti ed attuali, dai terreni di origine fluvioglaciale. Si tratta di un

3

settore pianeggiante posto ad una quota media di 228 m s.l.m.

L'idrografia superficiale che caratterizza la zona in studio è quindi il Fiume Stura di Lanzo che scorre con direzione W-NW/E-SE a circa 600 m a N; non si segnala la presenza di altri corsi d'acqua significativi.

## **2.1. Inquadramento geologico generale**

### **2.1.1. Il Bacino Terziario Piemontese**

Da un punto di vista geologico generale, l'area oggetto d'indagine s'inserisce nell'ampio contesto del settore occidentale della Pianura Padana, compreso tra l'arco alpino occidentale e il margine esterno dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana, a N, e la Collina di Torino e l'Altopiano di Poirino, ad E.

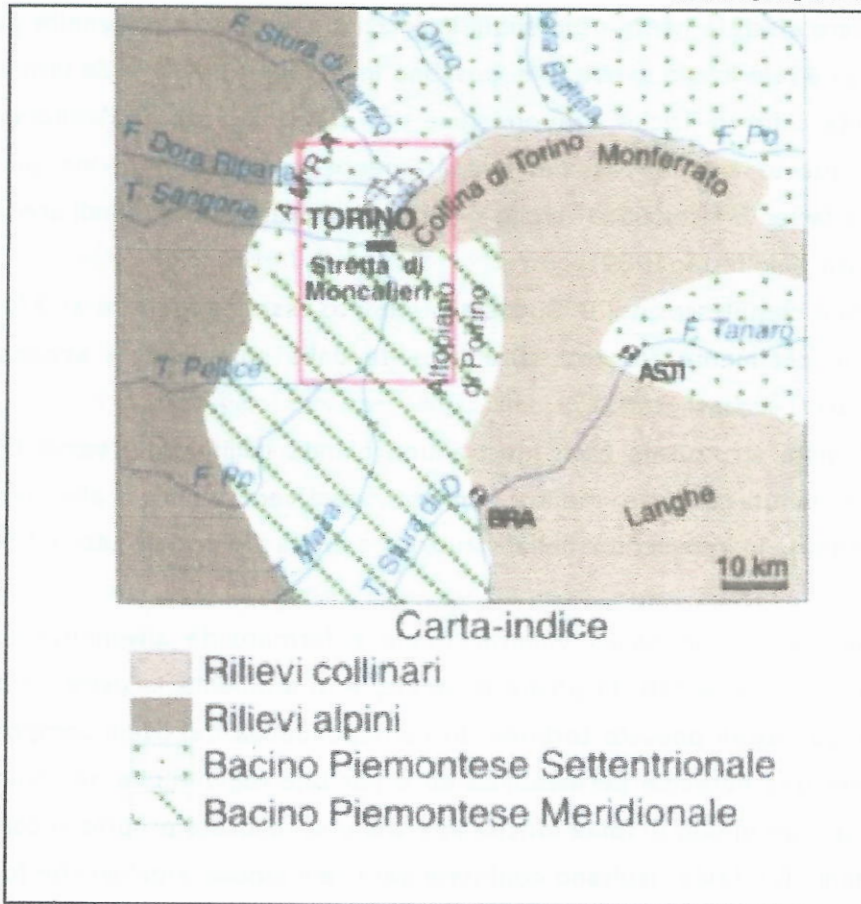
La copertura quaternaria, rappresentata da depositi fluviali con spessore compreso tra una decina e un centinaio di metri, poggia su un substrato di età compresa tra l'Eocene ed il Pliocene medio. Quest'ultimo intervallo stratigrafico è rappresentato da una successione terrigena marina, affiorante in corrispondenza ai rilievi collinari e, localmente, da depositi pliocenici passanti da facies marine ("piacenziana" ed "astina") ad una successione continentale di ambiente fluvio-lacustre (facies "villafranchiana") che costituisce la maggior parte del sottosuolo torinese (Lucchesi, 2001).

La presenza nel settore immediatamente a S di Torino del substrato prequaternario a modesta profondità (20-30 m.) è stata interpretata come conseguenza della prosecuzione occidentale dell'anticlinale della Collina di Torino.

E' stata infatti ipotizzata l'esistenza di una struttura sepolta, con una direzione grosso modo NNE-SSW ed una immersione verso SSW (Zanella, 1992), tale da configurare uno "spartiacque sotterraneo profondo" denominato "Stretta di Moncalieri". Quest'ultimo separa due bacini rappresentati rispettivamente dalla terminazione occidentale del bacino padano e da un bacino locale con sviluppo trasversale rispetto al precedente, indicati come Bacino Piemontese settentrionale (BPS) e Bacino Piemontese meridionale (BPM) (Lucchesi, 2001).

L'area in cui si svolge il presente studio ricade nella porzione di pianura indicata come BPS.





Schema dei rapporti tra la Collina di Torino ed i settori di pianura a N e a S della Stretta di Moncalieri (da Lucchesi, 2001).

Come precedentemente anticipato, il *substrato* è rappresentato dal complesso dei depositi marini prepliocenici. Esso è prevalentemente costituito da sedimenti pelitico-siltosi con intercalazioni detritiche grossolane, per lo più cementate, e, verso l'alto, si chiude con sedimenti argilloso-marnosi riferibili al Miocene superiore (Messiniano) entro cui possono anche essere presenti livelli di gessi (Molfetta, 1989)

Tale successione risulta, nel complesso, impermeabile; solo in corrispondenza alla parte alta della successione, dove si possono rinvenire gessi e/o calcari, è possibile incontrare un livello acquifero legato a fenomeni di carsismo e caratterizzato da acque di estrema durezza. (Zanella, 1968). Quest'ultimo intervallo stratigrafico (Miocene), nel settore di pianura a N di Torino, mostra uno spessore verticale di oltre 360 m. e risulta caratterizzato da una inclinazione verso W (Lucchesi, 2001)

Da un punto di vista strutturale il substrato presenta una complessa struttura anticlinale, con asse disposto NE-SW notevolmente inclinato verso SW (Civita & Pizzo, 2001), ed una serie di blande pieghe che mostrano il medesimo andamento (Lucchesi, 2001)

Il *Complesso dei depositi marini pliocenici* risulta caratterizzato da litotipi che vanno dalle sabbie alle argille. Le prime caratterizzano l'intervallo stratigrafico rappresentato dall'Astiano

e si rivelano essere discretamente permeabili in relazione alla loro omogeneità granulometrica. In corrispondenza a tale livello sabbioso si possono infatti individuare falde idriche in pressione con buone qualità chimico-fisiche e buone rese dal punto di vista dell'utilizzazione potabile. Verso il basso queste sabbie passano gradatamente a depositi via via più argillosi che rappresentano la facies "Piacenziana" e che risultano impermeabili, e quindi sterili, dal punto di vista idrogeologico. (Molfetta, 1989)

Lo spessore di tale complesso, nel BPS, è stato stimato essere superiore ai 270 m. e la parte superiore appare localmente troncata direttamente dalla superficie di appoggio basale dei depositi quaternari (Lucchesi, 2001)

Da un punto di vista strutturale esso mostra una blanda inclinazione verso ESE nel settore occidentale della pianura torinese, mentre l'immersione diventa opposta alla precedente, e con inclinazioni maggiori, in prossimità della struttura sepolta deformata della Collina (Civita & Pizzo, 2001).

Il *Complesso dei depositi in facies Villafranchiana* è formato da alternanze di sedimenti di ambiente fluviale, rappresentati da ghiaie e sabbie, e di ambiente lacustre-palustre, costituiti da limi e argille con locali passate torbose. In corrispondenza dei livelli composti da ghiaie e sabbie è presente una notevole permeabilità ed è per tale ragione che nel "Villafranchiano" è stato rinvenuto un complesso di falde idriche in pressione collocate proprio in corrispondenza ai depositi grossolani. Tali falde risultano confinate dai livelli limoso-argillosi che fungono da setti impermeabili. (Molfetta, 1989) e mostrano valori medi di conducibilità idraulica dell'ordine di  $1.0E-04$  m/s (Civita & Pizzo, 2001).

Tale Complesso mostra degli spessori verticali molto variabili che, nel BPS, risultano compresi tra una decina di metri, verso la periferia nord-occidentale di Torino (dove risulta collocata l'area indagata), e circa 270 m. presso Borgaro-Venaria.

La sua geometria è risultata invece essere di tipo "decescente" da W verso E. (Lucchesi, 2001).

Il corpo sedimentario rappresentato dai *depositi quaternari*, nell'area oggetto di studio, risulta prevalentemente composto da depositi fluvio-glaciali e fluviali riferibili al Pleistocene medio-Olocene. Essi sono formati da depositi grossolani (essenzialmente ghiaie e sabbie) con subordinate passate limoso-argillose e mostrano, di conseguenza, un buon grado di permeabilità.

Nella maggior parte dei casi, sulla base delle sole informazioni ricavate dalle stratigrafie dei sondaggi, può risultare difficoltoso riconoscere i depositi quaternari dai sedimenti ghiaioso-sabbiosi appartenenti al Complesso Superiore del Villafranchiano, nel caso in cui questi ultimi siano presenti (Lucchesi, 2001). Il Villafranchiano è stato infatti suddiviso in due Complessi da Carraro *et al.* (1996): un Complesso Inferiore (Pliocene medio), costituito prevalentemente dall'alternanza di sabbie e argille, ed uno Superiore (Pleistocene inferiore) costituito da

6



sedimenti ghiaioso-sabbiosi. Data tale difficoltà, si è stabilito di posizionare il limite tra Villafranchiano e Quaternario in corrispondenza alla comparsa di livelli ghiaiosi con spessore rilevante (generalmente superiore ai 3-5 m) (Lucchesi, 2001).

I diversi corpi sedimentari sopra menzionati sono messi a contatto tra di loro tramite delle superfici che, a seconda dei casi, possono essere di natura stratigrafica oppure erosionale.

La superficie che mette in contatto il substrato con i depositi pliocenici, per esempio, è di tipo stratigrafico ed è stata stimata essere ad una profondità di circa 168 m in corrispondenza al Cimitero Monumentale di Torino. Nel complesso essa sembra avere una inclinazione media dell'1% verso NW nel settore più prossimo alla Collina di Torino, mentre verso W si presume che questa si approfondisca rapidamente.

Anche la superficie di contatto tra depositi pliocenici e villafranchiani è di tipo stratigrafico e nel BPS si sviluppa ad una profondità compresa tra 209 m, alla periferia N di Torino, e 95 m, a Torino Mirafiori. Essa risulta allungata in direzione SW-NE, parallelamente al margine nordoccidentale dei rilievi collinari.

La superficie di appoggio basale dei depositi quaternari rappresenta invece una superficie di natura erosionale in quanto mette a contatto complessi con diversa giacitura, natura ed età. Infatti il Quaternario poggia, a seconda dei settori, sul Villafranchiano (verso la periferia occidentale della città), sul Pliocene (nella fascia di pianura più prossima al Po) oppure direttamente sul substrato. Solitamente nel BPS essa mostra una inclinazione di circa 6% verso SE, solo nel settore nordoccidentale essa appare caratterizzata da una debole inclinazione di circa il 2% verso NE. Tale superficie sembra inoltre svilupparsi, nel BPS, ad una quota compresa tra 300 m circa (presso Alpignano) e 156-175 m alla periferia settentrionale di Torino (Borgaro e Settimo Torinese) (Lucchesi, 2001).

## 2.2. Inquadramento geologico-tecnico di dettaglio

Facendo riferimento alla C.G.I. foglio n° 56 Torino in corrispondenza dell'area in studio viene segnalata la presenza di Depositi Fluvioglaciali Rissiani così descritti: "Depositi ghiaioso-sabbiosi con paleosuolo rosso-arancio, perlopiù terrazzati, corrispondenti al livello fondamentale dell'alta pianura, raccordantisi con le cerchie moreniche rissiane".

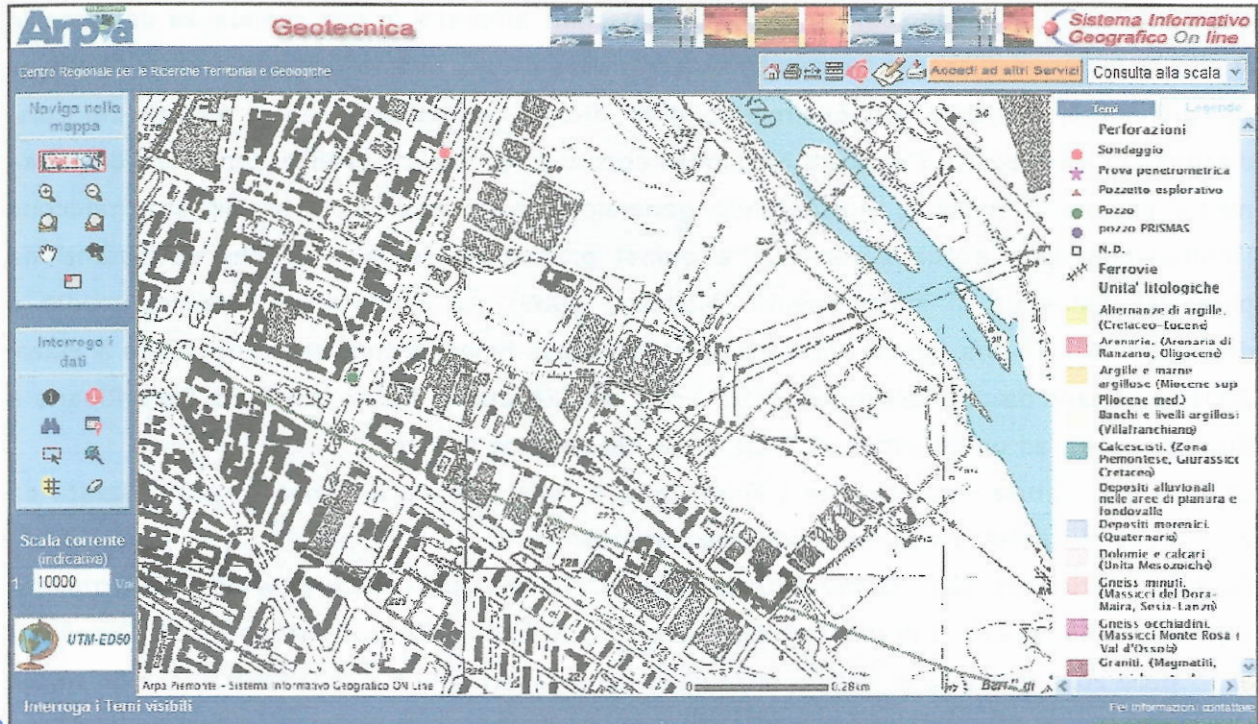




Stralcio della Carta Geologica D'Italia - Foglio n° 56 "Torino"

Immediatamente a valle dell'area in studio, ovvero spostandosi verso N in direzione del F. Stura di Lanzo, affiorano invece i terreni alluvionali medio-recenti ed antichi legati alla dinamica fluviale del corso d'acqua.

Dal punto di vista litostratigrafico, facendo riferimento a quanto presente sulla banca dati geotecnica reperibile sul sito [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it) si può osservare come nell'intorno dell'area in studio siano note alcune stratigrafie di sondaggi geognostici e pozzi.



Ubicazione dati stratigrafici noti nell'intorno dell'area in studio  
(tratto da <http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>)

La consultazione di tali dati stratigrafici permette di risalire ad una prima individuazione dell'assetto stratigrafico generale dell'area, caratterizzato dalla presenza di:

- un orizzonte superficiale di terreni di riporto potente anche 1-2 m.
- un orizzonte di depositi limoso-sabbiosi poco consolidati che possono raggiungere la profondità di 3-4 m dal p.c.
- al di sotto si incontrano i primi orizzonti ghiaiosi con ciottoli che proseguono, alternati ad orizzonti più sabbiosi e/o limosi fino a circa - 40 m dal p.c.

Perforazioni																					
Reo	Codice perforazione	Nome Perforazione	Data inizio	Data fine	Provincia	Comune	Cantiere	Località	Foglio	Formazione Geologica	Quota s.l.m.	Inclinazione rispetto alla verticale (gradi)	Profondità (m)	Diametro (mm)	Rivestimento (mm)	Falda (m p.c.)	Tipo sonda	Tipo perforazione	Tecnica perforazione	Tipo materiale	Utensile perforazione
1	105222	PDerra	4/9/1951	18/9/1951	TO	TORINO	Impianto San Paolo	Piazza Derra	755	Depositi litologici ghiaiosi sabbiosi con ciottoli (Pleistocene)	290	0	30,3	400	13,2		pozzo	non consolidato	terreno	non consolidato	
Unità litologiche																					
Reo	Classe	Unità litologica																			
1	D1	Depositi alluvionali nelle aree di pianura e fondovalle																			

Scheda riportante i dati di una perforazione nell'intorno dell'area in studio  
(tratto da <http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>)

Dal punto di vista idrogeologico i depositi quaternari affioranti in corrispondenza dell'area in studio, a motivo dell'elevata permeabilità, sono sede di una falda idrica a superficie libera, la cui profondità, variabile stagionalmente, è in diretta connessione con il regime dei corsi d'acqua cui è collegata. I depositi alluvionali costituiscono inoltre i ripiani terrazzati dell'alta-media pianura torinese e, presentando generalmente un paleosuolo argillificato, riducono l'infiltrazione delle acque superficiali e quindi proteggono le falde idriche sottostanti da potenziali fenomeni di inquinamento (Molfetta, 1989). La conducibilità idraulica media è dell'ordine di  $10^{-4}$  m/s (ghiaie sabbiose, ghiaie sabbioso-limose e conglomerati) (Civita & Pizzo, 2001) e variano da un massimo di  $5 \cdot 10^{-3}$  m/s nel Comune di Torino, tra fiumi Dora Riparia e Stura di Lanzo, ad un minimo di  $4.1 \cdot 10^{-7}$  m/s nel Comune di Rivoli.

La zona non satura compresa tra i Fiumi Dora Riparia e Stura di Lanzo è caratterizzata da valori di conducibilità idraulica equivalente compresi tra  $10^{-3}$  e  $10^{-5}$  m/s.

Facendo riferimento allo "Studio idrogeologico finalizzato alla caratterizzazione dell'acquifero superficiale nel territorio di pianura della provincia di Torino (De Luca, Ma sciocco, Ossella et al.)" nella zona in studio la soggiacenza della falda superficiale è compresa tra 10 e 20 m, ed in base ai dati stratigrafici noti si può preliminarmente ipotizzare la presenza intorno ai 13-14 m.

La vulnerabilità di tale acquifero va da moderata ad elevata.

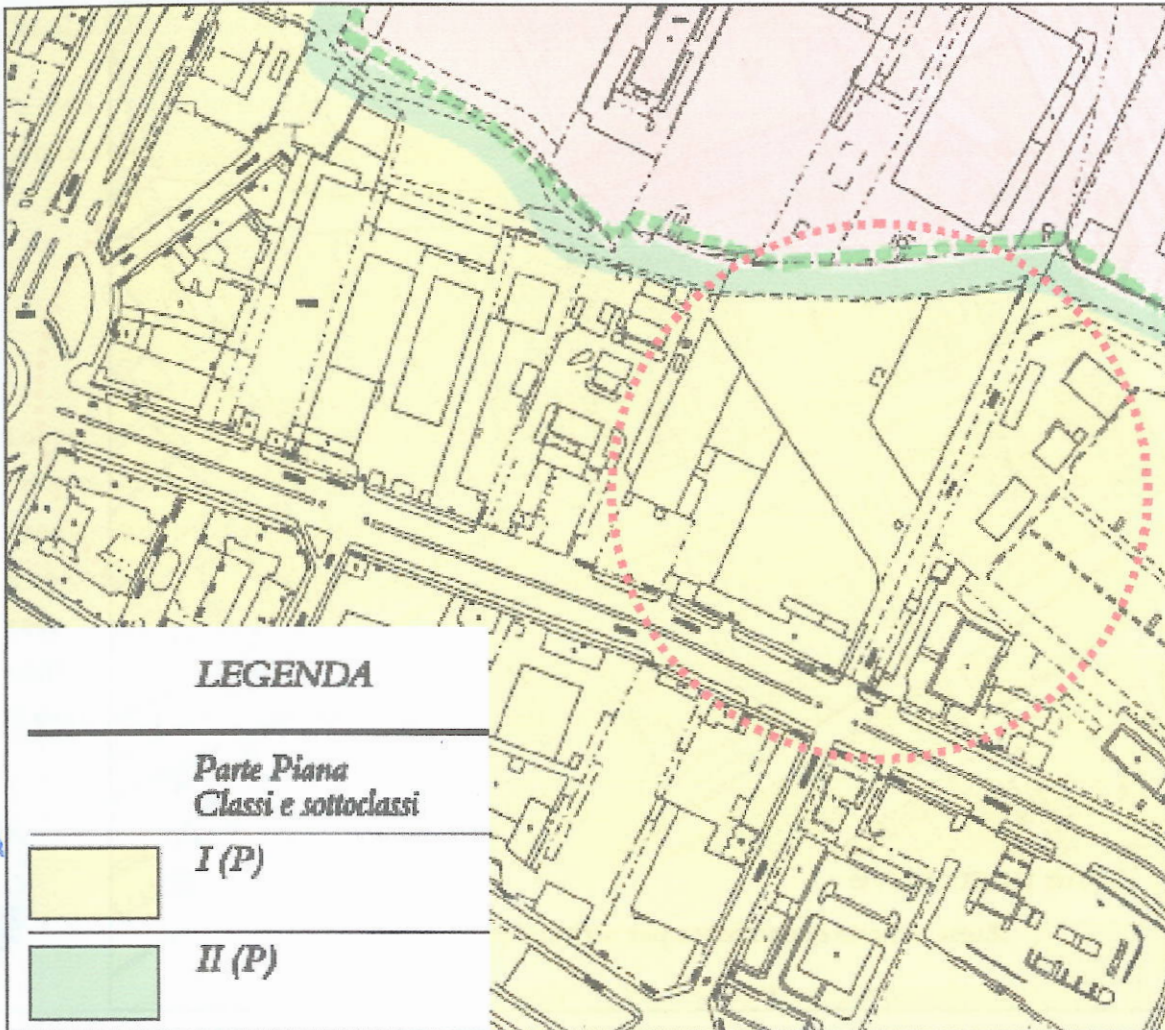
### 2.3. Inquadramento vincolistico

Analizzando la documentazione geologico-tecnica relativa alla variante 100 di adeguamento al P.A.I. del P.R.G.C. di Torino l'area oggetto d'intervento è inserita in **CLASSE I -Sottoclasse I(P) - Zone non soggette a pericolo di inondazione né di allagamento.**

Nelle N.T.A. del P.R.G.C. di Torino (Allegato B) tali aree vengono descritte come le "porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/88. Per le aree inserite in tale classe si applicano le destinazioni d'uso, i tipi di intervento, le procedure, le limitazioni e le specificazioni previste dalle Norme Urbanistico Edilizie di Attuazione del P.R.G., relative alle singole zone e aree normative e dell'allegato B".

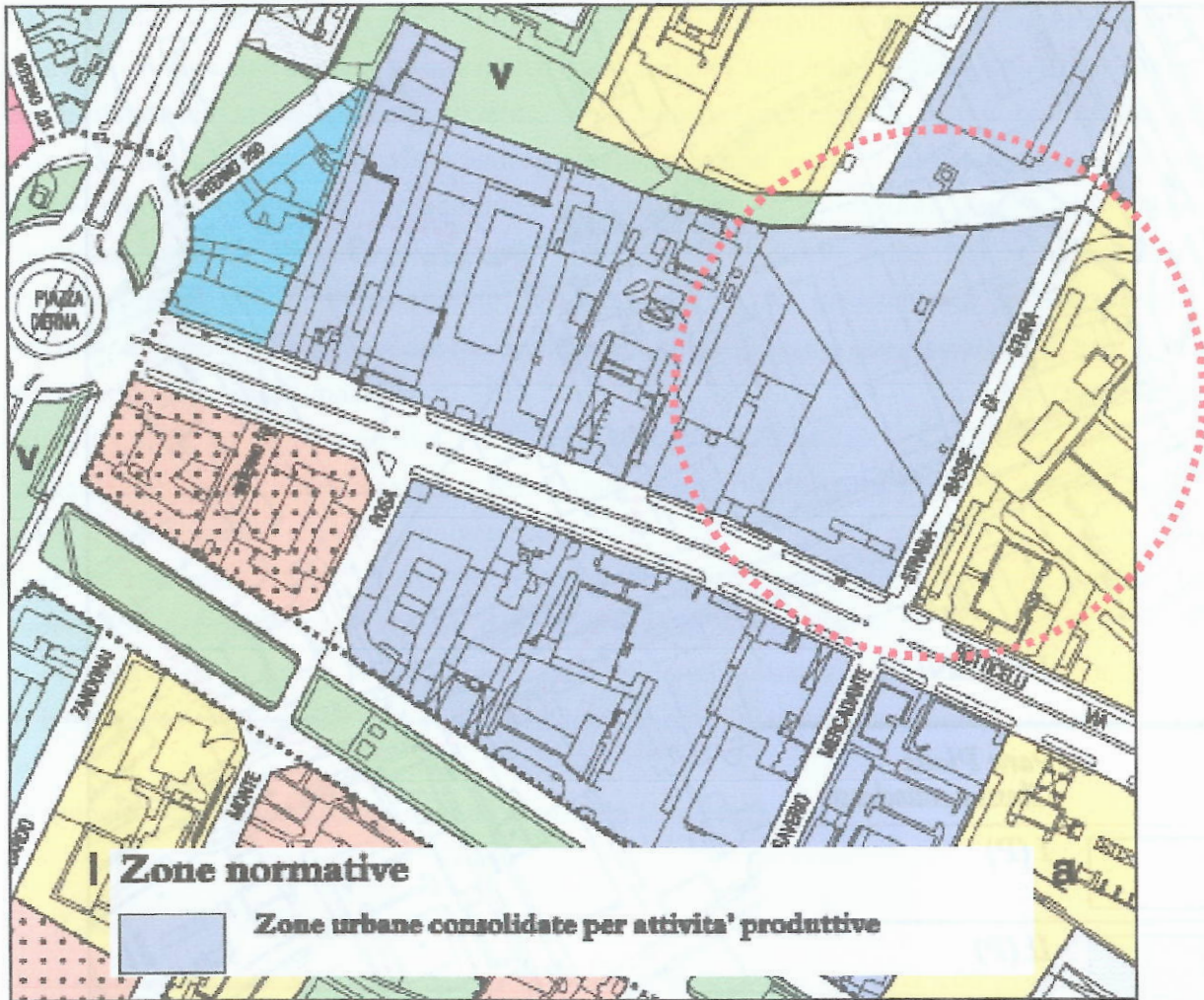
L'area in studio risulta inoltre esterna alla delimitazione delle Fasce Fluviali del Fiume Stura di Lanzo.





Stralcio della Tavola 5a del P.R.G. "Carta di Sintesi e pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" (Fuori scala)





Stralcio della Tavola 5a del P.R.G. "Utilizzazione urbanistica" (Fuori scala)

Osservando lo stralcio sopra riportato, si rende noto che l'area di interesse secondo il P.R.G. vigente è interessata da Zone Urbane consolidate per attività produttive.

### 3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Al fine di caratterizzare i terreni di fondazione nei giorni 20 e 21 gennaio 2010 sono state svolte sull'area d'intervento diverse indagini geognostiche, ed in particolare:

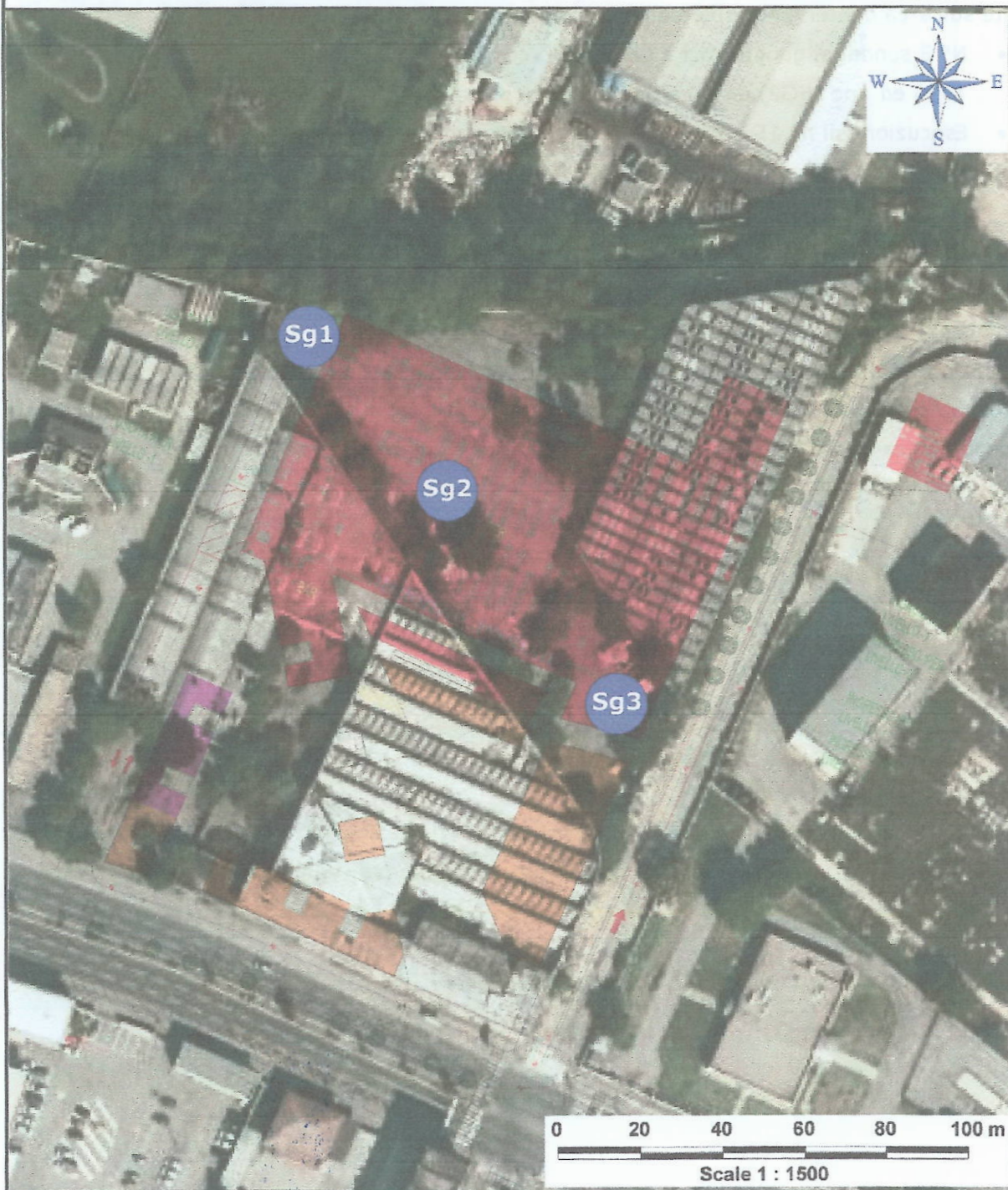
- N° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui due (SG1 e SG3) da p.c. fino a - 15 m ed uno (SG2) da p.c. fino a - 25 m.;
- Esecuzione di n° 15 prove SPT durante l'esecuzione dei sondaggi;
- Installazione di n° 3 piezometri all'interno dei fori di sondaggio e dei relativi pozzetti di protezione.

Lo scopo delle indagini era quello di definire l'assetto stratigrafico dell'area d'intervento, definire le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e verificare la quota della soggiacenza della falda freatica.

L'ubicazione dei sondaggi geognostici è stata condizionata dalle opere esistenti ma in ogni caso, come si può osservare nella planimetria riportata a seguire, sono state ubicate in corrispondenza del settore ove verrà realizzata l'edificazione del nuovo centro commerciale.

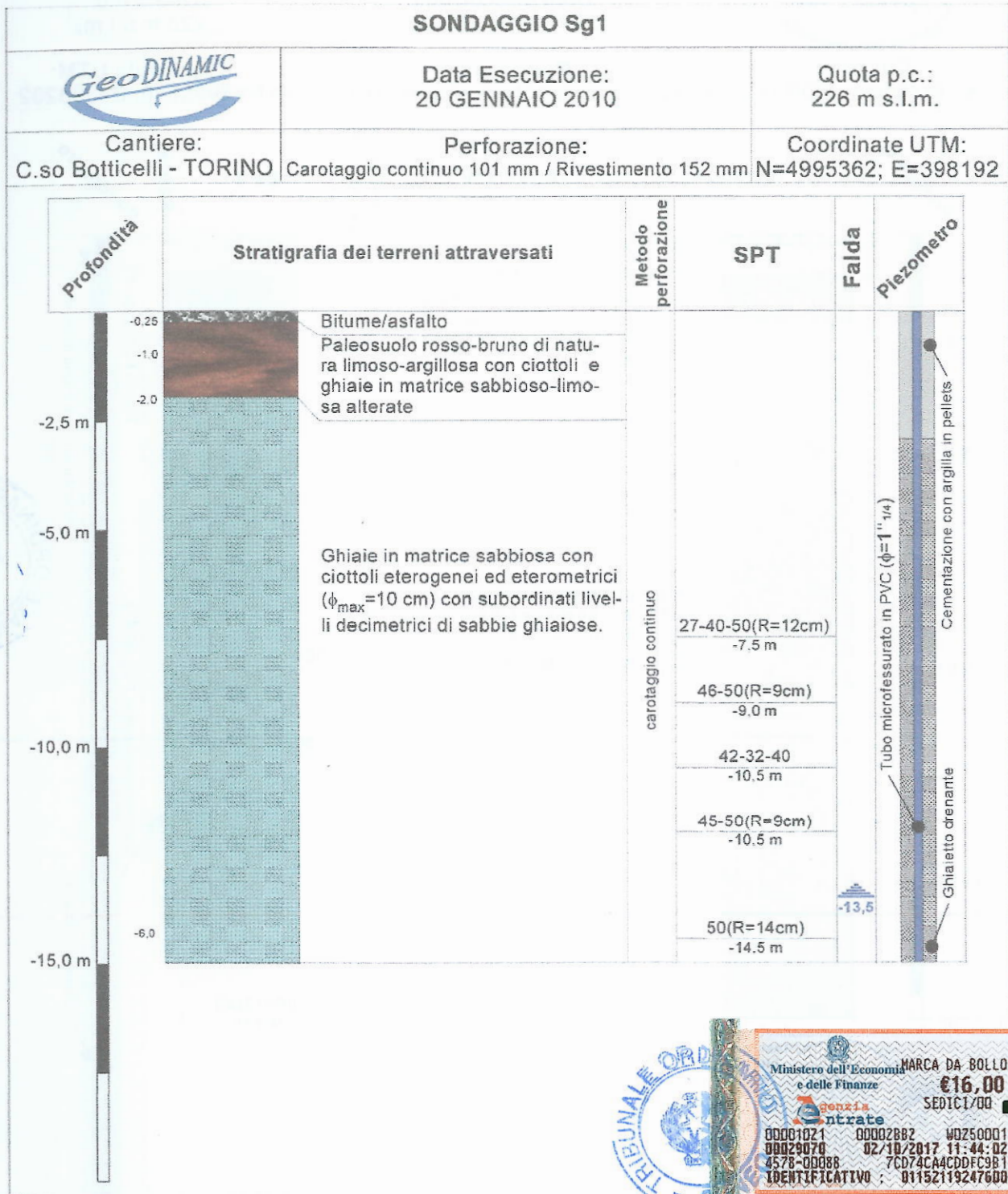
A seguire vengono illustrati i risultati delle indagini svolte.

## UBICAZIONE INDAGINE GEOGNOSTICHE SULLA SOVRAPPOSIZIONE DELLA PLANIMETRIA DI PROGETTO SU FOTO AEREA (scala 1:1.500)



**Sg3 Ubicazione Sondaggio Geognostico**







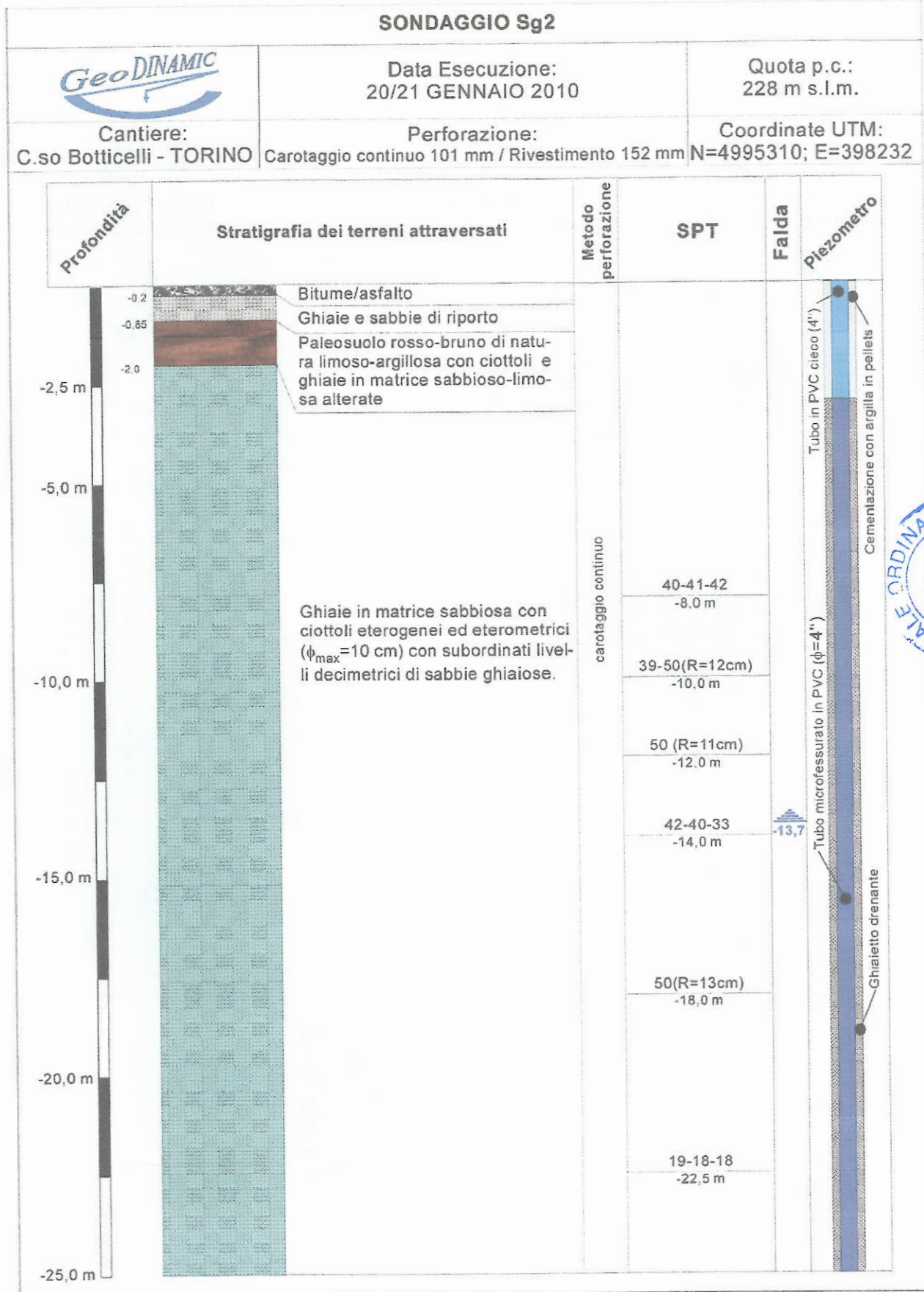
Ministero dell'Economia e delle Finanze  
 Agenzia Entrate

**MARCA DA BOLLO**  
**€16,00**  
 SEDICI/00

00001021    00002882    W0250001  
 00029070    02/10/2017 11:44:02  
 4578-00088    7CD74CA4CDDFC9B1  
 IDENTIFICATIVO : 01152119247600

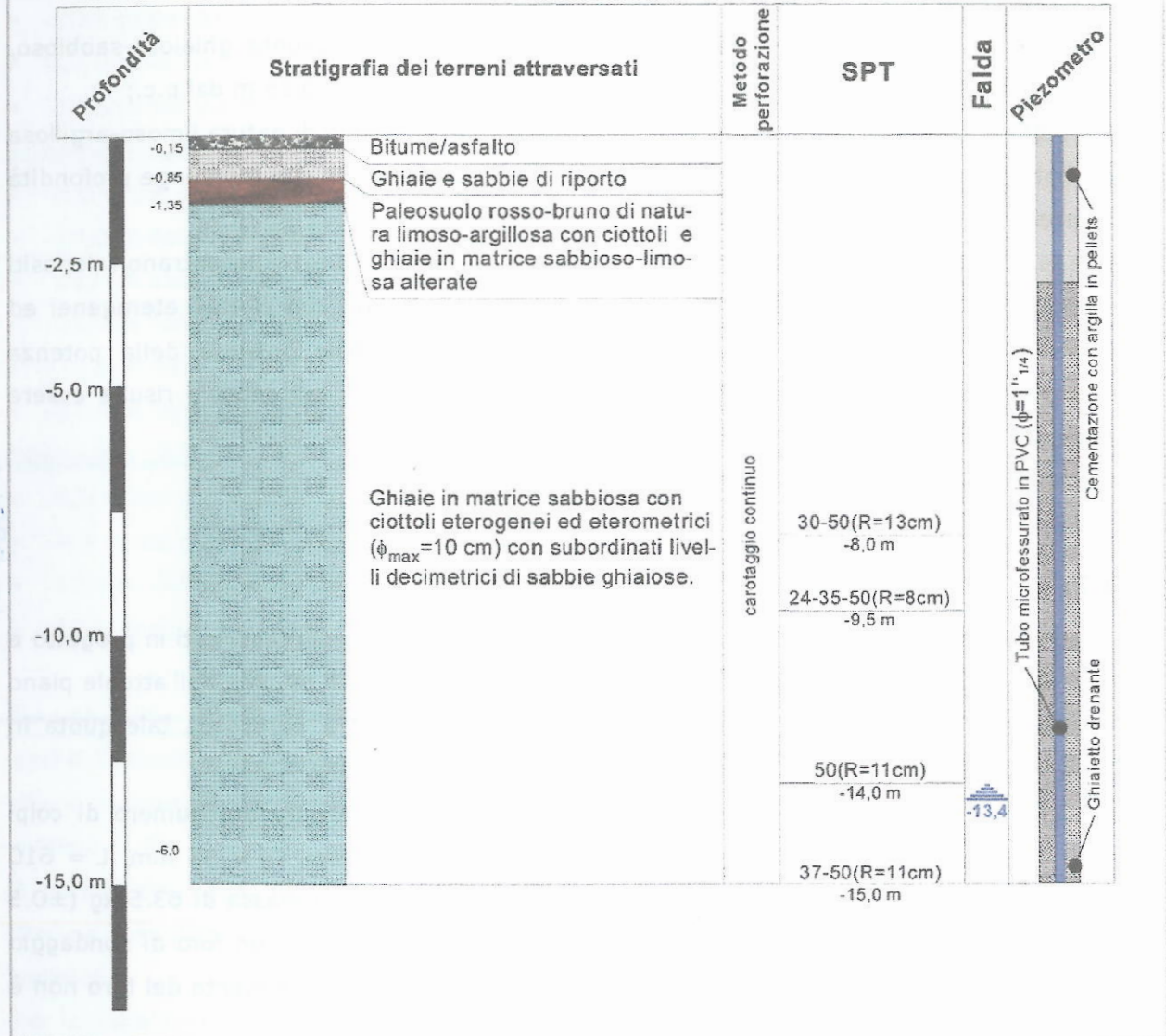
0 1 15 211924 760 0





**SONDAGGIO Sg3**

	Data Esecuzione: 21 GENNAIO 2010	Quota p.c.: 228 m s.l.m.
	Cantiere: C.so Botticelli - TORINO	Perforazione: Carotaggio continuo 101 mm / Rivestimento 152 mm



### 3.1. Assetto stratigrafico

A seguito dell'analisi delle stratigrafie dei sondaggi desunte attraverso la descrizione delle carote si può definire l'assetto stratigrafico locale come relativamente omogeneo in tutti e tre i sondaggi (Sg1-Sg2-Sg3) ed in particolare:

- Dal p.c. a -0,2 m circa si incontra un mantido bitume/asfalto;
- In Sg2 e Sg3 al di sotto di tale orizzonte si incontra un orizzonte ghiaioso-sabbioso, probabilmente di riporto, che raggiunge la profondità massima di -0,85 m dal p.c.;
- Al di sotto in tutti i sondaggi si incontra un paleosuolo rosso bruno di natura limoso-argillosa con ciottoli associati a depositi più ghiaiosi ma comunque alterati, che raggiunge profondità comprese tra -1,35 m e -2,0 m dal p.c.;
- Oltre tali profondità e fino alle profondità massime indagate (-25 m) si incontrano i depositi di origine fluvioglaciale costituiti da ghiaie in matrice sabbiosa con ciottoli eterogenei ed eterometrici ( $\phi_{max}=10$  cm) talvolta passanti a livelli di sabbie ghiaiose della potenza massima pluridecimetrica. La compattezza e l'addensamento di tali depositi risulta essere abbastanza elevata ed aumenta con la profondità.

In allegato si riportano le fotografie delle cassette catalogatrici.

### 3.2. Standard Penetration Test (Prove SPT)

Il progetto prevede la realizzazione di due piani interrati al di sotto dei fabbricati in progetto e pertanto il piano di fondazione sarà ubicato a quote maggiori di -7,5 m circa dall'attuale piano campagna: a tale scopo sono state realizzate diverse prove SPT a partire da tale quota in modo da indagare le caratteristiche geotecniche dei terreni fondazione.

La prova SPT, ideata negli Stati Uniti nel 1972, consiste nella misura del numero di colpi necessari per l'infissione di un campionatore Raymond ( $D_e = 51$  mm,  $D_i = 35$  mm,  $L = 610$  mm, spessore delle pareti  $s = 8$  mm) sotto i colpi di un maglio della massa di 63.5 kg ( $\pm 0.5$  kg) e volata di 0.76 m ( $\pm 0.02$  m). La prova viene eseguita al fondo di un foro di sondaggio spinto alla profondità desiderata. Per le operazioni di pulizia e approfondimento del foro non è possibile eseguire la prova con frequenza maggiore di una al metro.

Il campionatore viene infisso per tre avanzamenti successivi di 150 mm ciascuno. Il primo tratto, detto di avviamento, comprende l'eventuale penetrazione iniziale per peso proprio; se sotto un numero di colpi  $N_1 = 50$  l'avanzamento è minore di 15 cm, l'infissione deve essere sospesa, la prova è considerata conclusa, e si annota la relativa penetrazione (ad esempio  $N_1 = 50/13$  cm).

La resistenza alla penetrazione è caratterizzata dalla somma del numero di colpi necessari all'avanzamento del secondo e terzo tratto da 150 mm:

$$N_{SPT} = N_2 + N_3$$

I risultati delle prove SPT si possono così riassumere:

**Sondaggio Sq1:**

- -7,5 m dal p.c. = 27/40/R (Rifiuto a 12 cm)
- -9,0 m dal p.c. = 46/R (Rifiuto a 9 cm)
- -10,5 m dal p.c. = 42/32/40
- -12,0 m dal p.c. = 45/R (Rifiuto a 9 cm)
- -14,5 m dal p.c. = R (Rifiuto a 14 cm)

**Sondaggio Sq2:**

- -8,0 m dal p.c. = 40/41/42
- -10,0 m dal p.c. = 39/R (Rifiuto a 12 cm)
- -12,0 m dal p.c. = R (Rifiuto a 11 cm)
- -14,0 m dal p.c. = 42/40/33
- -18,0 m dal p.c. = R (Rifiuto a 13 cm)
- -22,5 m dal p.c. = 19/18/18

**Sondaggio Sq3:**

- -8,0 m dal p.c. = 30/R (Rifiuto a 13 cm)
- -9,5 m dal p.c. = 24/35/R (Rifiuto a 8 cm)
- -13,0 m dal p.c. = R (Rifiuto a 11 cm)
- -15,0 m dal p.c. = 37/R (Rifiuto a 11 cm)



Da una prima analisi si può vedere come la consistenza di tali depositi sia elevata e che, vista anche l'abbondante presenza di ciottoli, si raggiunga spesso il rifiuto alla penetrazione. Dove non si raggiunge il rifiuto alla penetrazione i valori di  $N_{SPT}$  risultano comunque medio alti ( $N_{SPT}$  minimo = 36).

A partire dai valori di  $N_{SPT}$  ricavati dalle indagini è possibile, attraverso l'applicazione di diverse metodologie di correlazione, assegnare i parametri geotecnici caratteristici del terreno indagato.

Per le correlazioni tra il parametro  $N_{SPT}$  ed i vari parametri geotecnici si è fatto riferimento alle teorie maggiormente indicate per i terreni di natura ghiaioso e ghiaioso-sabbiosi presenti in corrispondenza del sito in studio; in particolare per la densità relativa ( $D_r\%$ ) sono state prese in considerazione le soluzioni proposte da Gibbs-Holtz (1957) e Bazaraa (1967), per le correlazioni  $N_{SPT}/\phi'$  e  $D_r\%/\phi'$  si è fatto riferimento ai lavori di De Mello (1971) e Schmertmann (1978), per il Modulo Elastico  $E$  (Modulo di Young) al modello proposto Jambu, per il Modulo di Taglio  $G_0$  a Ohta & Goto, per il Modulo Edometrico  $M$  alla teoria di Menzebach & Malcev ed infine per le correlazioni tra  $N_{SPT}/V_s$  alla teoria proposta da Ohta & Goto. Occorre comunque tenere presente che tali correlazioni sono puramente teoriche e di conseguenza i

19

risultati vanno analizzati tenendo conto delle caratteristiche granulometriche dei terreni; in questo caso si è tenuto in considerazione che le prove SPT sono state condizionate dall'abbondante presenza di ciottoli.

In allegato vengono riportati tutti i parametri ricavati per ogni prova SPT svolta ma in sintesi all'orizzonte ghiaioso in matrice sabbiosa compreso presente a partire da -7,5 m dal p.c. si possono assegnare cautelativamente i seguenti parametri geotecnici:

Parametri Geotecnici	Ghiaie in matrice sabbiosa
Coesione $c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,0
Peso Volumico $\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	2,0
Angolo di attrito $\phi$ (°)	38°
Dr (%)	50
Modulo di Young $E_y$ (Mpa)	26,0
Modulo di Taglio $G_0$ (Mpa)	378,5
Modulo Edometrico $E_d$ (Mpa)	40,6

Tali parametri sono stati ricavati interpretando il risultato peggiore ottenuto con le prove SPT ( $N_{SPT}=36$ ), in corrispondenza di un orizzonte caratterizzato probabilmente da una minore presenza di ciottoli di grandi dimensioni.

Per il calcolo della capacità portante dei terreni di fondazione occorre quindi utilizzare parametri sopra riportati.

In ottemperanza a quanto sancito dalle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (in vigore dal 1° Luglio 2009), dovranno essere svolti i calcoli delle resistenze della capacità portante e dei cedimenti dei terreni di fondazione.

Affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (Stato Limite Ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$E_d < R_d$$

Dove  $E_d$  è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa; mentre  $R_d$  è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici. Non essendo attualmente disponibili i carichi di progetto e l'esatta tipologia di fondazione previste sarà compito dei progettisti eseguire tale valutazione.

In base ad alcune simulazioni svolte con il software LoadCap (in licenza d'uso) è comunque possibile affermare che la capacità portante dei terreni indagati a partire da -7,5 m dal locale p.c. per plinti di fondazione di almeno 1,5 m di lato è sicuramente superiore 5 kg/cm<sup>2</sup> ( $q_{amm} > 5$  kg/cm<sup>2</sup>).

La verifica a liquefazione dell'orizzonte ghiaioso-sabbioso ha evidenziato come esso non sia soggetto a liquefazione.

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Nspt'	Svo (Kg/cm <sup>2</sup> )	S'vo (Kg/cm <sup>2</sup> )	T	R	Fs	Condizione:
0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
2	25,00	36,00	13,12	5,115	3,965	0,017	0,156	9,321	Livello non liquefacibile

Verifica alla liquefazione eseguita con il software LoadCap

### 3.3. Piezometri

L'installazione di n° 3 tubi microfessurati piezometrici nei rispettivi fori di sondaggio ha permesso la valutazione della soggiacenza della falda freatica superficiale in corrispondenza dell'area in studio.

Le letture, eseguite il 22 gennaio 2009, hanno evidenziato i seguenti valori di soggiacenza all'interno dei piezometri :

- **Sg1:** -13,4 m
- **Sg2:** -13,7 m
- **Sg3:** -13,5 m

L'andamento del livello piezometrico del tetto della falda è legato all'escursione dei corsi d'acqua che la alimentano, in questo caso il F.Stura di Lanzo, e pertanto si può prevederne un innalzamento, comunque contenuto, nei periodi dell'anno caratterizzati da maggiore piovosità. L'individuazione del piano di posa delle opere di fondazione entro i -10,0 m dal piano campagna permetterà di evitare quindi spiacevoli interazioni con falda, deleterie per le opere stesse.

## 4. CONCLUSIONI

L'intervento in progetto, attuato secondo le raccomandazioni espresse, risulta compatibile con l'assetto geologico-geotecnico rilevato nel caso in cui ci si attenga rigidamente alle soluzioni progettuali prospettate allo scrivente ed a quanto indicato nella presente relazione.

Le indagini svolte, consistite in n° 3 sondaggi geognostici a profondità di 15 m e 25 m e nell'esecuzione di n° 15 prove SPT, hanno permesso di risalire all'assetto geologico-stratigrafico, geotecnico ed idrogeologico dell'area d'intervento.

In particolare i risultati delle indagini svolte hanno evidenziato che:

- La stratigrafia dei terreni attraversati durante il sondaggio geognostico ha evidenziato la presenza di depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi a partire da - 2,0 m dal p.c. fino a -25 m, con presenza di sottili lenti a maggiore componente limoso-sabbiosa.
- Le prove SPT hanno evidenziato caratteristiche geotecniche da discrete a buone a partire da -7,5 m dal p.c.. In particolare per l'orizzonte ghiaioso sono stati assegnati i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

Parametri Geotecnici	Ghiaie in matrice sabbiosa
Coesione $c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,0
Peso Volumico $\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	2,0
Angolo di attrito $\phi$ (°)	38°

Il calcolo della capacità portante dei terreni andrà quindi effettuato, insieme a quello dei cedimenti, in ottemperanza alle nuove NTC ed in base ai carichi realmente trasmessi al terreno ed alla tipologia di fondazione prevista.

- Non è stata individuata la presenza di livelli potenzialmente soggetti a liquefazione.
- La soggiacenza della falda è stata rilevata a -13,5 m dal locale p.c. e pertanto se il piano di posa della fondazioni verrà individuato entro i -10,0 m si eviterà che esse vengano raggiunte da essa in caso di escursioni elevate del livello piezometrico. Un monitoraggio della falda per un intero anno solare permetterebbe di valutare la minima soggiacenza della stessa rispetto al piano campagna e di eseguire valutazioni più precise.
- Si dovrà realizzare una regimazione superficiale e profonda delle acque meteoriche al fine di consentire l'agevole deflusso al di fuori della zona edificata e di evitare inutili ristagni che possono essere deleteri alle opere di fondazione ed a quelle interrato.
- In fase di esecuzione delle opere si dovrà porre la massima attenzione alla stabilità dei fronti di scavo, soprattutto quando questi siano maggiori di 1 m, evitando di intervenire con scavi aperti nei periodi piovosi ed adottando tutte le cautele per il loro sostegno.



- Non è stata eseguita la stima della pericolosità sismica in quanto in questa fase non è stato possibile eseguire indagini geofisiche specifiche.

In sede di esecuzione dell'intervento la Direzione Lavori, ove necessario, è tenuta a richiedere un sopralluogo dello scrivente per il controllo della conformità di quanto sopra esposto e la continuità del modello stratigrafico descritto attraverso l'esecuzione di indagini puntuali. In questo modo, ove necessario, si potranno apportare quelle modificazioni e miglioramenti tecnici che si renderanno eventualmente necessari.

Il Geologo, Dott. Andrea Bredy

### Allegati

- **Allegato fotografico indagini geognostiche**
- **Correlazioni prove SPT / Parametri geotecnici**



### **Allegato Fotografico Indagini Geognostiche**



**SONDAGGI GEOGNOSTICI Sg1 - Sg2 - Sg3: CASSETTE CAROTAGGI**

Sondaggio Sg1			
Sondaggio Sg2			
Sondaggio Sg3			



Sondaggio Sg1

Sondaggio Sg2

Sondaggio Sg3

### **Correlazioni prove SPT / Parametri geotecnici**



Sondaggio Sg1					
	SPT1	SPT2	SPT3	SPT4	SPT5
quota dal p.c. (m)	7,50	9,00	10,50	12,00	14,50
falda	no	no	no	no	si
Nspt	90	100	72	100	100
ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)					
De Mello	35,5	35,8	34,4	35,5	35,4
Schmertmann (DR)	45,7	45,8	44,5	45,4	45,1
DENSITA' RELATIVA (%)					
Gibbs & Holtz	119	118	101	109	103
Bazaraa	97	99	82	94	90
MODULO ELASTICO [Young] (MPa)					
Jambu	55,5	60,8	65,6	70,2	75,8
MODULO DI TAGLIO (MPa)					
Ohta & Goto	334,4	372,8	354,3	418,0	450,7
MODULO EDOMETRICO (MPa)					
Menzebach & Malcev	96,0	106,2	77,5	119,8	106,2

Sondaggio Sg2						
	SPT1	SPT2	SPT3	SPT4	SPT5	SPT6
quota dal p.c. (m)	8,00	10,00	12,00	14,00	18,00	22,50
falda	no	no	no	si	si	si
Nspt	90	100	72	100	100	36
ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)						
De Mello	35,1	35,7	35,5	34,2	35,3	31,2
Schmertmann (DR)	45,4	45,8	45,5	44,2	45,0	42,1
DENSITA' RELATIVA (%)						
Gibbs & Holtz	114	115	109	93	96	59
Bazaraa	92	97	94	78	88	51
MODULO ELASTICO [Young] (MPa)						
Jambu	57,3	64,0	70,2	75,4	80,6	86,2
MODULO DI TAGLIO (MPa)						
Ohta & Goto	333,8	388,8	418,0	399,1	491,2	378,5
MODULO EDOMETRICO (MPa)						
Menzebach & Malcev	88,8	106,2	106,2	88,4	106,2	40,6

Ministero dell'Economia e delle Finanze  
MARCA DA BOLLO  
€16,00  
SEDCI/00  
00001021 00002882 W0250001  
00029067 02/10/2017 11:43:48  
4578-00088 F15CF862492A5838  
IDENTIFICATIVO : 01152119247635

0 1 15 211924 763 5  
[Barcode]

<b>Sondaggio Sg3</b>				
	<b>SPT1</b>	<b>SPT2</b>	<b>SPT3</b>	<b>SPT4</b>
<b>quota dal p.c. (m)</b>	8,00	9,50	13,00	15,00
<b>falda</b>	no	no	no	si
<b>Nspt</b>	100	85	100	100
<b>ANGOLO DI RES. ALTAGLIO (°)</b>				
<b>De Mello</b>	35,9	35,1	35,5	35,4
<b>Schmertmann (DR)</b>	46,1	45,3	45,4	45,2
<b>DENSITA' RELATIVA (%)</b>				
<b>Gibbs &amp; Holtz</b>				
<b>Bazaraa</b>		91	92	90
<b>MODULO ELASTICO [Young] (MPa)</b>				
<b>Jambu</b>	57,3	62,4	73,0	76,4
<b>MODULO DI TAGLIO (MPa)</b>				
<b>Ohta &amp; Goto</b>	355,7	360,3	431,6	456,8
<b>MODULO EDOMETRICO (MPa)</b>				
<b>Menzebach &amp; Malcev</b>	106,2	90,9	106,2	119,8





## TRIBUNALE DI CUNEO

Cron n. 2107 / 2017

### VERBALE DI ASSEVERAZIONE DI PERIZIA

L'anno 2017 addì 3 del mese di ottobre in Cuneo presso gli uffici del Tribunale, avanti al Funzionario Giudiziario sottoscritto, è comparso il Sig./Sig.ra ANDREA BREDY nato a IVREA(TO) il 03/03/1971 residente in PEVERAGNO (CN), via A.CAMPANA 14, c.f. BRD-NDR71C03E379A, identificato mediante C.I./patente n. AR 1153977, rilasciata da COMUNE PEVERAGNO il 24/08/2010, il quale chiede di asseverare con giuramento la perizia che precede.

Lo stesso, ammonito ai sensi di legge, presta giuramento ripetendo la formula: "Giuro di avere bene e fedelmente adempiuto alle operazioni commessemi, al solo scopo di far conoscere la verità."

Del che il presente verbale che, previa lettura e conferma, viene in appresso sottoscritto.

Il Funzionario giudiziario \_\_\_\_\_

IL FUNZIONARIO GIUDIZIARIO  
Dott.ssa Christine PEDUTO

*Christine Peduto*



Il perito \_\_\_\_\_

*Andrea Bredy*