



ACCORDO DI PROGRAMMA INCUBATORE DI IMPRESE DI BIOTECNOLOGIE

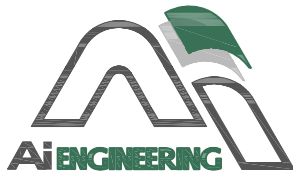


COMMITTENTE



Via Cavour 31 - 10121 Torino

RAGGRUPPAMENTO DI PROGETTO
Mandataria



Ai Engineering S.r.l.
Via A. Lamarmora 80
10128 Torino

P. IVA n. 06764910011
C.F. 01066850064

Tel.: 011.58.14.511
Fax: 011.56.83.482
Email: pasta@ai-group.it
Web: www.ai-group.it

Mandanti



Ai STUDIO
Via A. Lamarmora 80
10128 Torino
P. IVA / C.F. 04348600018

P. IVA / C.F. 04348600018



DUO' dott. geol. Emmanuele

via Principe Amedeo n. 79, Aglié (TO)
P.IVA n. 09990470016.
tel. 340.3351073, e-mail: emmanueleduo@gmail.com

Responsabile del procedimento
Prof. Lorenzo Silengo

Design leader
Prof. ing. Attilio Bastianini



Progetto architettonico
arch. Hermann Kohloffel
ing. Marco Serini
con arch. Alessandro Rigazio

Aree specialistiche

- Strutture ing. Giorgio Piccarreta
- Impianti ing. Stefano Crema
- ing. Pier Paolo Valle
- Strategie energetiche ing. Enzo Bestazzi
- Ambiente, geologia, TRS geol. Emmanuele Duò
- Antincendio ing. Filippo Così

- Facade engineering arch. Carlo Micono
- Infrastrutture e urbanizzazioni ing. Jacopo Tarchiani
- Sicurezza ing. Sabrina Bello
- Acustica arch. Vincenzo Bonardo (col.)
- ing. Rosamaria Miragliano
- Giovane architetto arch. Arianna Chiara

Project control
ing. Marco Serini
con arch. Eugenio Bastianini
con ing. Enzo Stanziani

TIPOLOGIA ELABORATO:

PROGETTO PER PERMESSO DI COSTRUIRE

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA

DATA CONSEGNA:

OCTOBRE 2013

SCALA:

-

FORMATO:

A4

ID COMMESSA:

13 M 010

REVISIONE:

DATA (aammgg):

OGGETTO EMISSIONE / REVISIONE:

CODICE TAVOLA/ NOME FILE:

N° Progr:

a

131008

PRIMA EMISSIONE PER PDC

D01mCrel01a

D01



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

1	INTRODUZIONE.....	3
2	LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	4
2.1	Descrizione sommaria del progetto e delle interazioni con il terreno	4
2.2	Ubicazione geografica dell'opera in progetto	4
2.3	Inquadramento urbanistico ed eventuali vincoli.....	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
3.1	Assetto geologico generale su larga scala	5
3.2	Assetto geologico locale	6
4	IDROGEOLOGIA DELL'AREA.....	8
5	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E RISCHIO IDRAULICO	9
6	INDAGINI ESEGUITE	10
6.1	Esiti dei sondaggi geognostici	10
6.2	Prove penetrometriche.....	11
6.3	Indagine sismica MASW.....	11
6.3.1	Geometria degli stendimenti.....	11
6.3.2	Strumentazione utilizzata	12
6.3.3	Elaborazione dati	12
6.3.4	Risultati delle prove MASW – profili di velocità delle onde sismiche di taglio	12
6.3.5	Calcolo del parametro Vs30 e classificazione sismica del sottosuolo	13
7	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	15
7.1	Zona sismica.....	15
7.2	Classificazione sismica del terreno di fondazione	15
7.3	Parametri dell'azione sismica	15
8	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	16
8.1	Correlazioni empiriche utilizzate per l'interpretazione delle prove SPT	16
8.1.1	DENSITÀ RELATIVA.....	16
8.1.2	ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (“ANGOLO DI ATTRITO INTERNO”)	17
8.1.3	COESIONE	17
8.1.4	MODULO DI DEFORMAZIONE.....	17
8.2	Parametrizzazione geotecnica del terreno di fondazione	19
9	CONCLUSIONI.....	20



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

FIGURE

Figura 1	Ubicazione area di indagine su CTR
Figura 2	Ubicazione dell'area di indagine su foto aerea
Figura 3	Stralcio di Carta Geologica d'Italia 1:100'000 (Foglio 56 – Torino)
Figure 4	Stralcio di Carta Geologica d'Italia 1:100'000 (Foglio 156 – Torino Est)
Figura 5	Carta della soggiacenza della falda idrica a superficie libera
Figura 6	Carta delle Isopiezometriche della falda idrica a superficie libera
Figura 7	Pericolosità geomorfologica (Estratto del P.A.I.)
Figura 8	Estratto di Carta geomorfologica del P.R.G.C. del Comune di Torino
Figura 9	Ubicazione planimetria prove penetrometriche e MASW
Figura 10	Sezione geologica generale

ALLEGATI

Allegato 1	Sondaggi geognostici e prove SPT
Allegato 2	Indagini MASW



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto "Città della Salute e della Scienza di Torino", la fondazione CIR Park prevede la realizzazione di un "Incubatore di ricerca" mirato soprattutto allo sviluppo delle tecnologie di "Imaging" e della medicina personalizzata. A tal fine, la predetta Fondazione ha acquisito da Rete ferroviaria Italiana SpA un'area collocata tra piazza Nizza e lo scalo ferroviario Nizza, nelle vicinanze della sede esistente, al fine di realizzare un nuovo fabbricato comprendente un piano interrato.

Lo studio geologico e geotecnico, svolto in conformità con le disposizioni del D.M. 14 gennaio 2008 ("Nuove norme tecniche per le costruzioni"), ha previsto:

- caratterizzazione geologica e idrogeologica del sito basata su analisi di dati bibliografici e cartografici esistenti;
- caratterizzazione stratigrafica locale mediante esecuzione di n. 5 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove geotecniche SPT (Standard Penetration Test) in avanzamento;
- esecuzione di n. 2 indagini sismiche di tipo MASW finalizzate alla caratterizzazione geotecnico-sismica dei terreni e la classificazione sismica del sottosuolo ($V_s,30$);
- valutazione delle caratteristiche geotecniche finalizzate al dimensionamento delle future strutture fondazionali.

I risultati sono di seguito riportati e commentati.



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

2 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

2.1 Descrizione sommaria del progetto e delle interazioni con il terreno

Il progetto prevede la costruzione di un fabbricato di nuova costruzione presso l'area precedentemente occupata dallo scalo ferroviario Nizza, a sud della Stazione Porta Nuova. Sulla base del progetto preliminare, il fabbricato avrà un'altezza di circa 26 metri, in cui si svilupperanno 4 piani fuori terra, oltre ad un piano interrato di altezza pari a circa 3 metri.

2.2 Ubicazione geografica dell'opera in progetto

L'area in oggetto è ubicata nel comune di Torino (TO), a sud della Stazione Ferroviaria Porta Nuova (Figura 1). L'area si presenta fortemente urbanizzata e, dal punto di vista morfologico, risulta sub-pianeggiante, con una lieve degradazione verso sud (pendenze dell'1% circa) e verso est (pendenze del 5% circa), in direzione dell'alveo del fiume Po, che dista circa 1 km dall'area in esame. Va tuttavia notato che i profili del terreno in superficie sono stati in passato oggetto di sensibile intervento umano, con probabili scavi e riporti che hanno alterato il profilo naturale del terreno.

La quota media dell'area è di circa 240 m s.l.m., tra la sede dei binari della linea ferroviaria e la sede stradale di Via Nizza.

2.3 Inquadramento urbanistico ed eventuali vincoli

L'area in oggetto, di superficie territoriale pari a circa 10000 mq., comprensiva della viabilità di accesso, è individuata catastalmente al CT. Foglio 1350 (particelle tU1. 80 parte, 82 parte, 98 parte, 99 parte, 100 parte, 105, 106 parte, 108 patte, 109 parte e 111 parte).

L'area non risulta soggetta a vincolo idrogeologico.



3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 Assetto geologico generale su larga scala

Il territorio comunale di Torino si estende per circa l'80%, su un'area semi-pianeggiante (racchiusa dai fiumi Stura di Lanzo, Po e Sangone) costituita dagli apporti successivi delle conoidi alluvionali poste allo sbocco delle valli alpine della Dora Riparia e della Stura di Lanzo. Il restante 20% è costituito da un'area collinare connessa ai bassi rilievi del Monferrato. L'altitudine varia da 260 m s.l.m. nel settore occidentale fino a 212 m s.l.m. nel settore orientale della città. Il punto più alto dell'area collinare è 660 m s.l.m., corrispondente alla collina di Superga. La rete idrografica è costituita dal fiume Po e dai suoi affluenti, Sangone, Stura di Lanzo e Dora Riparia.

Le conoidi alluvionali sono costituite da depositi ghiaiosi di origine fluvioglaciale, successivamente rimodellati, almeno nei livelli più superficiali, dai corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale. La parte non toccata dall'erosione fluviale presenta fenomeni di estesa alterazione superficiale, formando zone locali o pacchetti di limo sabbioso – argilloso, il cui spessore varia tra 1 e 2 m.

I depositi quaternari coprono in successione formazioni marine e anche formazioni di transizione, dell'era terziaria, che affiorarono estensivamente nel lato nord – occidentale dell'anticlinale, che costituiva il lato collinare del territorio della città. Tali depositi, costituiti principalmente da rocce detritiche a granulometria fine e anche da rocce evaporitiche ed organogene, presentano nel sottosuolo urbano, superfici di contatto con le sporgenze quaternarie alluvionali con un corso altamente irregolare ed evidentemente modellato dall'erosione. Questo causa una variabilità abbastanza alta delle varie sequenze stratigrafiche litologiche nel sottosuolo urbano.

L'assetto geologico generale, ricostruito dalle numerose indagini svolte nel sottosuolo torinese, è quindi suddivisibile, per i primi 150 metri circa, in tre complessi litostratigrafici:

- depositi fluvioglaciali e fluviali Rissiani (Quaternario), principalmente composti da ghiaie, sabbie e ciottoli in matrice limosa;
- depositi lacustri e fluviolacustri (Villafranchiano Autoctono?) (Pleistocene Inferiore - Pliocene Superiore), composti da limi argillosi e livelli sabbioso ghiaiosi;



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

- depositi d'ambiente marino neritico del Pliocene, composti da limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie grigio azzurre con fossili.

3.2 Assetto geologico locale

Le condizioni geologiche della fascia territoriale interessata dall'intervento sono illustrate negli estratti di Carta geologica d'Italia in scala 1:100'000 (Foglio 56 - Torino), riportata in Figura 3, e in scala 1:50'000 (Foglio 156 - Torino Est) riportata in Figura 4. La seguente caratterizzazione è pertanto basata sulla suddetta cartografia geologica, con le relative Note illustrative.

I depositi superficiali presenti presso l'area in esame sono individuati dalle seguenti tipologie di sedimenti (dai più recenti ai più antichi):

- Alluvioni sabbioso-ghaiose recenti ed attuali (A3): ghiaie eterometriche con lenti sabbiose ed argillose che costituiscono tuttora l'alveo dei principali corsi d'acqua presenti nel territorio torinese.
- Alluvioni medio-recenti (A2): e sono costituite da depositi ghiaiosi con lenti sabbioso-argillose, fiancheggiano corsi d'acqua principali (Po, Dora Riparia) e risultano aree tuttora parzialmente inondabili. Rappresentano la transizione tra gli alvei dei fiumi propriamente detti (alluvioni recenti ed attuali) e le alluvioni antiche oppure i depositi fluvioglaciali di età rissiana.
- Alluvioni sabbioso-ghaiose post-glaciali (Alluvioni Antiche – A1): ghiaie eterometriche e ciottoli con sabbie, le quali si sviluppano principalmente ad ovest di Torino, lungo la Dora Riparia ed il Sangone, ristrette a piccoli lembi terrazzati, di poco sospesi sugli alvei attuali, per poi sfumare insensibilmente nelle Alluvioni Medio-recenti, da cui si differenziano in quanto non sono generalmente soggette ad inondazioni da parte dei fiumi.
- Depositi fluvioglaciali di età rissiana (FGR): ghiaie sabbiose con paleo suolo rosso-arancio, corrispondenti al livello fondamentale dell'alta pianura, sospesi rispetto alle unità precedenti e disgiunti morfologicamente dal sistema di drenaggio attuale della Dora Riparia e del Po. Tali depositi sono definiti localmente (secondo la più recente cartografia geologica al 50'000) come "sistema di Palazzolo".

Dal punto di vista litologico, questi depositi costituiscono parte dell'alta pianura che si raccorda alle cerchie moreniche e ai depositi di origine marina della Collina di Torino. Lo spessore di tale complesso (depositi fluvioglaciali e fluviali Rissiani) è variabile da un minimo di 25 metri fino ad un massimo di 40-45 m. Questi depositi presentano, al loro interno, orizzonti e livelli ad andamento discontinuo e a vario grado di cementazione; i livelli a maggior cementazione (livelli conglomeratici) sono caratteristici del sottosuolo della città di Torino e sono noti in letteratura con il termine formazionale di puddinghe.



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

- Sotto i depositi recenti e antichi del conoide è presente il complesso dei depositi lacustri e fluviolacustri (denominato Villafranchiano), costituito da un'alternanza di livelli argillosi e sabbioso-ghiaiosi. Tale litotipo non affiora però nelle aree in questione.

I sedimenti presenti ed affioranti presso l'area di intervento sono classificabili come Depositi fluvioglaciali di età rissiana (FLUVIOGLACIALE E FLUVIOGLACIALE RISS). L'individuazione cartografica e la descrizione dei depositi precedentemente fornita concorda sostanzialmente con gli esiti dei sondaggi geognostici realizzati nei pressi dell'area in oggetto e successivamente illustrati ed analizzati.



4 IDROGEOLOGIA DELL'AREA

Dal punto di vista idrogeologico, la successione stratigrafica dell'area occupata dal territorio comunale di Torino e della pianura circostante è costituita dal susseguirsi dei seguenti complessi.

- depositi alluvionali, depositi fluvioglaciali e fluviali Rissiani (Quaternario), principalmente composti da ghiaie, sabbie e ciottoli in matrice limosa: essi ospitano la falda freatica, direttamente correlata al reticolo idrografico superficiale (Po e Dora Riparia presso l'area in esame) e pertanto caratterizzata da un grado di vulnerabilità generalmente elevato;
- depositi lacustri e fluviolacustri (Villafranchiano) (Pleistocene Inferiore - Pliocene Superiore), composti da limi argillosi e livelli sabbioso ghiaiosi, ospitanti l'acquifero multifalda artesiano, semi-confinato per la presenza di un setto argilloso poco permeabile di estensione regionale, che garantisce una bassa vulnerabilità e una buona produttività;
- depositi d'ambiente marino del Pliocene, composti da limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie grigio azzurre con fossili, di bassa permeabilità e contenenti falde poco produttive.

La falda freatica presente nei depositi fluvioglaciali presenti nell'area in oggetto (permeabilità medio-elevata $K \approx 10^{-4} \div 10^{-3} \text{m/s}$) è strettamente legata alla dinamica idrologica del reticolo idrografico superficiale (Po e Dora Baltea). La Carta della soggiacenza della falda idrica a superficie libera (2004 – Dip. di scienze della Terra, Torino), di cui si riporta uno stralcio in Figura 5, indica per l'area in esame una soggiacenza della falda freatica di almeno 5-10 metri. La Carta delle Isopiezometriche della falda idrica a superficie libera (2002 – Dip. di scienze della Terra, Torino), di cui si riporta uno stralcio in Figura 6, conferma il precedente dato: la quota piezometrica è di circa 225 m s.l.m. (che corrisponde ad una soggiacenza di almeno 15 metri).

Si nota inoltre che i sondaggi geognostici realizzati presso l'area in esame (successivamente descritti in dettaglio), spinti alla profondità massima di 15 metri, non hanno rilevato la presenza di falda nelle profondità indagate.

Tale falda freatica presenta gradiente idraulico pari a circa 0.5% in direzione ovest-est, in particolare localmente si registra una depressione in direzione del Po e della confluenza in esso della Dora Riparia. Il fiume Po costituisce l'asse drenante della falda superficiale per tutta la porzione meridionale del territorio comunale di Torino.

Appurato dalla consultazione della Cartografia tecnica e verificato durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici che la soggiacenza della falda superficiale è superiore ai 10-15 metri, si può escludere l'interazione della falda freatica con le opere in progetto, sia in fase esecutiva che in fase di esercizio.



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

5 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E RISCHIO IDRAULICO

Il grado di rischio geomorfologico-idraulico nei pressi dell'area oggetto di intervento è stato analizzato nei seguenti modi:

- consultazione della Carta del P.A.I. (Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico), di cui si riporta uno stralcio in Figura 7;
- consultazione della Carta di Pericolosità geomorfologica del PRGC del Comune di Torino, di cui si riporta uno stralcio in Figura 8 e delle relative NUEA (Norme urbanistiche ed edilizie di attuazione);
- analisi della morfologia locale e dell'eventuale interazione con elementi di rischio idraulico-morfologico.

Per quanto riguarda il rischio di esondazione, dall'esame della Carta del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico, Figura 7) si evince che l'area non è compresa nelle fasce di esondazione del Fiume Po, da cui dista circa 900 m in linea d'aria, essendo oltretutto l'area in esame ad una quota maggiore rispetto al Fiume medesimo di circa 4-5 m.

Non si riscontrano, inoltre, rischi di instabilità geomorfologica in quanto l'area è subpianeggiante.

La consultazione della Carta di pericolosità geomorfologica del Comune di Torino (Figura 8) conferma l'assenza di rischio di inondazione, collocando l'area oggetto d'intervento in classe di pericolosità I(P), definita dalle NUEA (Norme urbanistiche ed edilizie di attuazione) - Allegato B come zone edificate ed inedificate non soggette a pericolo di inondazione né di allagamento. Non si riscontrano impedimenti/limitazioni particolari nei confronti degli interventi edilizi.

Sulla base delle suddette evidenze, si ritiene che l'area oggetto di intervento non sia a soggetta a rischio geomorfologico-idraulico e non sono pertanto necessari particolari accorgimenti di prevenzione-protezione nell'ambito del progetto del nuovo fabbricato in esame.



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

6 INDAGINI ESEGUITE

Per la caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica del sito sono state previste le seguenti indagini:

- caratterizzazione stratigrafica e geotecnica mediante realizzazione di n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (denominati S1÷5), spinti a profondità comprese tra 8 e 15 m;
- esecuzione di n. 2 profili di indagine MASW per la classificazione sismica del sottosuolo.

L'ubicazione generale delle indagini eseguite è riportata in Figura 9.

6.1 Esiti dei sondaggi geognostici

Le modalità esecutive, la documentazione fotografica del materiale campionato, nonché le stratigrafie di dettaglio e le prove SPT sono riportate nell'Allegato 1.

Si riporta in sintesi l'assetto stratigrafico locale rinvenuto per mezzo dei sondaggi realizzati (denominati S1÷5):

- da 0 a -0.05÷0.1 m: asfalto stradale;
- da -0.05÷0.1 m a -0.7÷1.5 m: terreno di riporto di varia granulometria, con resti di asfalto e laterizi;
- da -0.7÷1.1 m a -1.2÷1.4 m: strato argilloso-limoso di colore bruno (livello non presente nel sondaggio S1);
- da -1.2÷1.5 m a -2.4÷2.6 m: ghiaia eterometrica in matrice argilloso-limosa;
- da -2.4÷2.6 m fino alle profondità massime indagate: ghiaia eterometrica perlopiù angolosa a spigoli arrotondati, talvolta con ciottoli (\emptyset max = 8 cm) in matrice sabbiosa debolmente limosa di colore bruno-grigio;
- nel solo sondaggio S1 si è riscontrata la presenza di una lente sabbioso-limosa di colore bruno, verosimilmente discontinua e poco persistente, di spessore pari a circa 70 cm tra le profondità comprese tra -10.2 e -10.9 m dal p.c. (profondità poco significativa dal punto di vista geotecnico ai fini del calcolo della portanza delle fondazioni).

Non si è rilevata la falda freatica superficiale in nessuno dei fori di sondaggio (prof. max 15 metri).



A.T.P.: Ai Engineering S.r.l. (capogruppo mandataria); Ai Studio (mandante); DUO' dott. geol. (mandante)

6.2 Prove penetrometriche

Le prove penetrometriche SPT (Standard Penetration Test) in foro sono state eseguite secondo gli standard ASTM, nei fori di sondaggio S2, S3, S4, a diverse profondità, come indicato nella seguente Tabella 1, in cui si riassumono i risultati in termini di N_{spt} (colpi/30 cm). Come si può notare, il numero di colpi SPT è piuttosto elevato fin dai 3 metri di profondità (per l'elevato grado di addensamento e la presenza di ciottoli) e risulta praticamente a costante rifiuto a partire da 6 metri di profondità.

Sondaggio	S2	S3	S4
Profondità prova - N _{spt} (colpi/30cm)	z=-3 m – N _{spt} =58	z=-3 m – N _{spt} =R	z=-3 m – N _{spt} =46
	z=-6 m – N _{spt} =65	z=-6 m – N _{spt} =R	z=-6 m – N _{spt} =R
	z=-9 m – N _{spt} =R		z=-8 m – N _{spt} =R

Tabella 1 – Riassunto risultati prove SPT (R=rifiuto).

6.3 Indagine sismica MASW

I dettagli dell'ubicazione delle linee MASW e i procedimenti per l'interpretazione sono riportati in Allegato 2.

6.3.1 Geometria degli stendimenti

Si sono eseguiti nr 2 stendimenti di indagine sismica MASW, la cui geometria è di seguito riportata:

LINEA	SPAZIATURA GEOFONI	NUMERO GEOFONI	LUNGHEZZA TOTALE (m)
MASW1	2 metri	24	46
MASW2	2 metri	24	46

Tabella 2 - Caratteristiche geometriche stendimenti MASW

I due stendimenti sono ubicati nella porzione nord (MASW1) e sud-ovest (MASW2) dell'area interessata dal progetto, in particolare lo stendimento del MASW1 è sostanzialmente parallelo alla direzione dei binari della vicina stazione di Porta Nuova, mentre lo stendimento del MASW2 risulta ruotato di circa 20° rispetto al primo.



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

6.3.2 Strumentazione utilizzata

L'indagine MASW ha previsto il tracciamento di una linea sismica a 24 geofoni da 4.5 Hz spaziatosi di 1.5 m, con punti di scoppio esterni ad una distanza di 14, 12, 10, 8, 6 e 4 m dal primo geofono. Tale disposizione geometrica è la più rispondente all'obiettivo di indagine.

L'acquisizione dei dati sismici è stata realizzata con:

- un sismografo a 24 canali dotato di un convertitore analogico/digitale a 24 bit (unità Daq Link III, Seismic Source Ltd.). Lo strumento è fornito di una connessione di rete standard 10/100 (base RJ45) per la comunicazione con un computer portatile su cui è installato un apposito programma (VibraScope[®] v.2.4.40) che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate.
- 24 geofoni verticali (Weihai Sunfull), con frequenza di risonanza pari 4.5 Hz e con distorsione inferiore allo 0.2%
- un cavo di collegamento con prese (take-out) ogni 2 m

L'energizzazione si è ottenuta con massa battente da 10 Kg su piastra metallica. Per l'innesco (trigger) si è utilizzato uno "shock sensor" collegato alla mazza battente e connesso via cavo al sismografo.

6.3.3 Elaborazione dati

I dati sismici relativi all'indagine MASW sono stati elaborati con il software Surfseis V. 3.05 (Kansas University, USA), che analizza la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh. L'inversione numerica della curva, secondo un processo iterativo ai minimi quadrati, consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

6.3.4 Risultati delle prove MASW – profili di velocità delle onde sismiche di taglio

I risultati delle due prove MASW sono riportati nei certificati di Allegato 2.

Nell'intervallo di profondità indagate si rileva la presenza dei seguenti sismo strati, caratterizzati da diverse velocità V_s delle onde sismiche di taglio:

- da piano campagna a 2.5÷4 m di profondità si rilevano livelli con V_s inferiori a 350 m/s (velocità da lente a medie), che individuano la successione di terreni di riporto e sedimenti a varia granulometria da poco a mediamente addensati;
- oltre i 4 m di profondità si registra un incremento delle velocità delle onde sismiche di taglio con V_s comprese tra 400 e 600 m/s, che individuano la successione di depositi ghiaiosi-ciottolosi addensati;



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

- alla profondità di circa 30 metri, si registra un ulteriore incremento delle velocità delle onde sismiche, che superano gli 800 m/s: tale evidenza può essere attribuita alla presenza di depositi ghiaiosi parzialmente cementati;

La stratigrafia che emerge dal MASW è sostanzialmente concorde con quanto emerso dai sondaggi geognostici, almeno fino alla massima profondità indagata da questi ultimi (15 metri): si individua infatti un livello superficiale eterogeneo da poco a mediamente addensato, fino a circa 3 metri di profondità seguito da depositi addensati a prevalenza ghiaiosa.

6.3.5 Calcolo del parametro Vs30 e classificazione sismica del sottosuolo

Come noto, le “Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni” approvate con il D.M. 14/01/2008 individuano come parametro di riferimento per la classificazione sismica dei suoli la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna (Vs30); tale parametro viene calcolato con la seguente formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità (in m/s) delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Nella Tabella 5, riportata nella pagina seguente, si presenta la classificazione sismica prevista dal suddetto Decreto Ministeriale.

Il valore di V_{s30} calcolato al piano campagna è pari a:

- MASW 1: 493 m/s
- MASW 1: 449 m/s

Pertanto è possibile definire il contesto geotecnico esaminato come suolo di classe sismica “B”.

[Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà



A.T.P.: Ai Engineering S.r.l. (capogruppo mandataria); Ai Studio (mandante); DUO' dott. geol. (mandante)

meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina]).

Suolo	Descrizione geotecnica	$V_{s,30}$ (m/s)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	>800
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).	360÷800
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).	180÷360
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).	<180
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).	-
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	<100
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	-

Tabella 3 - Classificazione del tipo di suolo secondo la vigente normativa sismica italiana



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

7 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

7.1 Zona sismica

Secondo la normativa sismica vigente, rappresentata per il Piemonte dalla D.G.R. 12/12/2011, n. 4-3084, il Comune di Torino ricade in zona sismica 4.

7.2 Classificazione sismica del terreno di fondazione

Come illustrato nel capitolo precedente, le indagini MASW ha messo in luce che la Vs30 calcolata a partire dal piano campagna assume valori compresi tra 449 e 493 **m/s**. Il terreno appartiene pertanto alla **CLASSE B**.

7.3 Parametri dell'azione sismica

Date le caratteristiche dell'opera (opera ordinaria, classe d'uso 2) e la sua posizione geografica (coordinate geografiche del sito), si possono fornire i seguenti parametri del moto sismico, ricavabili dall'Allegato B delle Norme Tecniche per le Costruzioni:

Il D.M. 14/01/2008 mette a disposizione dei professionisti uno strumento basato sul progetto sviluppato in collaborazione dall'INGV e dal DPC - "S1" - per il calcolo dei parametri rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto per qualsiasi sito del territorio nazionale. Si forniscono di seguito i parametri a cui sopra si è fatto cenno, calcolati utilizzando le coordinate del centro area in esame (Tabella 4).

Date le caratteristiche del terreno di fondazione, si hanno i seguenti parametri di amplificazione sismica locale:

Categoria del suolo di fondazione = B

Coeff. di amplificazione stratigrafica $S_s = 1.200$

Coeff. di amplificazione topografica $ST = 1.000$

$S = ST \cdot S_s = 1.200$



A.T.P.: Ai Engineering S.r.l. (capogruppo mandataria); Ai Studio (mandante); DUO' dott. geol. (mandante)

8 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si fornisce, di seguito, una stima delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione del fabbricato in progetto.

La stima dei parametri geotecnici è effettuata in accordo al DM 14-01-2008, pertanto per tali parametri sarà fornito il valore caratteristico, su cui andranno applicati i relativi coefficienti di sicurezza in fase progettuale, come previsto dai Cap 6 e 7.11 della stessa norma.

Preso atto che i primi 2.4-2.6 metri di terreno (terreno di riporto e strati a prevalenza limoso-argillosa e pertanto caratterizzati da una modesta resistenza al taglio) non possono essere impiegati per la posa delle fondazioni dell'edificio in progetto, che in ogni caso verranno approfondite a circa 3-4 metri in quanto è prevista la costruzione di un piano interrato, si procede alla caratterizzazione dei depositi fluvioglaciali prevalentemente granulari (ghiaie sabbiose addensate con ciottoli), ritenuti idonei alla posa di fondazioni superficiali, di tipo isolato o continuo, per i quali si fornisce una stima del livello di addensamento e del peso di volume, dei parametri di resistenza ϕ'_k e c'_k , in accordo al criterio di rottura di Mohr- Coulomb e dei parametri di deformabilità (modulo di Young E_k e coefficiente di Poisson ν).

Tale parametrizzazione viene effettuata sulla base dell'elaborazione dei dati provenienti dalle prove SPT e dall'esame visivo della granulometria del materiale estratto dal carotatore durante i sondaggi geognostici.

8.1 Correlazioni empiriche utilizzate per l'interpretazione delle prove SPT

Nei successivi paragrafi si riportano le correlazioni empiriche impiegate per estrapolare i parametri geotecnici dai dati N_{spt} .

8.1.1 DENSITÀ RELATIVA

Si fa riferimento alle correlazioni di Terzaghi e Peck (1948-1967), riassumibili in Tabella 4.

Nspt	Dr (%)	Nspt	Dr (%)
5	18	55	87
10	35	60	89
15	43	65	91
20	50	70	93
25	58	75	94
30	65	80	96
35	70	85	98
40	75	90	100
45	80	95	100
50	85	100	100

Tabella 4 - Correlazioni Nspt-Dr (Terzaghi e Peck).



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

Gli stessi Autori propongono un'analogia classificazione maggiormente "qualitativa":

Nspt = 0 - 4 sabbia MOLTO SCIOLTA

Nspt = 4 - 10 sabbia SCIOLTA

Nspt = 10 - 30 sabbia MEDIAMENTE ADDENSATA

Nspt = 30 - 50 sabbia ADDENSATA

Nspt > 50 sabbia MOLTO ADDENSATA

8.1.2 ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO ("ANGOLO DI ATTRITO INTERNO")

Si fa riferimento alla correlazione diretta Nspt- ϕ' di Peck-Hanson-Thorbourm (1953-1974), riassumibile in Tabella 5.

Nspt	ϕ'		Nspt	ϕ'
5	28.0		55	41.8
10	30.0		60	42.5
15	31.5		65	43.3
20	33.0		70	44.0
25	34.5		75	44.3
30	36.0		80	44.5
35	37.3		85	44.8
40	38.5		90	45.0
45	39.8		95	45.0
50	41.0		100	45.0

Tabella 5 - Correlazioni Nspt- ϕ' (Peck-Hanson-Thorbourm).

8.1.3 COESIONE

Per i terreni granulari in oggetto la percentuale di fine risulta trascurabile, pertanto per tali depositi si è considerata una coesione nulla.

8.1.4 MODULO DI DEFORMAZIONE

Il modulo di deformazione in condizioni drenate E' risulta di più difficile determinazione, in quanto, oltre alla tessitura granulometrica ed al livello di addensamento, dipende in modo sostanziale dalla storia geologica dei depositi (processi tensionali, fenomeni di sovraconsolidazione).

E' è possibile tuttavia fare riferimento ad una delle più affidabili correlazioni di letteratura E' -Nspt, elaborata da D'Appolonia et al. (1970), la quale esprime:

$$E' = a + b \cdot Nspt \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

in cui a e b sono due costanti sperimentali variabili in funzione del grado di sovraconsolidazione.

In Tabella 6 si riporta tale correlazione in forma tabellare.

SABBIE e GHIAIE N.C. (normalmente consolidate)				SABBIE S.C. (sovra consolidate)			
Nspt	E' (kg/cm ²)	Nspt	E' (kg/cm ²)	Nspt	E' (kg/cm ²)	Nspt	E' (kg/cm ²)
5	229.8	55	615.3	5	428.5	55	960.5
10	268.4	60	653.9	10	481.7	60	1013.7
15	306.9	65	692.4	15	534.9	65	1066.9
20	345.5	70	731.0	20	588.1	70	1120.1
25	384.0	75	769.5	25	641.3	75	1173.3
30	422.6	80	808.1	30	694.5	80	1226.5
35	461.1	85	846.6	35	747.7	85	1279.7
40	499.7	90	885.2	40	800.9	90	1332.9
45	538.2	95	923.7	45	854.1	95	1386.1
50	576.8	100	962.3	50	907.3	100	1439.3

Tabella 6 - Correlazione di D'Appolonia E'-Nspt

Nel caso in esame i depositi si considerano come normal-consolidati.

PESO DI VOLUME

Si riporta in forma tabellare (Tabella 7) la correlazione di Terzaghi e Peck (1948-1968) per la stima del peso di volume secco γ_d e saturo γ_{sat} (t/mc) a partire dal dato Nspt, per terreni a prevalenza granulare.

Nspt	Ysat	Yd	Nspt	Ysat	Yd
0	1.83	1.33	50	2.15	1.85
5	1.88	1.41	55	2.16	1.87
10	1.93	1.50	60	2.17	1.88
15	1.96	1.54	65	2.18	1.90
20	1.99	1.59	70	2.19	1.92
25	2.02	1.64	75	2.20	1.93
30	2.05	1.69	80	2.21	1.95
35	2.08	1.73	85	2.23	1.97
40	2.10	1.77	90	2.24	1.99
45	2.13	1.81	95	2.24	1.99

Tabella 7 - Correlazione di Terzaghi e Peck tra Nspt e peso di volume per terreni granulari.



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

8.2 Parametrizzazione geotecnica del terreno di fondazione

I terreni superficiali rilevati nei primi 2.5 metri circa dai sondaggi geognostici risultano poco adatti alla posa di fondazioni superficiali, in quanto sia il materiale di riporto che i terreni limoso-argillosi risultano caratterizzati da un angolo di resistenza al taglio piuttosto basso (stimabile tra 24° e 27°) e una notevole cedevolezza immediata e nel tempo. Per tali motivi l'esperienza mostra che tali terreni garantiscono una portanza piuttosto scarsa (stimabile a non più di 0.4÷0.7 kg/cm²).

Gli strati a prevalenza ghiaiosa, notevolmente addensati, rilevati a profondità superiori di 2-5÷3 metri circa, risultano invece idonei alla posa di fondazioni superficiali di tipo continuo (travi, platee) o isolate (plinti).

Se ne riporta di seguito la parametrizzazione geotecnica ricavabile dall'analisi dei sondaggi e dei risultati delle prove penetrometriche (si considera cautelativamente come riferimento il valore più basso di N_{spt} riscontrato a profondità di 3 metri, ossia **N_{spt}=46 colpi/30 cm**).

GHIAIA CON CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA (prof>2.5÷3m)

DR=80% (DEPOSITI DA MEDIAMENTE A MOLTO ADDENSATI)

$\phi'_k=38^\circ$, $c'_k=0$

$E' \approx 550 \text{ daN/cm}^2$, $\nu=0.3$ (coeff. Poisson)

$\gamma_d= 1.85 \text{ t/mc}$

TERRENO ADATTO ALLA POSA DELLE FONDAZIONI DELL'EDIFICIO IN OGGETTO



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

9 CONCLUSIONI

Il presente studio geologico-geotecnico, commissionato da CIRPark c/o Scuola per le Biotecnologie, è stato redatto a supporto del progetto che prevede la costruzione di un fabbricato di nuova costruzione nel territorio urbano della città di Torino, presso l'area precedentemente occupata dallo scalo ferroviario Nizza, a sud della Stazione Porta Nuova. Sulla base del progetto preliminare, il fabbricato avrà un'altezza di circa 26 metri, in cui si svilupperanno 4 piani fuori terra, oltre ad un piano interrato di altezza pari a circa 3 metri.

Lo studio geologico ha portato alle seguenti conclusioni:

- I sedimenti presenti ed affioranti presso l'area di intervento sono classificabili come Depositi fluvioglaciali di età rissiana (FLUVIOGLACIALE E FLUVIOGLACIALE RISS);
- la superficie libera della falda freatica risulta profonda (almeno 10-15 metri) e non interagisce con le opere di fondazione delle strutture in progetto, né in fase di realizzazione né in fase di esercizio;
- dalla consultazione del P.A.I. e della Carta di Pericolosità geomorfologica del PRGC del Comune di Torino non si rilevano problematiche di tipo idraulico e geomorfologico.

Lo studio sismico, sulla base del DM 14.01.08 e dell'indagine MASW eseguita (2 profili di indagine), si può così sintetizzare:

- zona sismica 4;
- categoria sottosuolo B ($V_{s30}=493-449$ m/s).

Il modello stratigrafico locale, verificato mediante l'esecuzione di un pozzetto esplorativo, è il seguente:

- da 0 fino a $0.7\div 1.5$ m: terreno di riporto;
- da $-0.7\div 1.1$ m a $-2.4\div 2.6$ m: livelli limoso-argillosi e ghiaie limose;
- da $-2.4\div 2.6$ m fino alle profondità massime indagate: ghiaia eterometrica con ciottoli in matrice prevalentemente sabbiosa.

A livello esemplificativo, si veda la sezione geologica di Figura 10.

Il suolo con buone caratteristiche geotecniche (idoneo alla posa di fondazioni superficiali) si è pertanto riscontrato alla profondità di circa $2.4\div 2.6$ metri dall'attuale p.c. ed è stato caratterizzato con un angolo di resistenza al taglio operativo di 38° .

L'esatta quota del terreno "buono" va comunque verificata al momento dello scavo.

Per le strutture fondazionali, si forniscono le seguenti indicazioni:

- carichi massimi in esercizio per la verifica degli SLU statici e sismici:
 - 2.7 daN/cm² per travi di fondazione
 - 7.6 daN/cm² per plinti



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

- carichi massimi in esercizio (SLE) per la limitazione dei cedimenti al di sotto di 1 cm:
 - 2.0 daN/cm² per travi di fondazione
 - 3.0 daN/cm² per plinti
- il coefficiente di Winkler può assumersi pari a 5 daN/cm³

Dal punto di vista esecutivo si raccomanda di realizzare gli scavi mantenendo le scarpate ad una pendenza $H/V=3/2$, che garantisce stabilità delle pareti a medio termine. Inoltre si consiglia di prestare attenzione all' adeguata compattazione del piano di posa del "magrone", specie se si è in presenza di grossi trovanti.

In conclusione, il presente studio geologico-tecnico sancisce la fattibilità dell'opera in progetto, nell'ambito del rispetto delle limitazioni e delle prescrizioni precedentemente illustrate.

Dott. Geol. Emmanuele Duò

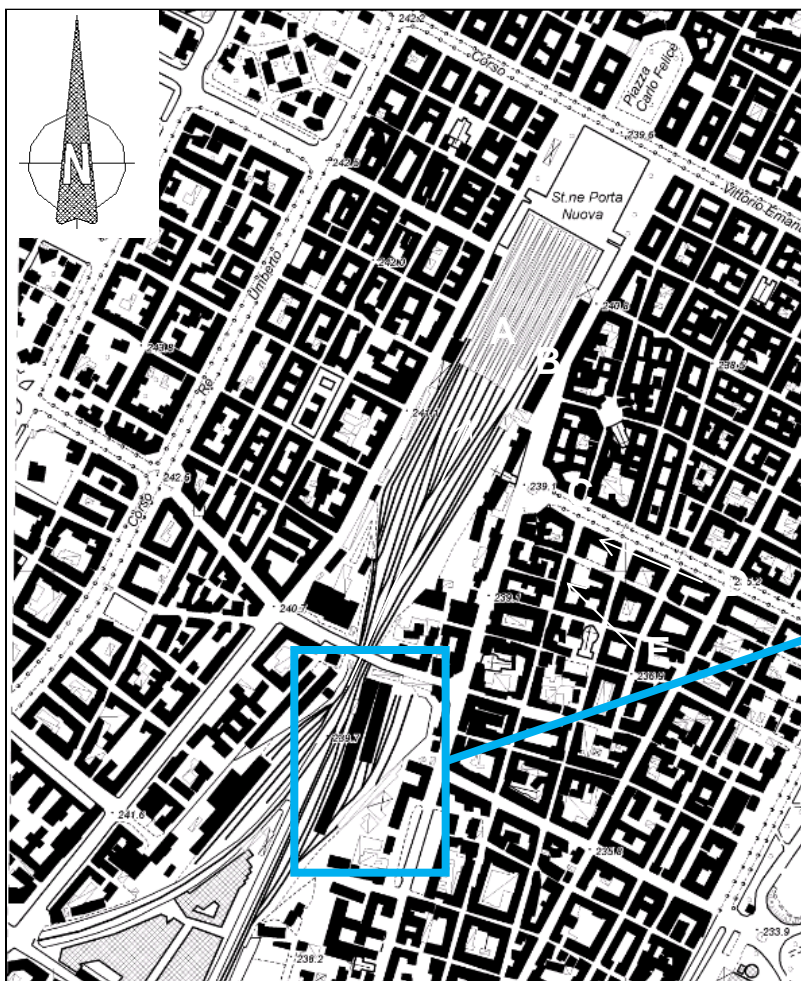


A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

Figure

Progetto Incubatore CIRPark – ex scalo ferroviario – Via Nizza TORINO

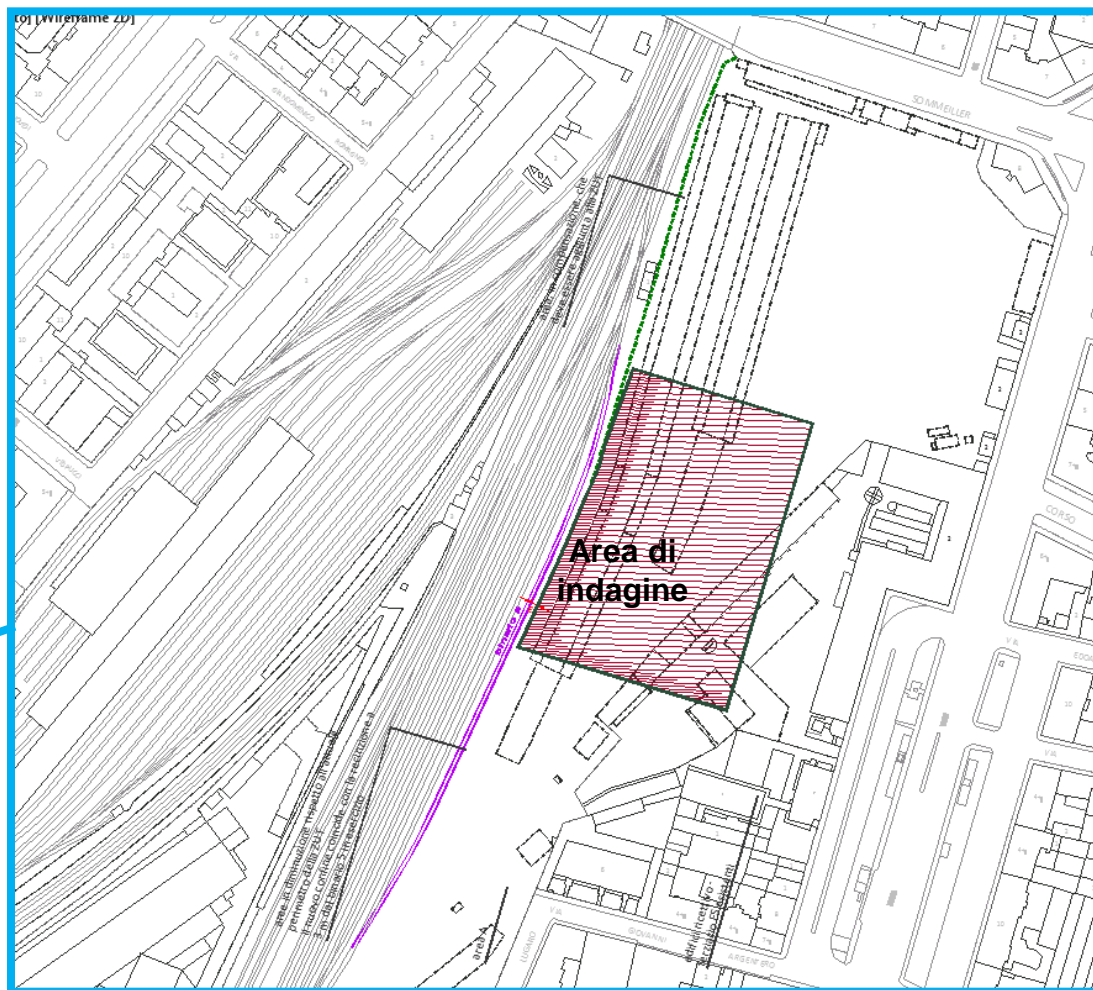
Ubicazione planimetrica



Estratto della CTR 156090

200 m

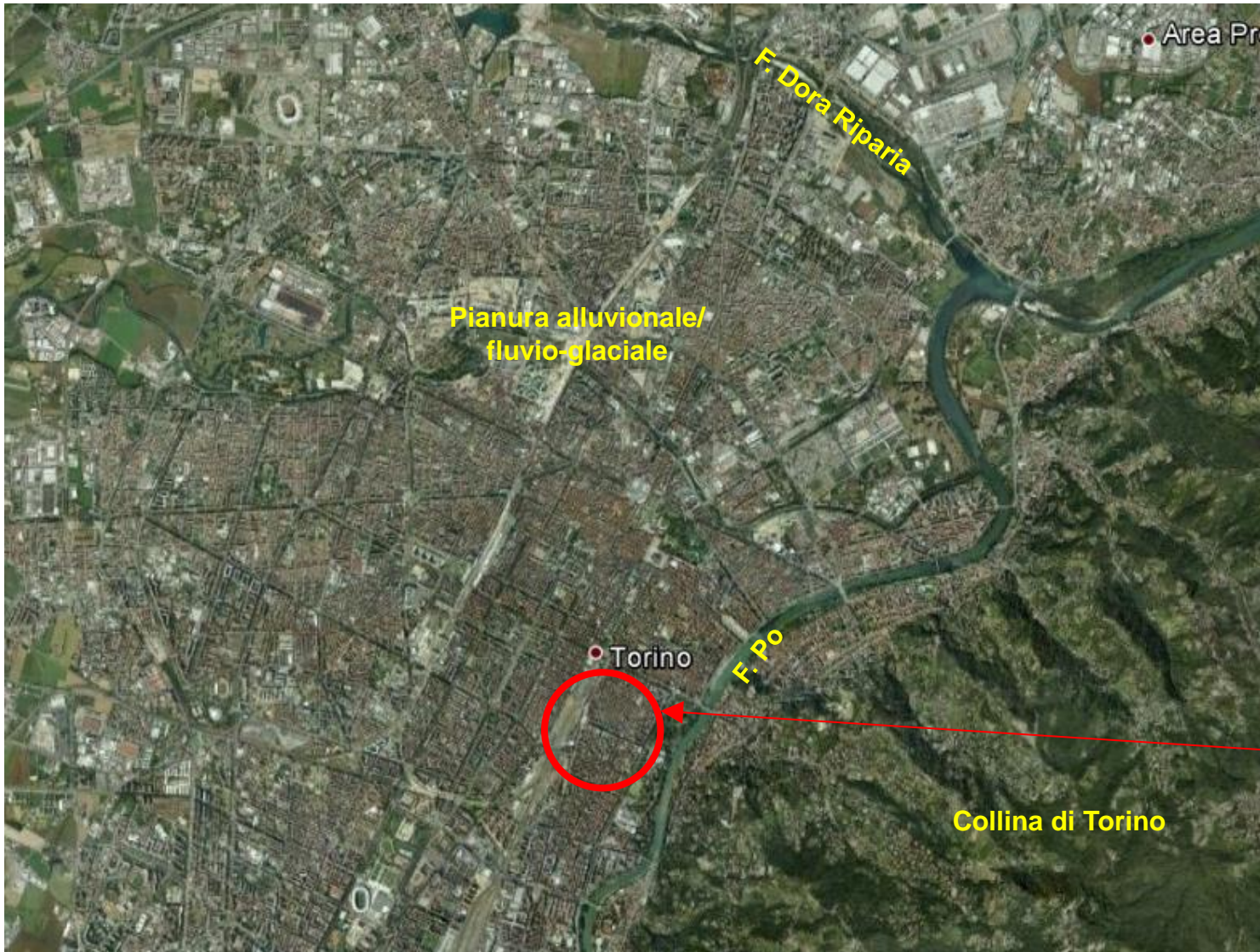
Scala grafica



200 m

Incubatore di imprese di biotecnologie di Torino	Relazione 2477/13
	Revisione 1
Committente CIRPARK	Data Ottobre 2013
Sito Ex scalo ferroviario Via Nizza	Figura 1

Progetto Incubatore CIRPark – ex scalo ferroviario – Via Nizza TORINO
Inquadramento geografico e geomorfologico su foto aerea



Veduta da foto
aerea del sito in
esame

(scala grafica)

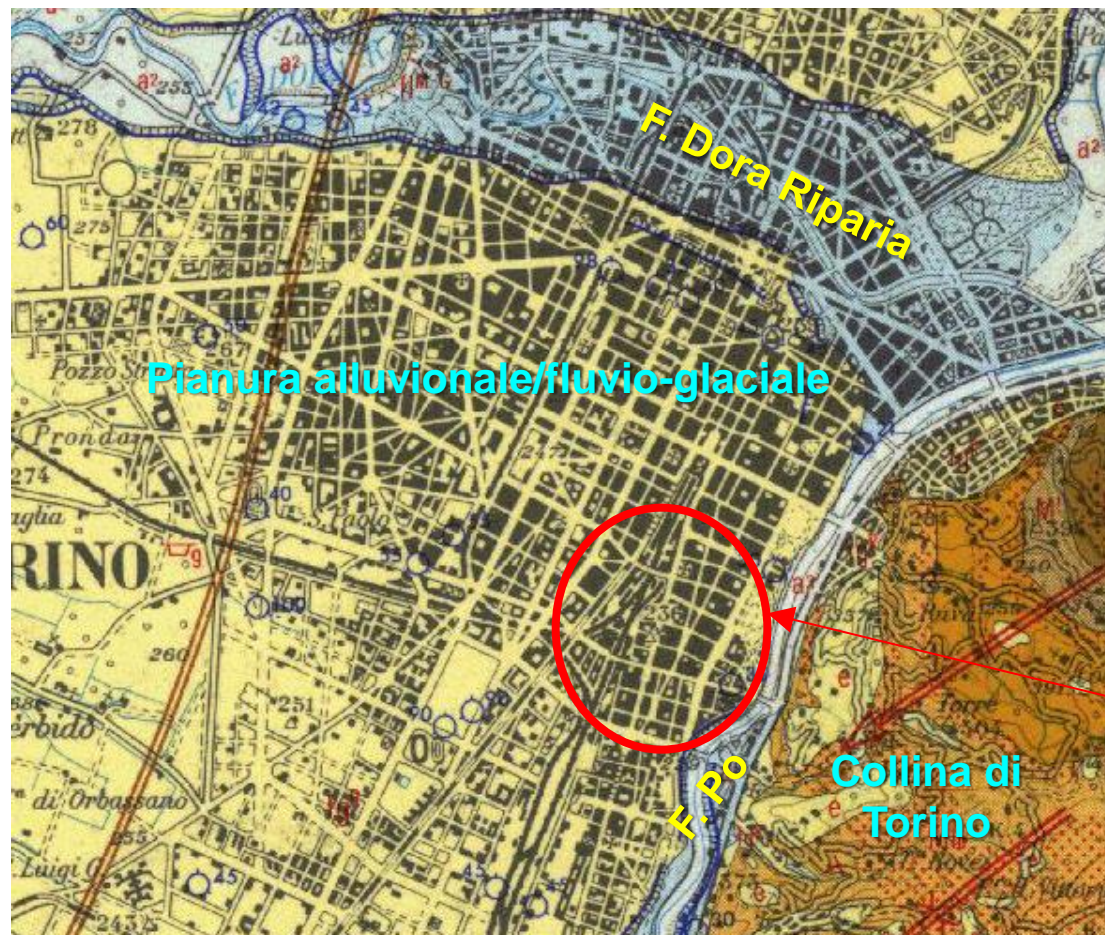
Fonte: Google Earth

1000 2000 m

**Area in
esame**

Incubatore di imprese di biotecnologie di Torino	Relazione 2477/13
	Revisione 1
Committente CIRPARK	Data Ottobre 2013
Sito Ex scalo ferroviario Via Nizza	Figura 2

Progetto Incubatore CIRPark – ex scalo ferroviario – Via Nizza TORINO
 Inquadramento geologico generale



Stralcio della
 Carta Geologica
 d'Italia
 1:100000
 Foglio 56
 Torino

(Scala grafica)

Fonte: www.apat.gov.it

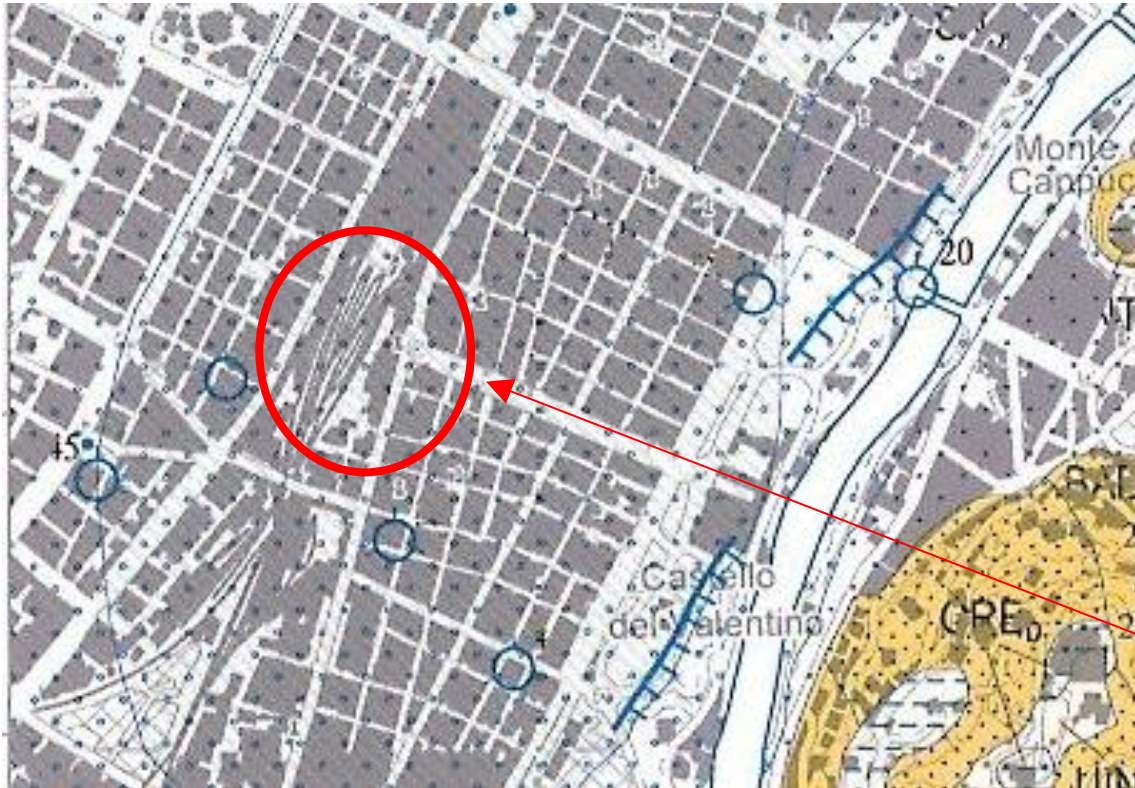
Area in esame



fg^R Depositi ghiaioso-sabbiosi con paleosuolo rosso-arancio, perlopiù terrazzati, corrispondenti al livello fondamentale dell'alta pianura, ricordanti si con le cerchie moreniche rissiane (**FLUVIOGLACIALE e FLUVIALE RISS**).

Incubatore di imprese di biotecnologie di Torino	Relazione 2477/13
	Revisione 1
Committente CIRPARK	Data Ottobre 2013
Sito Ex scalo ferroviario Via Nizza	Figura 3

Progetto Incubatore CIRPark – ex scalo ferroviario – Via Nizza TORINO
 Inquadramento geologico generale



**Stralcio della Carta
 Geologica d'Italia
 1:50'000
 Foglio 156
 Torino Est**

(Scala grafica)

Fonte: www.apat.gov.it

Area in esame

SINTEMA DI PALAZZOLO

Subsistema di Ghiala Grande

Ghiaie e ghiaie-sabbiose inalterate o poco alterate (2,5Y - 10YR) con locali intercalazioni sabbiose, coperte in modo generalizzato da una coltre di spessore decimetrico o metrico di sabbie e sabbie siltose inalterate (2,5Y). Nell'area collinare depositi siltosi e sabbioso-siltosi poco alterati (2,5Y) con intercalazioni ghiaiose (depositi fluviali) (CSN_{3b}). *OLOCENE - ATTUALE*



CSN₃

Subsistema di Crescentino

Ghiaie e ghiaie-sabbiose debolmente alterate (7,5-10YR) con locali intercalazioni sabbiose a laminazione piano-parallela e incrociata, coperte in modo generalizzato da una coltre di spessore decimetrico o metrico di sabbie e sabbie siltose a stratificazione incrociata debolmente o poco alterate (2,5Y - 10YR). Localmente le ghiaie contengono tronchi fluitati e lenti ricche in sostanza organica. Costituiscono ampie superfici terrazzate sospese di alcuni metri sui fondovalle attuali. Nell'area collinare silt e silt sabbiosi privi di stratificazione e debolmente alterati (7,5-10YR) (depositi fluviali) (CSN_{2b}). *PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE*



CSN₂

500 1000 m

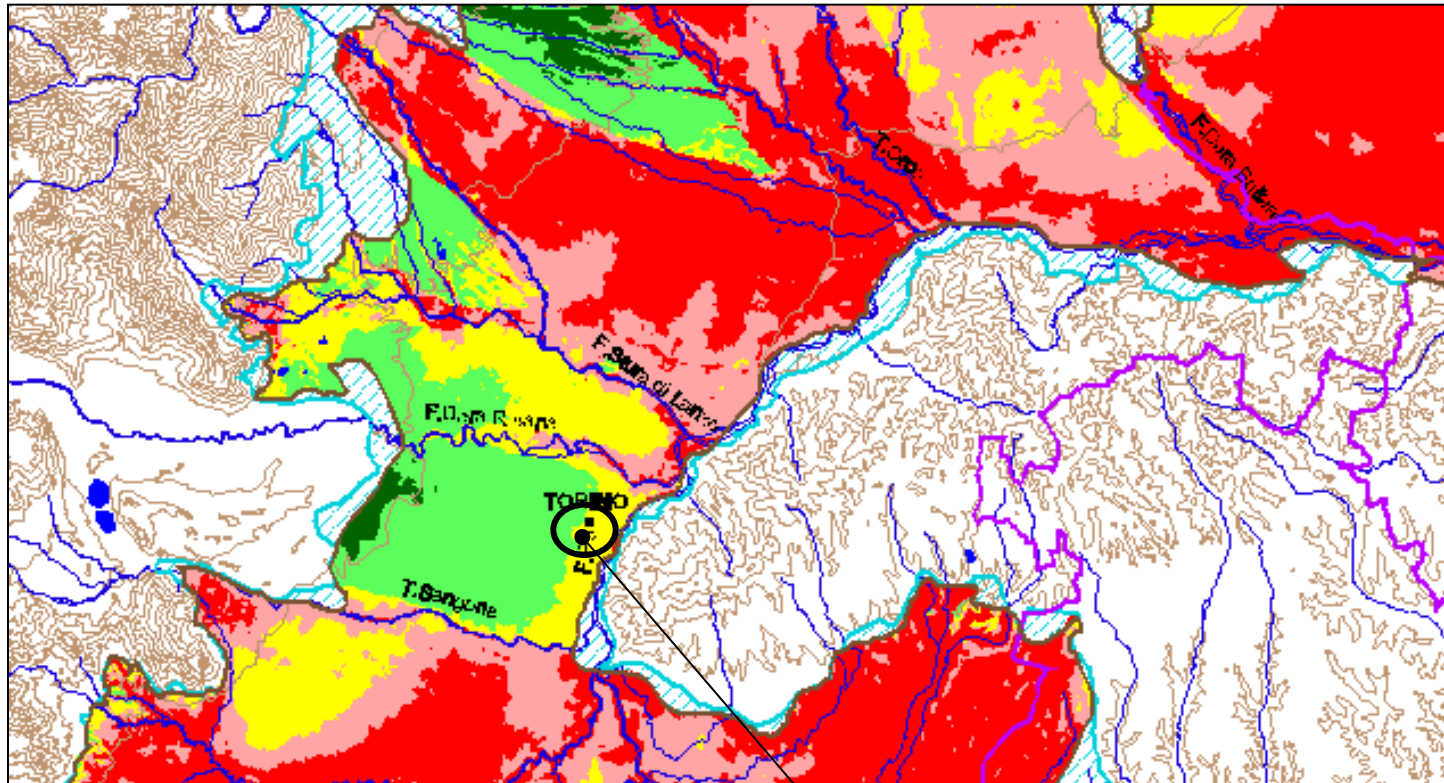


Incubatore di imprese di biotecnologie di Torino	Relazione 2477/13
	Revisione 1
Committente CIRPARK	Data Ottobre 2013
Sito Ex scalo ferroviario Via Nizza	Figura 4

Progetto Incubatore CIRPark – ex scalo ferroviario – Via Nizza TORINO

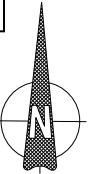
Idrogeologia

Carta della soggiacenza della falda idrica a superficie libera
(2004 – Dip. di scienze della Terra, Torino)



LEGENDA GENERALE

- Limite regionale
- Limiti provinciali
- Area di pianura
- Area di studio
- Area con dati insufficienti per l'elaborazione del tematico
- Idrografia principale
- Laghi
- Isopse (m s.l.m.)



FASCE DI SOGGIACENZA

- Da 0 a 5 metri
- Da 5 a 10 metri
- Da 10 a 20 metri
- Da 20 a 50 metri
- Superiore a 50 metri
- Area con elaborazione separata per anomalie nei valori delle quote topografiche

Area in esame

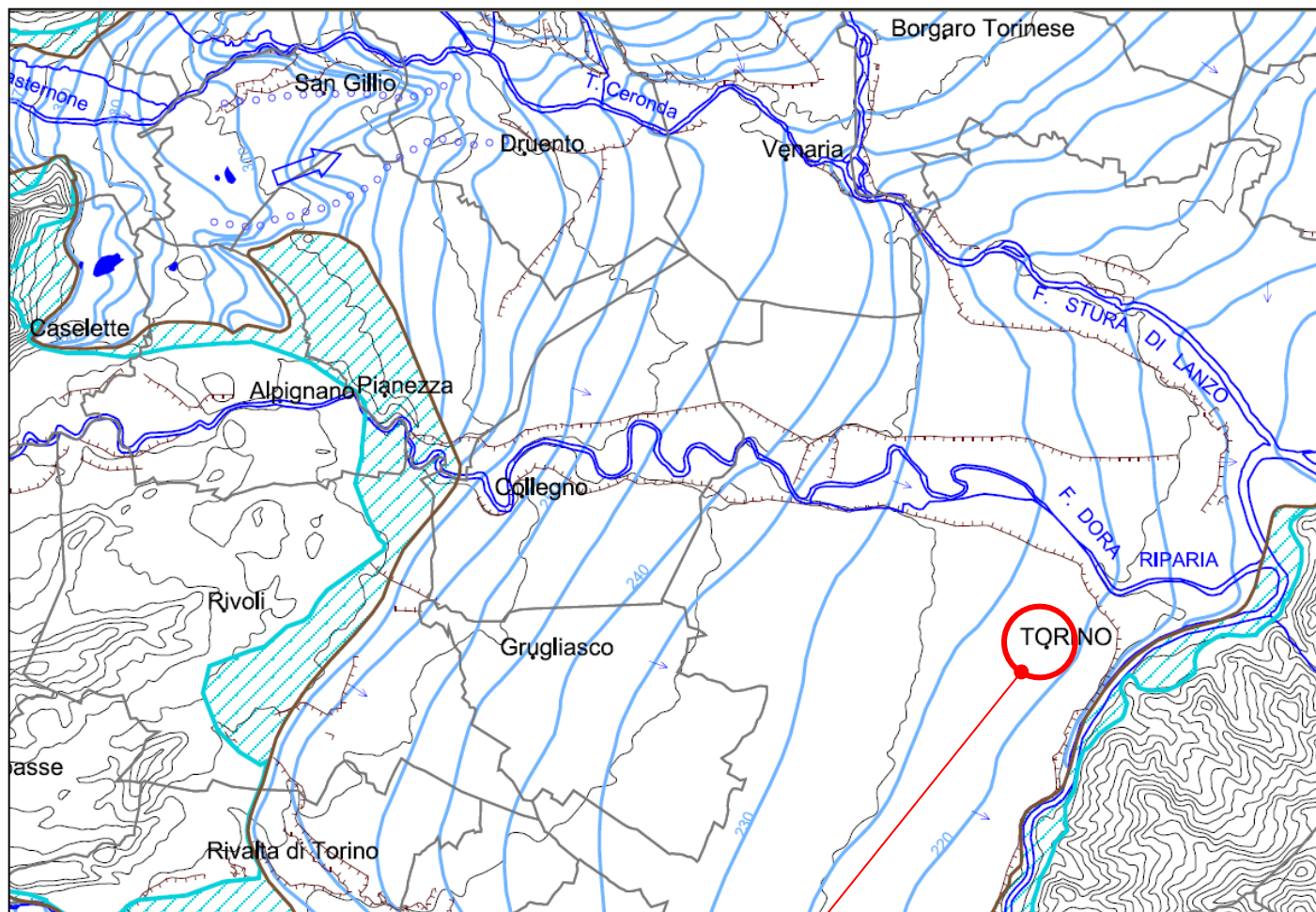
Soggiacenza attesa tra 10 e 20 m

Incubatore di imprese di biotecnologie di Torino	Relazione 2477/13
	Revisione 1
Committente CIRPARK	Data Ottobre 2013
Sito Ex scalo ferroviario Via Nizza	Figura 5

Progetto Incubatore CIRPark – ex scalo ferroviario – Via Nizza TORINO

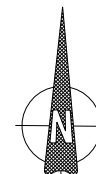
Idrogeologia

Carta delle Isopiezometriche della falda idrica a superficie libera (2002 – Dip. di scienze della Terra, Torino)



LEGENDA GENERALE

- Limite regionale
- Limiti provinciali
- Limiti comunali
- Area di pianura
- Area di studio
- Area con dati insufficienti per l'elaborazione del tematismo
- Idrografia principale
- Laghi
- Orli di terrazzo
- Isoipse (m s.l.m.) Equidistanza 25 m



- Assi drenanti
- Spartiacque sotterranei
- Linee di flusso
- Linee isopiezometriche e relativa quota in m s.l.m.

Area in
esame

Incubatore di imprese di biotecnologie di Torino	Relazione 2477/13
	Revisione 1
Committente CIRPARK	Data Ottobre 2013
Sito Ex scalo ferroviario Via Nizza	Figura 6

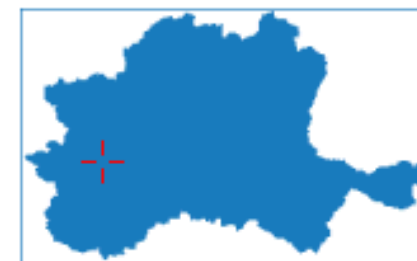
Progetto Incubatore CIRPark – ex scalo ferroviario – Via Nizza TORINO
Estratto del PAI - Pericolosità geomorfologica e idraulica








Autorità di bacino del fiume Po

Bacino di rilievo nazionale

Area di intervento



-  Limite del bacino del Po
-  Comuni
-  Fascia C
-  Fascia B
-  Fascia A

Estratto del PAI

(scala grafica)

Fonte: www.adbpo.it

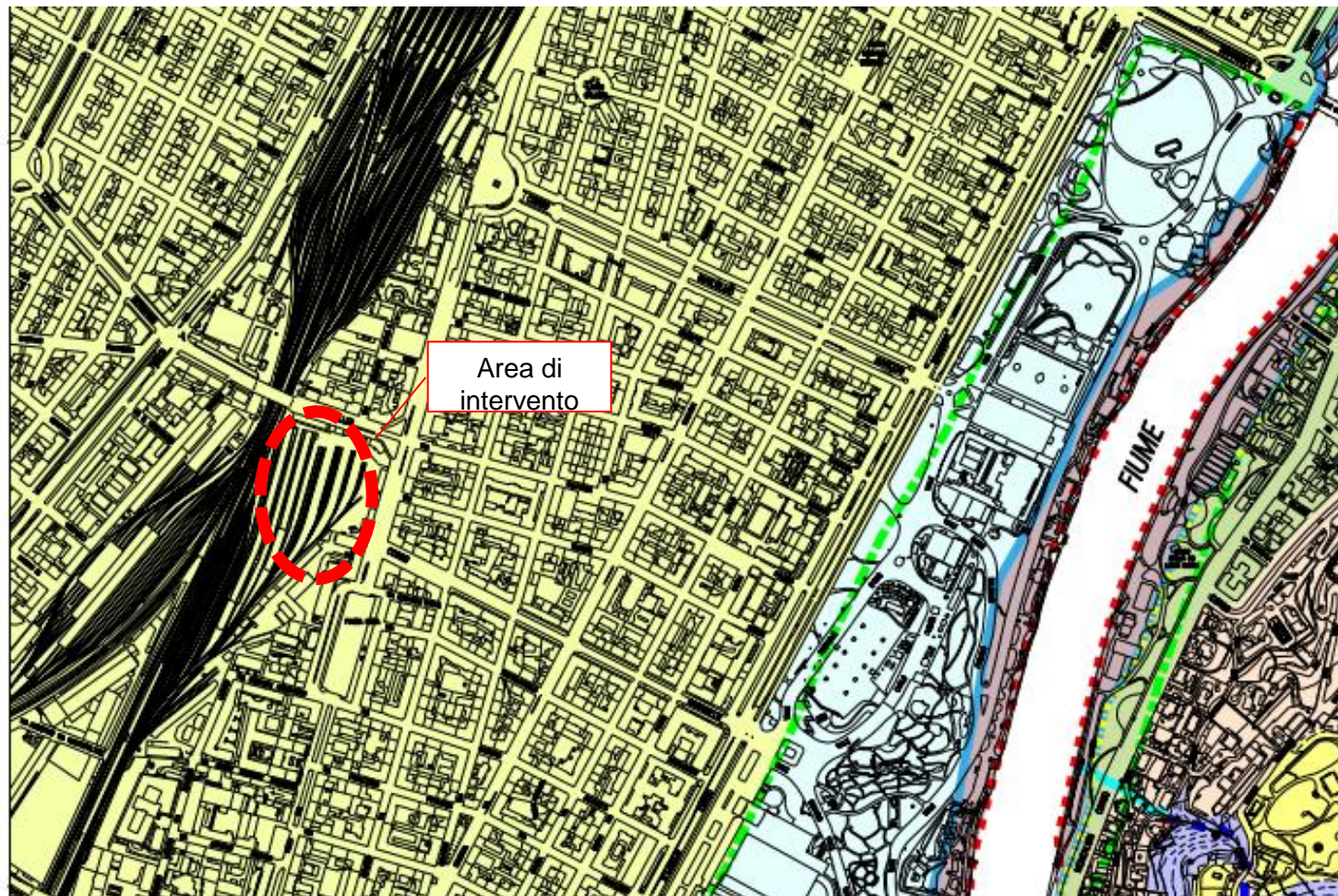


0 0.3 0.6 0.9 1.2 km

Incubatore di imprese di biotecnologie di Torino	Relazione 2477/13
	Revisione 1
Committente CIRPARK	Data Ottobre 2013
Sito Ex scalo ferroviario Via Nizza	Figura 7

Progetto Incubatore CIRPark – ex scalo ferroviario – Via Nizza TORINO

Estratto del PRGC - Pericolosità geomorfologica e idraulica



Estratto della Carta di pericolosità geologica allegata al PRGC del Comune di Torino

Legenda fasce fluviali

- Limite tra fascia A e fascia B
- Limite tra fascia B e fascia C
- Limite esterno fascia C
- Limite di progetto tra fascia B e fascia C

Legenda classe di pericolosità geomorfologica

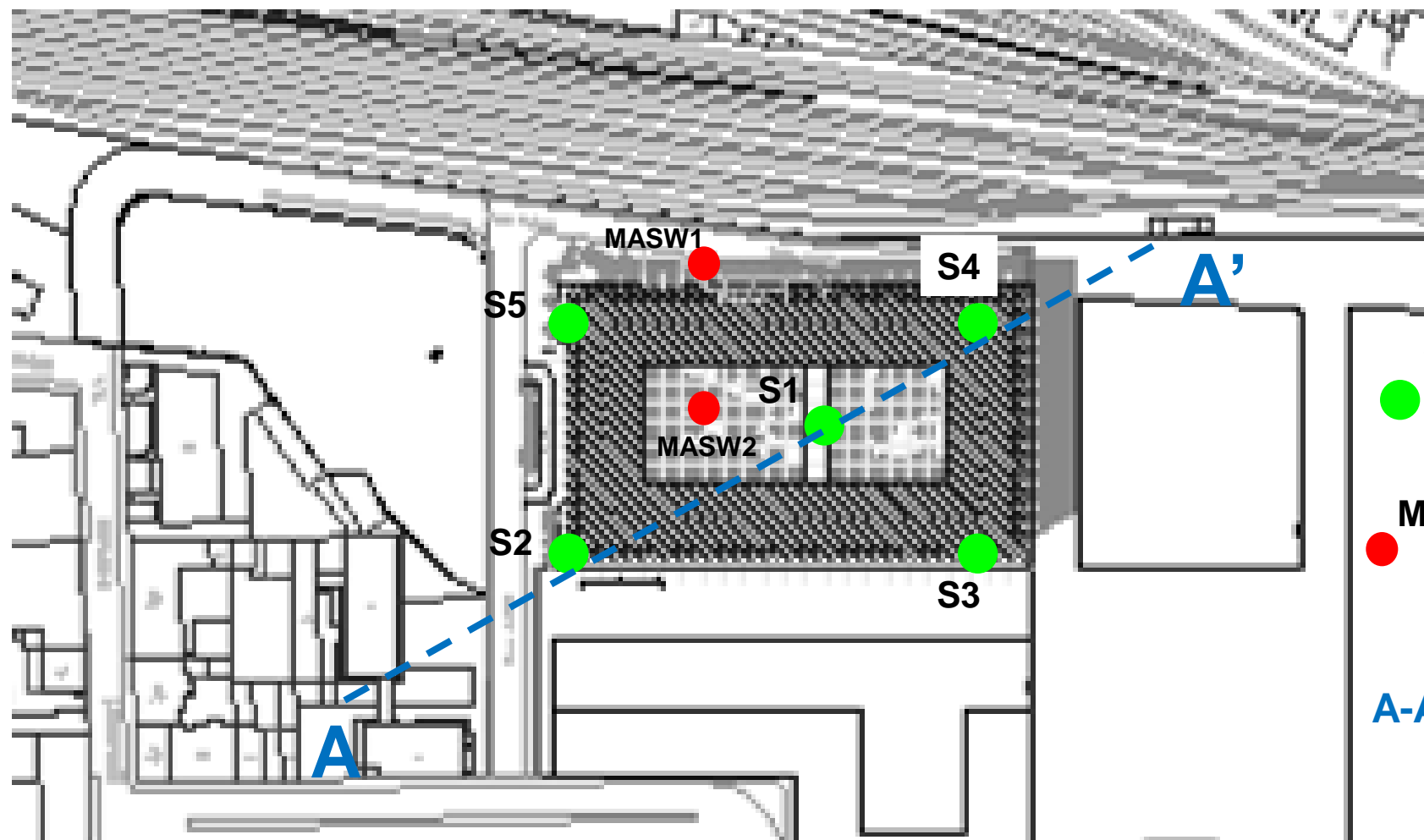


I (P) Zone edificate ed inedificate non soggette a pericolo di inondazione né di allagamento. Non si riscontrano impedimenti/limitazioni particolari nei confronti degli interventi edilizi.

Incubatore di imprese di biotecnologie di Torino	Relazione 2477/13
	Revisione 1
Committente CIRPARK	Data Ottobre 2013
Sito Ex scalo ferroviario Via Nizza	Figura 8

Progetto Incubatore CIRPark – ex scalo ferroviario – Via Nizza TORINO

Ubicazione planimetrica indagini eseguite

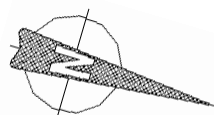


Legenda

S5 Sondaggi geognostici

MASW1 Indagini sismiche MASW (centro stendimento)

A-A' Traccia sezione geolitologica (vd figura seguente)

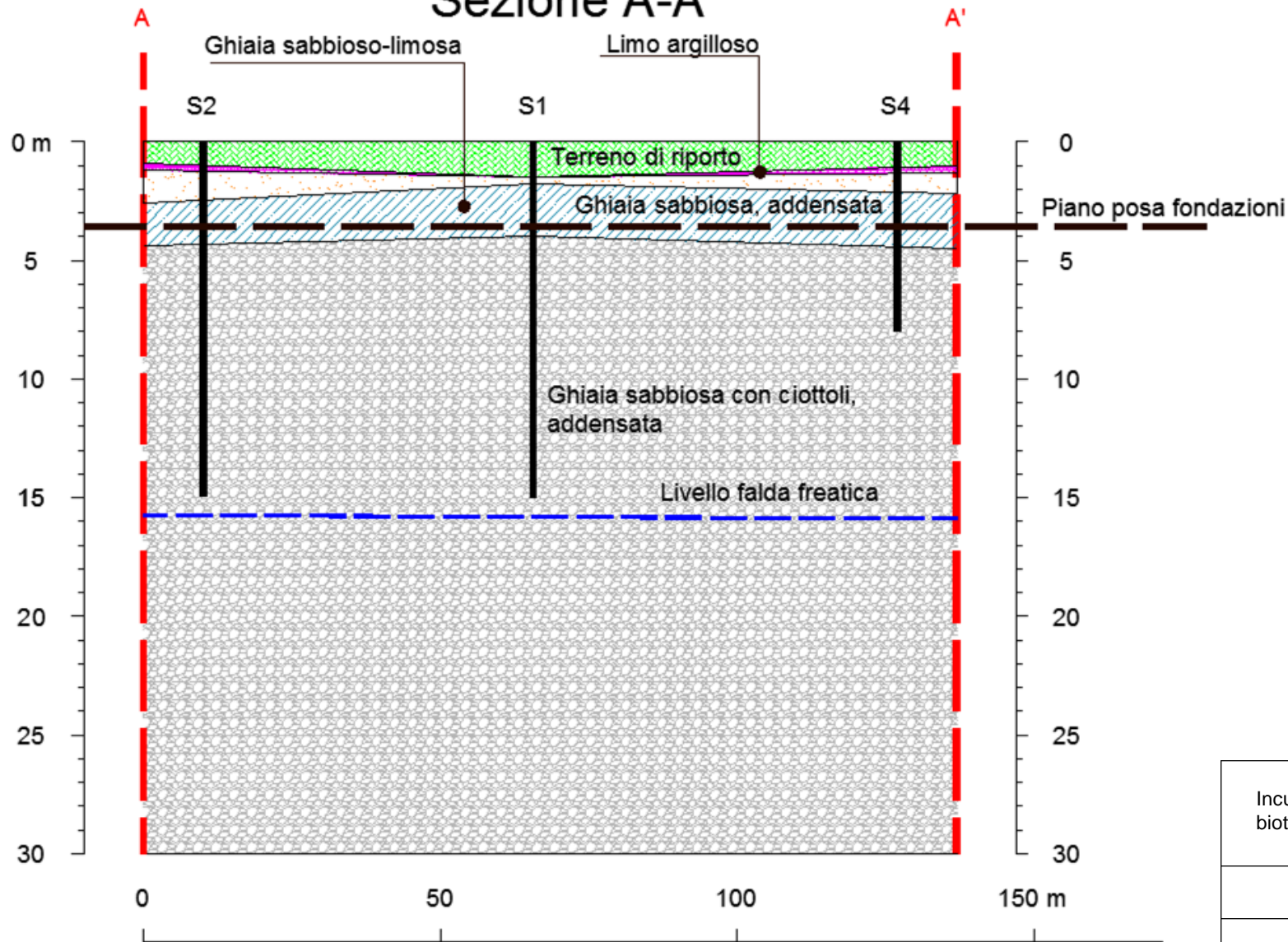


50 100 m

Incubatore di imprese di biotecnologie di Torino	Relazione 2477/13
	Revisione 1
Committente CIRPARK	Data Ottobre 2013
Sito Ex scalo ferroviario Via Nizza	Figura 9

Progetto Incubatore CIRPark – ex scalo ferroviario – Via Nizza TORINO
 Sezione geolitologica A-A'

Sezione A-A'



Incubatore di imprese di biotecnologie di Torino	Relazione 2477/13
	Revisione 1
Committente CIRPARK	Data Ottobre 2013
Sito Ex scalo ferroviario Via Nizza	Figura 10



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

Allegato 1 Sondaggi geognostici e prove SPT

CIRPARK



**INDAGINE GEOGNOSTICA E AMBIENTALE
EX SCALO FERROVIARIO – VIA NIZZA 40, TORINO**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

REDATTO DA:

Dott. COLLA M.

Maggio 2013



REVISIONI: 00

Via Piave 13
12037 SALUZZO (CN)
Tel/Fax 0175211047
info@somiter.eu



INDICE

INTRODUZIONE.....	1
INDAGINE GEOGNOSTICA E AMBIENTALE.....	2
PROVE S.P.T. IN FORO	4
STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI	8
FOTOGRAFIE DELLE CASSETTE CATALOGATRICI	9
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	16

INTRODUZIONE

Nella presente relazione illustrativa vengono riportati i risultati dell'indagine ambientale, condotta dalla SOMITER S.r.l. di Saluzzo, su incarico della società CIRPark.

Tale indagine è stata realizzata allo scopo di ricostruire la situazione geologica presente presso l'ex scalo ferroviario di Via Nizza 40 a Torino e al contempo effettuare un campionamento ambientale per i primi 4 m di profondità per poter effettuare delle analisi chimiche.

Per il campionamento ambientale e la ricostruzione litostratigrafica di dettaglio dell'area in oggetto sono stati eseguiti n°5 sondaggi meccanici a carotaggio continuo spinti a diverse quote, comprese tra 8,00 e 15,00 m di profondità da piano campagna.

È stato eseguito pertanto un campionamento "in situ" del materiale estratto per poter effettuare le analisi chimiche di laboratorio, alle profondità comprese tra 0,50 e 1,00 m, tra 1,50 e 2,00 m e tra 3,00 e 3,50 m.

Il materiale campionato dalle cassette catalogatrici è stato posto in appositi contenitori di vetro, e conferito in laboratorio per effettuare le analisi chimiche.

Durante la perforazione dei carotaggi sono state eseguite delle prove SPT (Standard Penetration Test) allo scopo di valutare il grado di addensamento dei terreni attraversati.

Nelle pagine seguenti, dopo una breve descrizione delle tecniche utilizzate, si riportano i risultati dell'indagine realizzata.

INDAGINE GEOGNOSTICA E AMBIENTALE

La campagna di indagine geognostica e ambientale in oggetto a questa relazione illustrativa è stata eseguita mediante la perforazione di cinque sondaggi meccanici a carotaggio continuo eseguiti con la sonda perforatrice Casagrande C6.

L'indagine eseguita è stata così condotta:

- esecuzione di un sondaggio geognostico, a carattere ambientale per i primi 4,00 m, denominato **S.1**, spinto fino alla profondità di 15,00 m da piano campagna;
- esecuzione di un sondaggio geognostico, a carattere ambientale per i primi 4,00 m, denominato **S.2**, spinto fino alla profondità di 15,00 m da piano campagna.

Durante la realizzazione del sondaggio sono state eseguite le prove SPT (alle profondità di 3,00 – 6,00 e 9,00 m da piano campagna);

- esecuzione di un sondaggio geognostico, a carattere ambientale per i primi 4,00 m, denominato **S.3**, spinto fino alla profondità di 8,00 m da piano campagna.

Durante la realizzazione del sondaggio sono state eseguite le prove SPT (alle profondità di 3,00 e 6,00 m da piano campagna);

- esecuzione di un sondaggio geognostico, a carattere ambientale per i primi 4,00 m, denominato **S.4**, spinto fino alla profondità di 8,00 m da piano campagna.

Durante la realizzazione del sondaggio sono state eseguite le prove SPT (alle profondità di 3,00 – 6,00 e 8,00 m da piano campagna);

- esecuzione di un sondaggio geognostico, a carattere ambientale per i primi 4,00 m, denominato **S.5**, spinto fino alla profondità di 8,00 m da piano campagna;

La perforazione è stata condotta a rotazione a carotaggio continuo utilizzando carotieri semplici ($\varnothing = 101$ mm) con corone a prismetti in widia, effettuando un

avanzamento "a secco" per poter garantire una percentuale di materiale estratto uguale al corrispondente volume di materiale in posto.

Tale sistema di avanzamento ha consentito il recupero sia delle frazioni fini che di quelle grossolane, con una percentuale di recupero media del 90% del materiale attraversato.

Il materiale estratto nel corso della perforazione è stato riposto in apposite cassette catalogatrici, adatte a contenere cinque carote da un metro ciascuna.

Si è reso necessario, durante la perforazione, una volta effettuato il campionamento ambientale, per profondità maggiori di 4,00 m, sostenere le pareti del perforo con tubi di rivestimento provvisori in metallo ($\varnothing = 127$ mm), onde evitare fenomeni di franamento, impiegando acqua come fluido di circolazione con il metodo a circolazione diretta, con funzione sia di raffreddamento dell'utensile di perforazione (scarpa) sia di trasporto dei detriti di perforazione in superficie.

Il fluido di perforazione è stato immesso in foro a pressioni variabili tramite una pompa volumetrica a pistoni.

Per i sondaggi effettuati sono state redatte le stratigrafie (allegate alla presente relazione), nelle quali viene riportata una descrizione dettagliata del terreno indagato.

PROVE S.P.T. IN FORO

Nel corso delle perforazioni dei sondaggi realizzati sono state eseguite complessivamente n°8 prove S.P.T. (Standard Penetration Test), impiegando il campionatore tipo Raymond e utilizzando la punta chiusa, in funzione delle caratteristiche dei terreni grossolani attraversati.

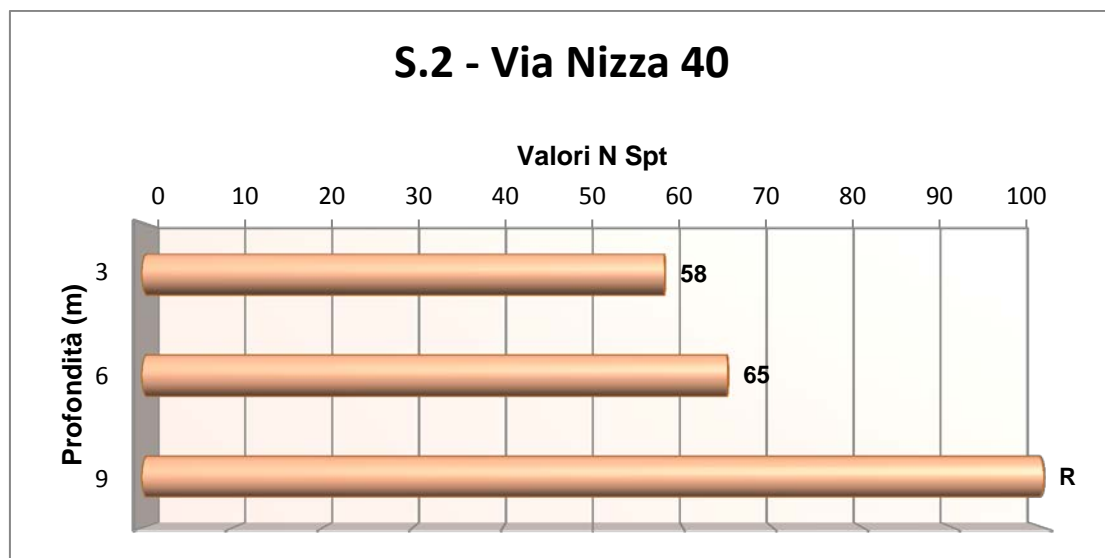
Per l'esecuzione delle prove S.P.T. è stata impiegata un'attrezzatura con caratteristiche conformi alle norme ASTM 1586/67 "Penetration test and split barrel sampling of soils".

Durante l'esecuzione delle prove sono stati contati i colpi del maglio N_{SPT} necessari ad infiggere il campionatore di tre tratti consecutivi da 15 cm, considerando come valore di N_{SPT} la somma degli ultimi due tratti.

Nelle pagine seguenti vengono riportati le tabelle ed i grafici relativi alle prove eseguite in cantiere.

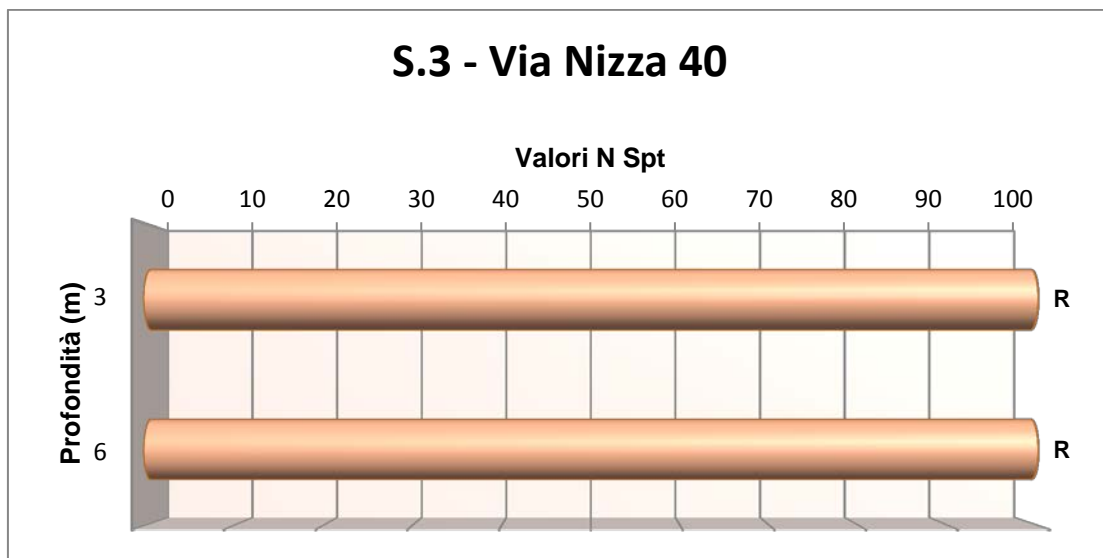
Sondaggio S.2

Profondità (m)	(n° colpi)	N _{Spt}
3.00	26 – 29 – 29	58
6.00	24 – 35 – 30	65
9.00	32 – R	RIFIUTO



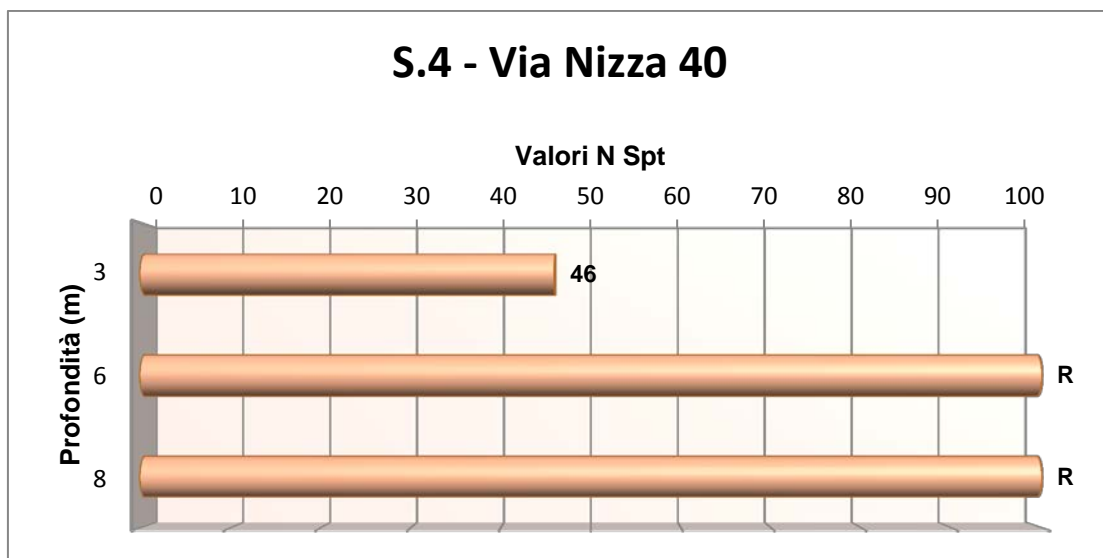
Sondaggio S.3

Profondità (m)	(n° colpi)	N _{Spt}
3.00	36 – R	RIFIUTO
6.00	20 – 29 – R	RIFIUTO



Sondaggio S.4

Profondità (m)	(n° colpi)	N _{Spt}
3.00	22 – 28 – 18	46
6.00	35 – R	RIFIUTO
8.00	41 – R	RIFIUTO



STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI

Scala 1:50	Stratigrafia	Potenza	Quota	Descrizione	Cassetta	Campioni	Perforazione	Rivestimento
		0.10	-1.10	Pavimentazione stradale				
		0.40	-1.50	Riporto ghiaioso eterometrico, con resti bituminosi, in matrice sabbiosa debolmente limosa di colore grigio scuro		C4		
		1.00	-1.80	Riporto ghiaioso-sabbioso di colore grigio chiaro				
		0.30	-2.10	Ghiaia eterometrica, perlopiù angolosa a spigoli arrotondati, talora alterata, in matrice sabbioso-limosa di colore bruno		C5		
2		2.20	-3.50	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa, di colore grigio-bruno chiaro, eterometrica, perlopiù angolosa a spigoli arrotondati	1	C6		
4			-4.00					
6								
8		6.20		Ghiaia eterometrica, perlopiù angolosa a spigoli arrotondati, con ciottoli (Ø max = 8 cm) in matrice sabbiosa debolmente limosa di colore bruno-grigio	2		101	127
10								
		0.70	-10.20	Sabbia eterometrica, debolmente limosa, di colore bruno, con scarsa ghiaia				
			-10.90					
12								
		4.10		Ghiaia eterometrica, perlopiù angolosa a spigoli arrotondati, con ciottoli (Ø max > 10 cm) in abbondante matrice sabbiosa debolmente limosa di colore bruno-grigio	3			
14								
			-15.00					



Committente: CIRPark
 Cantiere: Torino
 Sito indagine: Via Nizza 40 - ex scalo ferroviario
 Attrezzatura: Casagrande C6

Sondaggio
S.4
 Foglio
1

Operatore
 Sig. Dall'Erta F.

Via Piave 13, 12037 SALUZZO (CN)
 Tel/Fax 0175211047
 info@somiter.eu

Data inizio: 30/05/2013 Data ultimazione: 30/05/2013
 Note: Sondaggio ambientale per i primi 4 m

Responsabile cantiere
 Dott. Colla Maurizio

Scala 1:50	Stratigrafia	Potenza	Quota	Descrizione	Cassetta	S.P.T.				Campioni	Perforazione	Rivestimento
						10	20	30	40			
		0.05	-0.05	Pavimentazione stradale								
		0.95		Riporto ghiaioso-sabbioso, con resti bituminosi, di colore grigio-grigio scuro						C7		
		0.40	-1.00	Limo debolmente sabbioso di colore bruno								
		0.80	-1.40	Ghiaia eterometrica, perlopiù angolosa a spigoli arrotondati, talora alterata, in matrice sabbioso-limosa di colore bruno						C8		
			-2.20									
		2.30		Ghiaia sabbiosa debolmente limosa, di colore grigio-bruno chiaro, eterometrica, perlopiù angolosa a spigoli arrotondati	1		3.00	3.45		C9		
			-4.50								101	127
		3.50		Ghiaia eterometrica, perlopiù angolosa a spigoli arrotondati, con ciottoli (Ø max = 8 cm) in matrice sabbiosa debolmente limosa di colore bruno-grigio			6.00	6.25				
			-8.00				8.00					
							8.23					



Committente: CIRPark
 Cantiere: Torino
 Sito indagine: Via Nizza 40 - ex scalo ferroviario
 Attrezzatura: Casagrande C6

Sondaggio
S.5
 Foglio
1

Operatore
 Sig. Dall'Erta F.

Via Piave 13, 12037 SALUZZO (CN)
 Tel/Fax 0175211047
 info@somiter.eu

Data inizio: 29/05/2013 Data ultimazione: 29/05/2013
 Note: Sondaggio ambientale per i primi 4 m

Responsabile cantiere
 Dott. Colla Maurizio

Scala 1:50	Stratigrafia	Potenza	Quota	Descrizione	Cassetta	Campioni	Perforazione	Rivestimento
		0.05	-0.05	Pavimentazione stradale				
		0.65	-0.65	Ripporto ghiaioso-sabbioso, con resti bituminosi e di laterizi, di colore grigio scuro				
		0.60	-0.70	Limo debolmente sabbioso di colore bruno		C1		
		1.10	-1.30	Ghiaia eterometrica, perlopiù angolosa a spigoli arrotondati, talora alterata e scarsi ciottoli (Ø max = 9 cm), in matrice sabbioso-limosa di colore bruno		C2		
2		2.20	-2.40	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa, di colore grigio-bruno chiaro, eterometrica, perlopiù angolosa a spigoli arrotondati	1	C3		
4		3.40	-4.60	Ghiaia eterometrica, perlopiù angolosa a spigoli arrotondati, con ciottoli (Ø max = 8 cm) in matrice sabbiosa debolmente limosa di colore bruno-grigio			101	127
6								
8			-8.00		2			

FOTOGRAFIE DELLE CASSETTE CATALOGATRICI

Sondaggio S.1

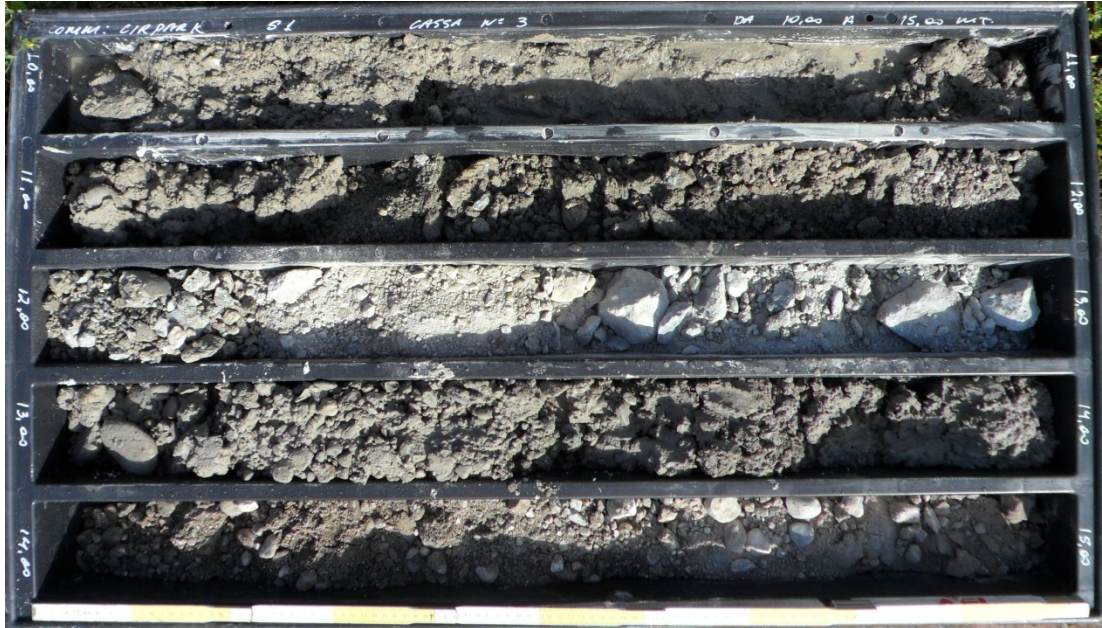
S.1 Prof. 0,00 m – 5,00 m



S.1 Prof. 5,00 m – 10,00 m



S.1 Prof. 10,00 m – 15,00 m



Sondaggio S.2

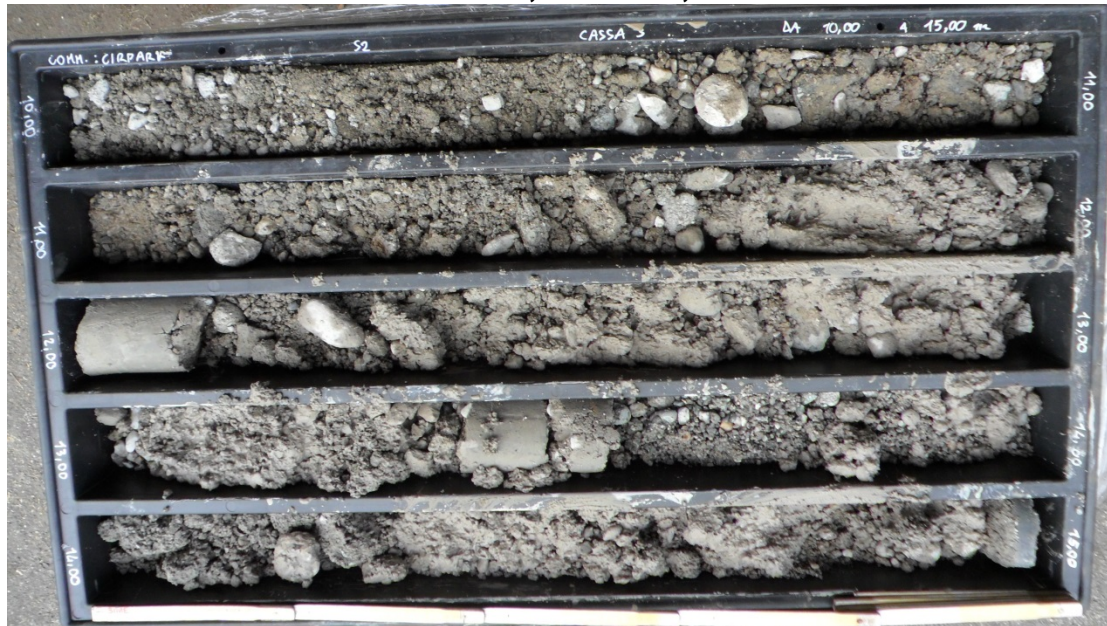
S.2 Prof. 0,00 m – 5,00 m



S.2 Prof. 5,00 m – 10,00 m



S.2 Prof. 10,00 m – 15,00 m



Sondaggio S.3

S.3 Prof. 0,00 m – 5,00 m



S.3 Prof. 5,00 m – 8,00 m

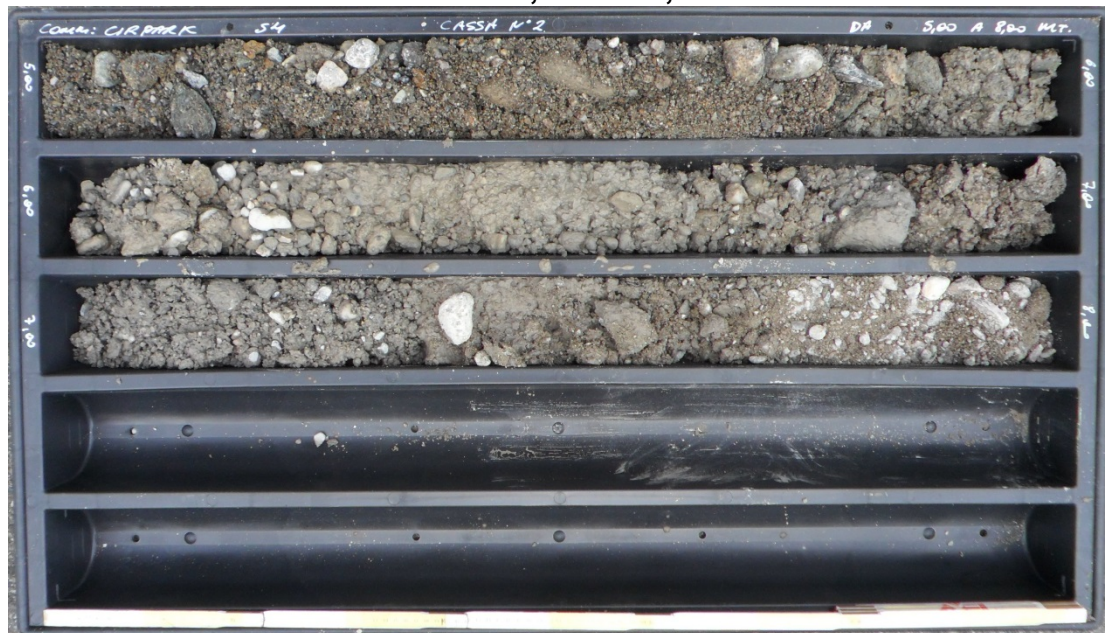


Sondaggio S.4

S.4 Prof. 0,00 m – 5,00 m



S.4 Prof. 5,00 m – 8,00 m

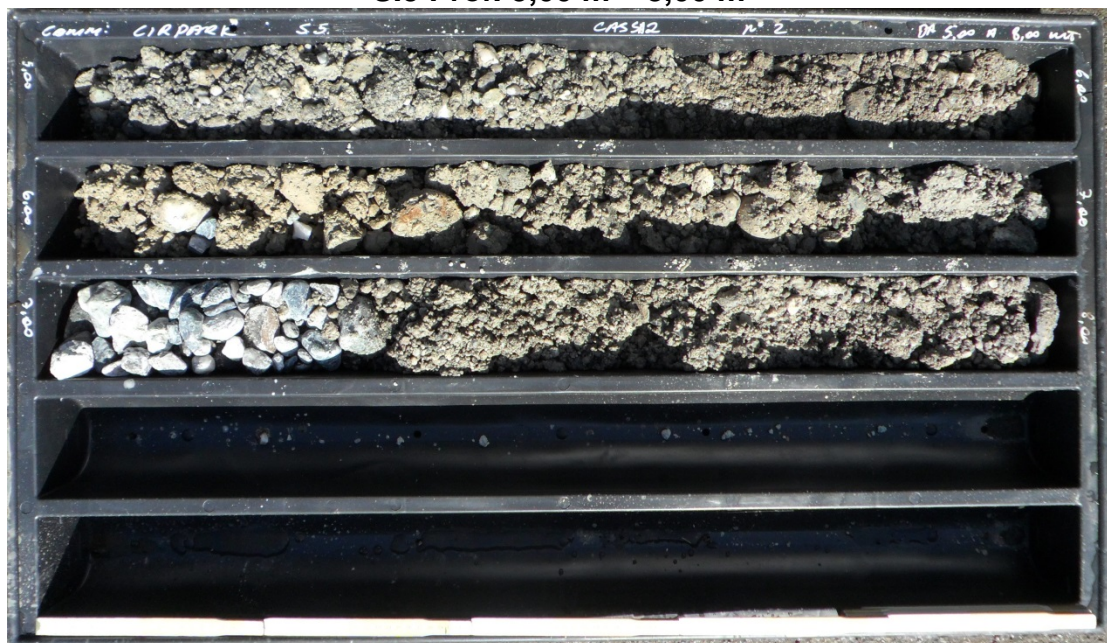


Sondaggio S.5

S.5 Prof. 0,00 m – 5,00 m



S.5 Prof. 5,00 m – 8,00 m



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Sonda perforatrice Casagrande C6.
Postazione S.2**



**Esecuzione prove S.P.T.
Postazione S.2**



**Sonda perforatrice Casagrande C6.
Postazione S.3**



**Sonda perforatrice Casagrande C6.
Postazione S.4**



**Esecuzione prove S.P.T.
Postazione S.4**



**Sonda perforatrice Casagrande C6.
Postazione S.5**



SOMITER S.R.L.

Sede legale e operativa: Via Piave, 13 - 12037 Saluzzo (CN) - Tel. e Fax +39 0175 211047

Unità locale: Via Caduti del Lavoro, 11A - 11026 Pont Saint Martin (AO) - Tel. e Fax +39 0125 1969360

www.somiter.eu - info@somiter.eu - somitersrl@legalmail.it

C.F. e P.IVA 03311880045 - R.E.A. CN280337



A.T.P.: *Ai Engineering S.r.l.* (capogruppo mandataria); *Ai Studio* (mandante); *DUO' dott. geol.* (mandante)

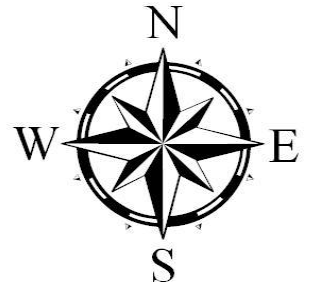
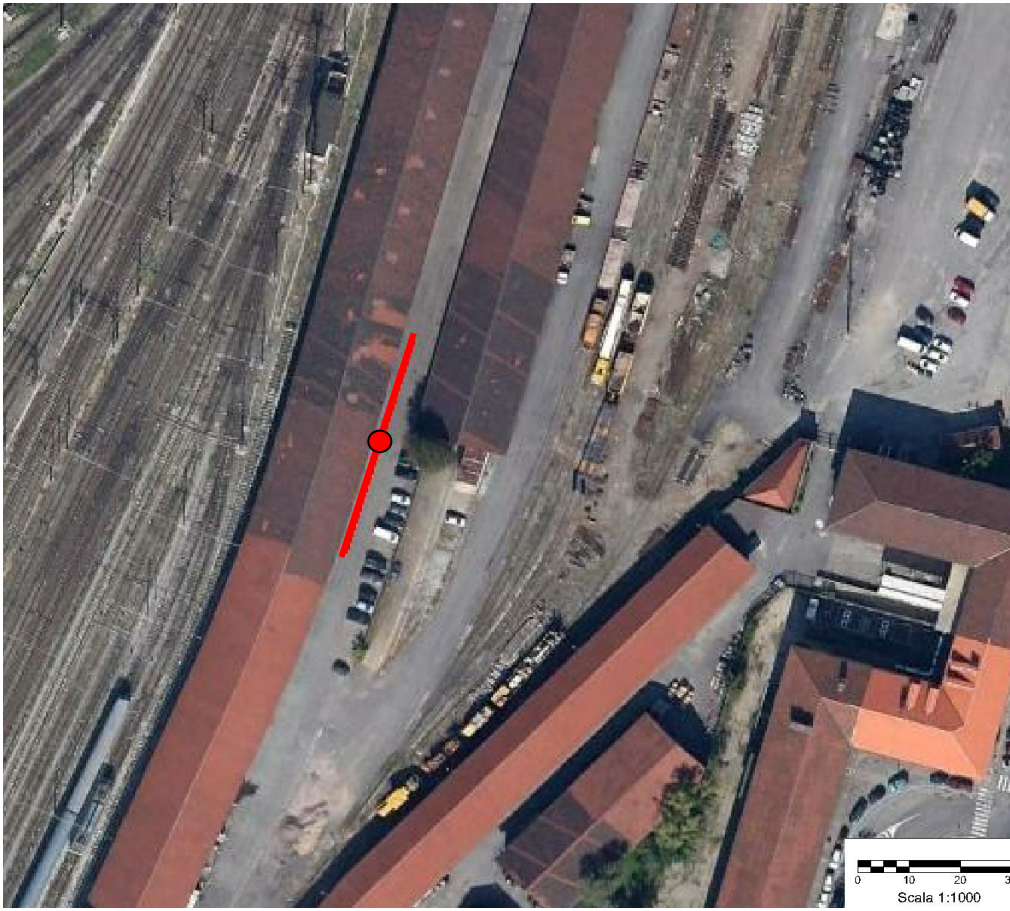
Allegato 2 Indagini MASW

COMMITTENTE	
RELAZIONE	
N° PROVA	001
LOCALITA'	CIRPark, Torino
DATA	28/05/2013



ALLEGATO 2A

UBICAZIONE INDAGINE MASW




LEGENDA

- Stendimento linea MASW
- Centrolinea MASW - Ubicazione profilo Vs 30

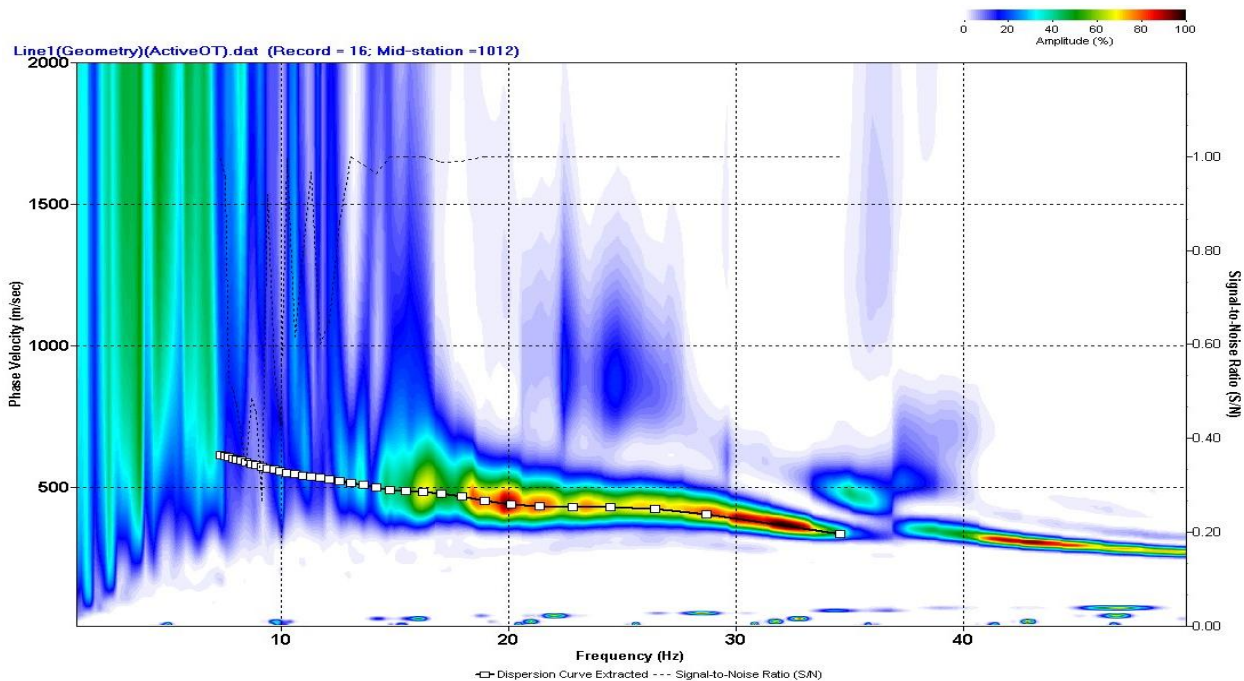
UBICAZIONE	
DATUM	WGS84
PROIEZIONE	UTM
ZONA	32T
EST	395525
NORD	4989672

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

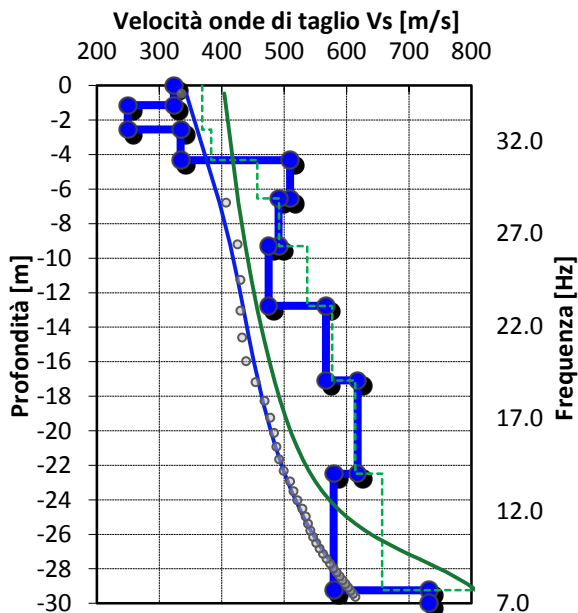


COMMITTENTE	0	COORDINATE UTM WGS84	32 T 395525 4989672	
RELAZIONE	0	SISMOGRAFO	Daq Link III	
N° PROVA	001	GEOFONI	24 (freq. 4,5 Hz)	
LOCALITA'	CIRPark, Torino	ACQUISITION TIME	1.0 s	
DATA	28/05/2013	SAMPLE INTERVAL	0.250 ms	ALLEGATO 2A

SPETTRO IN FREQUENZA E CURVA DI DISPERSIONE ESTRATTA



PROFILO DI VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO



MODELLO PROFILO Vs A 10 STRATI			
Strato	Profondità [m]		Vs [m/s]
	da	a	
1	0.00	-1.13	323
2	-1.13	-2.55	250
3	-2.55	-4.32	334
4	-4.32	-6.54	509
5	-6.54	-9.30	491
6	-9.30	-12.76	475
7	-12.76	-17.08	567
8	-17.08	-22.49	618
9	-22.49	-29.24	580
10	-29.24	-30.00	732

CODICE DI CALCOLO: SurfSeis 3.15

LEGENDA

Modello di velocità [Vs/Prof.]	Curva di dispersione [Vfase/Frequenza]
Vs iniziale	Curva di dispersione iniziale
Vs finale	Curva di dispersione finale
	Modo fondamentale misurato

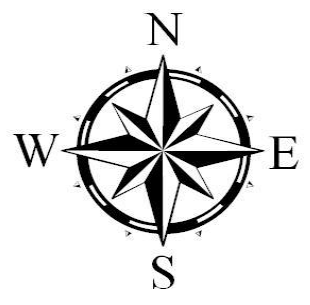
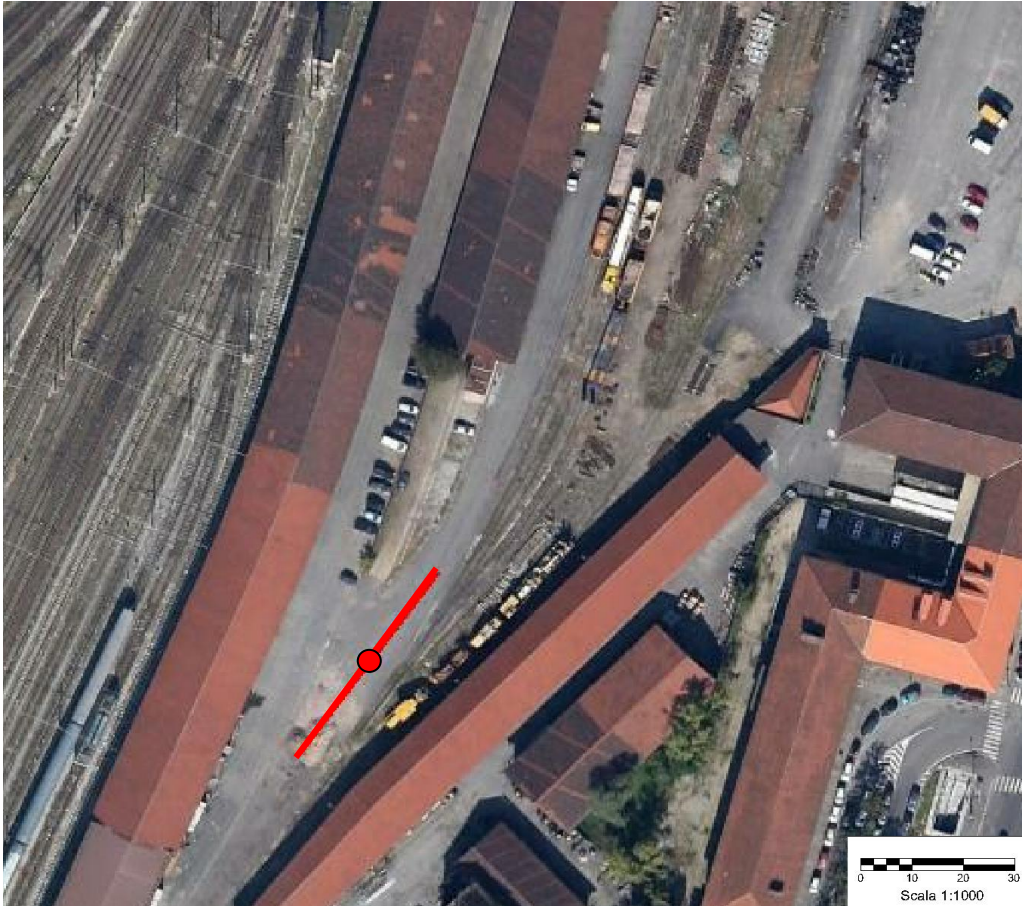
SUOLO	DESCRIZIONE GEOTECNICA	Vs30 CALCOLATO
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).	493 m/sec (media pesata sugli spessori compresi tra 0 e -30 m)

COMMITTENTE	
RELAZIONE	
N° PROVA	001
LOCALITA'	CIRPark, Torino
DATA	30/05/2013



ALLEGATO 2B

UBICAZIONE INDAGINE MASW




LEGENDA

- Stendimento linea MASW
- Centrolinea MASW - Ubicazione profilo Vs 30

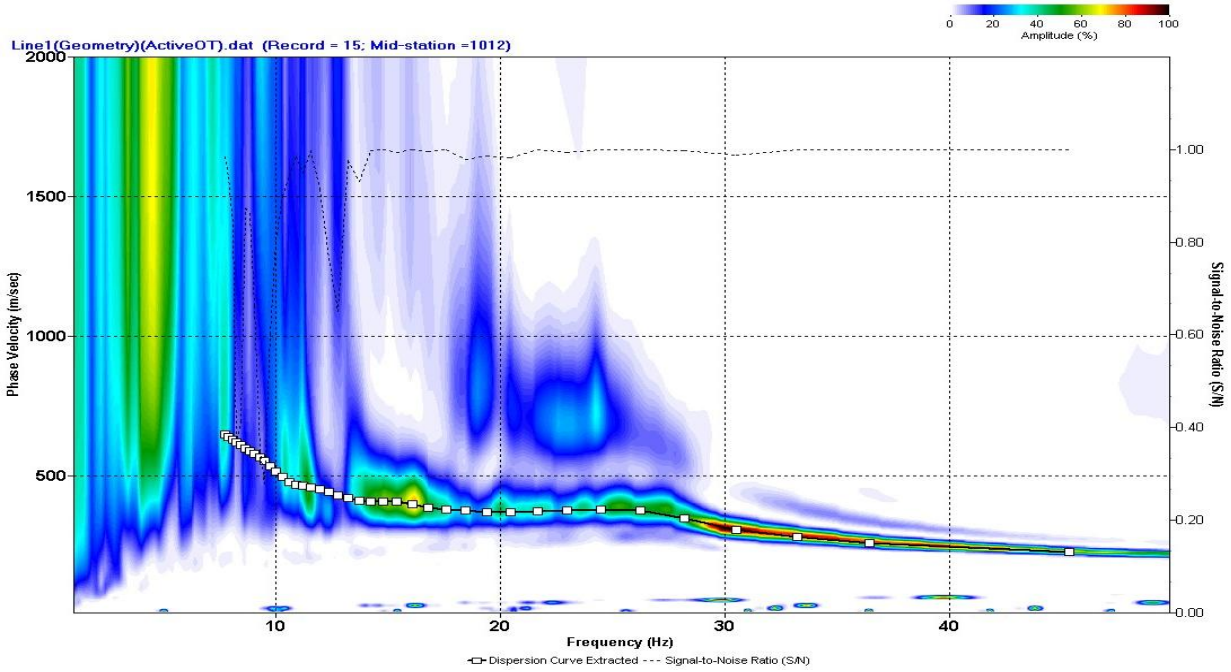
UBICAZIONE	
DATUM	WGS84
PROIEZIONE	UTM
ZONA	32T
EST	395524
NORD	4989608

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

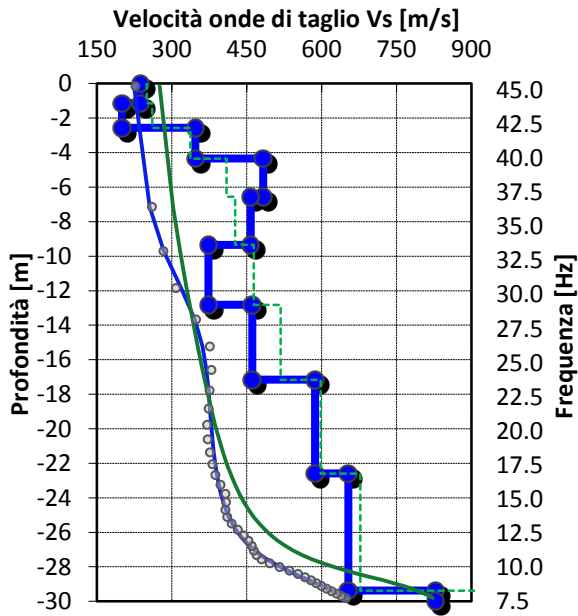


COMMITTENTE	0	COORDINATE UTM WGS84	32 T 395524 4989608	
RELAZIONE	0	SISMOGRAFO	Daq Link III	
N° PROVA	001	GEOFONI	24 (freq. 4,5 Hz)	
LOCALITA'	CIRPark, Torino	ACQUISITION TIME	1.0 s	
DATA	30/05/2013	SAMPLE INTERVAL	0.250 ms	
				ALLEGATO 2B

SPETTRO IN FREQUENZA E CURVA DI DISPERSIONE ESTRATTA



PROFILO DI VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO



MODELLO PROFILO Vs A 10 STRATI			
Strato	Profondità [m]		Vs [m/s]
	da	a	
1	0.00	-1.14	237
2	-1.14	-2.56	200
3	-2.56	-4.34	347
4	-4.34	-6.56	483
5	-6.56	-9.34	458
6	-9.34	-12.82	374
7	-12.82	-17.16	461
8	-17.16	-22.59	587
9	-22.59	-29.38	654
10	-29.38	-30.00	828

CODICE DI CALCOLO: SurfSeis 3.15

LEGENDA			
Modello di velocità [Vs/Prof.]	Curva di dispersione [Vfase/Frequenza]		
Vs iniziale	---	Curva di dispersione iniziale	—
Vs finale	—●—	Curva di dispersione finale	—
		Modo fondamentale misurato	○

SUOLO	DESCRIZIONE GEOTECNICA	Vs30 CALCOLATO
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).	449 m/sec (media pesata sugli spessori compresi tra 0 e -30 m)