

PROGETTO

**Parco dello Sport e dell'educazione Ambientale  
Cluster 2 - Rigenerazione ex Galoppatoio militare**

**CLIENTE**  
Città di Torino  
**Dipartimento Manutenzioni e Servizi Tecnici**  
**Divisione Manutenzioni**  
**Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport**  
**Dipartimento Grandi Opere, Infrastrutture e Mobilità**  
**Divisione Verde e Parchi**

**RUP/CP**  
Arch.Maria Vitetta

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Determina D.D. N°5382 DEL 27/09/2023

SOCIETA' MANDATARIA / Coordinatore del Gruppo di Progettazione / Progettista



**1AX srl**  
Via F.Crispi, 69  
67051 - Avezzano (AQ)  
info@1ax.it

PROGETTISTA IMPIANTI



**Proimpianti srl**  
Via Garibaldi, 89  
67051 - Avezzano (AQ)  
c.granata@proimpianti.it

GEOLOGO

**Dott. Geologo Andrea Piano**  
Via Provenzale 6  
14100 - Asti  
andrea@actispianogeologi.it

CONSULENTI

**PAESAGGIO**  
Arch.Paesaggista Diego Colonna  
**AMBIENTE**  
Studio Biosfera - Dott. Biologo Gianni Bettini  
Myricae s.r.l.- Dott. Agronomo Giordano Fossi  
Dott. Agronomo Tommaso Vai

**CUP**                      **CODICE OPERA**  
**C15B2200090006**    **5057**

FASE PROGETTUALE

**PROGETTO DEFINITIVO**

ELABORATO

Relazione geologica

CODICE ELABORATO								REL.SPEC.	DATA	SCALA
COD.LAVORO	FASE DI PROGETTAZIONE	AUTORE	AREA	LIVELLO	TIPO FILE	DISCIPLINA	N. DOCUMENTO	24/11/23		
104-2	DEFINITIVO	1AX	GEN		word	geologia	09	REV. 00		

NOME FILE 104\_2\_DEF\_5057\_GEN-REL.SPEC.-09-00

## PREMESSA

Per quanto riguarda la Relazione Geologica, si rimette in fase di Progetto Definitivo, l'elaborato relativo alla fase di Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica; si evidenzia che lo stesso è in corso di aggiornamento secondo nuovo piano di indagine e sondaggi e che tale Relazione, a firma del Geologo Andrea Piano, componente del Raggruppamento di Professionisti incaricato della Progettazione Definitiva ed Esecutiva, verrà allegata al Progetto Esecutivo.

Si allega il Piano di Indagini geognostiche su menzionato

  
TAX s.r.l.  
C.F./P.IVA: 02027620661  
info@tax.it www.tax.it

Arch. Antonello Piccirillo  
1Ax S.r.l.



## **CITTA' DI TORINO**

**Dipartimento manutenzioni e Servizi Tecnici  
Divisione Manutenzioni  
Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport  
Corso Ferrucci, 122 - Torino (TO)**

### ***Città di Torino***

***Area del Parco del Meisino  
Parco dello sport e dell'educazione ambientale  
Cittadella dello Sport e rigenerazione dell'ex - Galoppatoio***

### RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA



Gennaio 2023

**INDICE**

<b>1. PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO</b>	<b>6</b>
Figura 1 - Inquadramento territoriale	6
<b>3. ASSETTO GEOMORFOLOGICO</b>	<b>7</b>
Figura 2 – Arpa Piemonte – Effetti dell’evento alluvionale del novembre 1994	8
Figura 3 – Arpa Piemonte – Effetti dell’evento alluvionale dell’ottobre 2000	9
Figura 4 – Arpa Piemonte – Effetti dell’evento alluvionale del novembre 2016	10
Figura 5 – Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) adottato dall’Autorità di Bacino del Fiume Po	11
<b>4. CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA’ GEOMORFOLOGICA ALLEGATA AL P.R.G.C.</b>	<b>12</b>
Figura 6 – Stralcio del P.R.G.C. della Città di Torino (TO)	13
<b>5. ASSETTO GEOLOGICO DI SUPERFICIE</b>	<b>14</b>
Figura 7 – Assetto geologico di superficie	15
Figura 8 – Inquadramento geologico: profilo geologico nord ovest – sud est	16
<b>6. INQUADRAMENTO LITOSTRATIGRAFICO – IDROGEOLOGICO</b>	<b>17</b>
Figura 9 – Sezione litostratigrafica schematica nord ovest – sud est	18
Figura 10 - Schema piezometrico della falda a superficie libera (2002)	19
<b>7. CARATTERIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO</b>	<b>20</b>
<b>7.1. Assetto litostratigrafico generale</b>	<b>21</b>
Figura 11 - Ubicazione delle indagini geognostiche reperite	21
Figura 12 – Stratigrafia del sondaggio geognostico	22
<b>7.2. Prove penetrometriche dinamiche</b>	<b>23</b>
Figura 13 – Ubicazione delle prove penetrometriche	24
Figura 14 - Esecuzione della prova penetrometrica DIN1	25
Figura 15 - Esecuzione della prova penetrometrica DIN2	26
Figura 16 - Esecuzione della prova penetrometrica DIN3	26
<b>7.3. Parametri geotecnici medi dei terreni</b>	<b>27</b>
Tabella 1 – Valutazione grado di addensamento (A.G.I. 1977)	28
<b>8. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL’AREA</b>	<b>30</b>
<b>8.1. Quadro generale</b>	<b>30</b>
<b>8.2. Azione sismica locale</b>	<b>30</b>
Tabella 2 – Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2.II NTC 2018)	32
Tabella 3 – Categorie topografiche (Tabella 3.2.IV NTC 2018)	33
Tabella 4 – Vita nominale VN per diversi tipi di opere (Tabella 2.4.I NTC 2018)	33
Tabella 5 – Valori del coefficiente d’uso Cu (Tabella 2.4.II NTC 2018)	33
Tabella 6 – Parametri ag, Fo e Tc* per i periodi di ritorno TR di riferimento	34
<b>9. INDAGINE GEOFISICA TRAMITE PROSPEZIONE SISMICA MASW</b>	<b>35</b>
<b>9.1 Finalità dell’indagine</b>	<b>35</b>

**CITTA’ DI TORINO** Dipartimento manutenzioni e Servizi Tecnici Divisione Manutenzioni - Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport - Corso Ferrucci, 122 - Torino (TO)

Area del Parco del Meisino nella Città’ di Torino (Città Metropolitana di Torino)

Parco dello sport e dell’educazione ambientale - Cittadella dello Sport e rigenerazione dell’ex - Galoppatoio

Relazione geologica - geotecnica

Figura 17 - Esecuzione prova sismica MASW	35
Figura 18 - Proprietà di dispersione delle onde di superficie	39
<b>9.2 Risultati della prova MASW</b>	<b>40</b>
Figura 19 - Ubicazione dello stendimento sismico di tipo MASW	41
Figura 20 - Overtone e curva di dispersione	42
Figura 21 - Profilo stratigrafico monodimensionale delle Vs	43
Tabella 7 - Valori di calcolo del parametro Vs	44
<b>10. MODELLO GEOLOGICO GEOTECNICO - SINTESI CONCLUSIVA</b>	<b>45</b>

Arrivo: AOO 046, N. Prot. 00000526 del 19/01/2023

## **1. PREMESSA**

Su incarico del Comune di Torino - Dipartimento manutenzioni e Servizi Tecnici Divisione Manutenzioni - Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport, è stato eseguito dallo Scrivente uno studio geologico e geotecnico ai sensi del D.M. 11/03/1988 e D.M. 17/01/2018, all'interno dell'area del Parco del Meisino, nell'ambito della progettazione del Parco dello sport e dell'educazione ambientale, comprendente due lotti funzionali per la realizzazione di una Cittadella dello Sport ed un intervento di rigenerazione dell'ex - Galoppatoio militare.

A supporto della progettazione, è stato condotto uno studio geologico mediante:

- ▣ ricostruzione delle caratteristiche geomorfologiche della zona e degli eventuali processi attivi, tramite osservazioni dirette supportate dalla raccolta di dati bibliografici;
- ▣ individuazione dell'assetto litostratigrafico generale;
- ▣ ricostruzione dell'assetto idrogeologico, e verifica della circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- ▣ ricerca di dati relativi ai parametri geomeccanici medi dei terreni indagati;
- ▣ esecuzione di indagini geognostiche, e geofisiche - sismiche;

ponendosi quale obiettivo di fornire una ricostruzione del Modello geologico - geotecnico, come previsto dalla normativa vigente <sup>(1)</sup>, e valutare le caratteristiche del sito in funzione di quanto previsto in progetto, definendo eventuali limitazioni e/o prescrizioni, sulla base del quadro geologico individuato.

---

<sup>1</sup> Decreto 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)", e Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

Le indagini in sito sono consistite nelle seguenti attività:

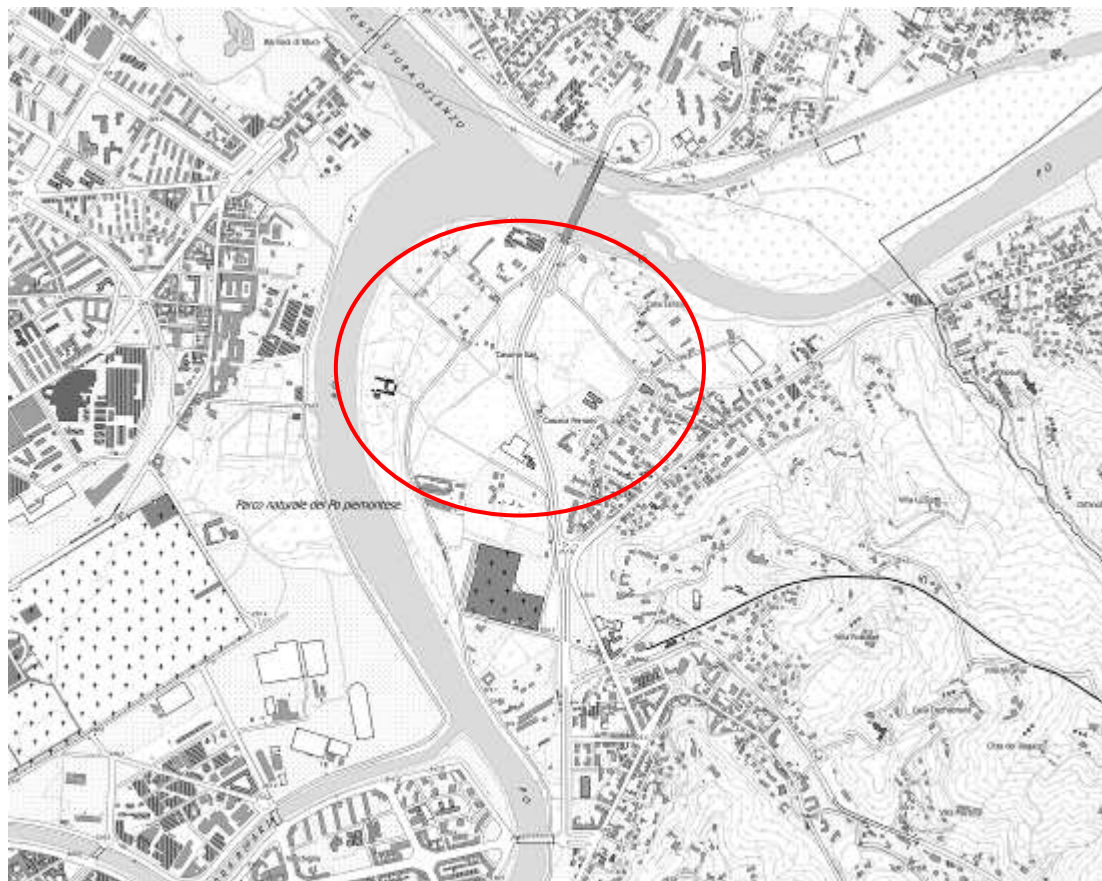
- ▣ rilievo geofisico - sismico di tipo attivo (MASW) per la verifica della Vs;
- ▣ esecuzione di n° 3 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro pesante, spinte alla profondità massima di circa 9 metri dal piano campagna, per la verifica delle caratteristiche geomeccaniche del sottosuolo.

Arrivo: AOO 046, N. Prot. 00000526 del 19/01/2023

## 2. INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO

L'area di indagine è ubicata nella Città di Torino, nel settore nord est del territorio comunale, sulla sponda destra orografica del Fiume Po in un settore compreso tra il corso d'acqua e Corso Casale, ad una quota topografica media di circa 211 metri s.l.m. (Figura 1).

La cartografia di riferimento utilizzata è rappresentata dalla Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti (BDTRE) agg. 2022 - Sezione n° 156090 (Figura 1).



**Figura 1 - Inquadramento territoriale**

Base cartografica BDTRE 2022 della Regione Piemonte Sezione n° 156090 (Fuori scala)



### **3. ASSETTO GEOMORFOLOGICO**

Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico generale, l'area oggetto di intervento è inserita all'interno della zona di pianura torinese, appartenente al sistema dei terrazzi fluviali e fluvioglaciali.

Tale sistema è formato dall'incastro di terrazzi morfologici di età decrescente, rispettivamente dai ripiani maggiormente rilevati fino ai ripiani posti alla quota topografica minore.

La morfologia dell'area risulta caratterizzata, a grande scala, da una debole pendenza verso il corso del Fiume Po, che la costeggia lungo il lato ovest e nord - ovest.

Sono presenti alcune ondulazioni minori, verosimilmente legate a forme fluviali relitte (paleoalvei), oppure a zone di riporto antropico.

Le caratteristiche geomorfologiche, legate essenzialmente alla dinamica fluviale, sono collegate alle particolari condizioni locali, essendo l'area posta all'incirca in corrispondenza della confluenza, nel Fiume Po, del Torrente Dora Riparia e del Torrente Stura di Lanzo.

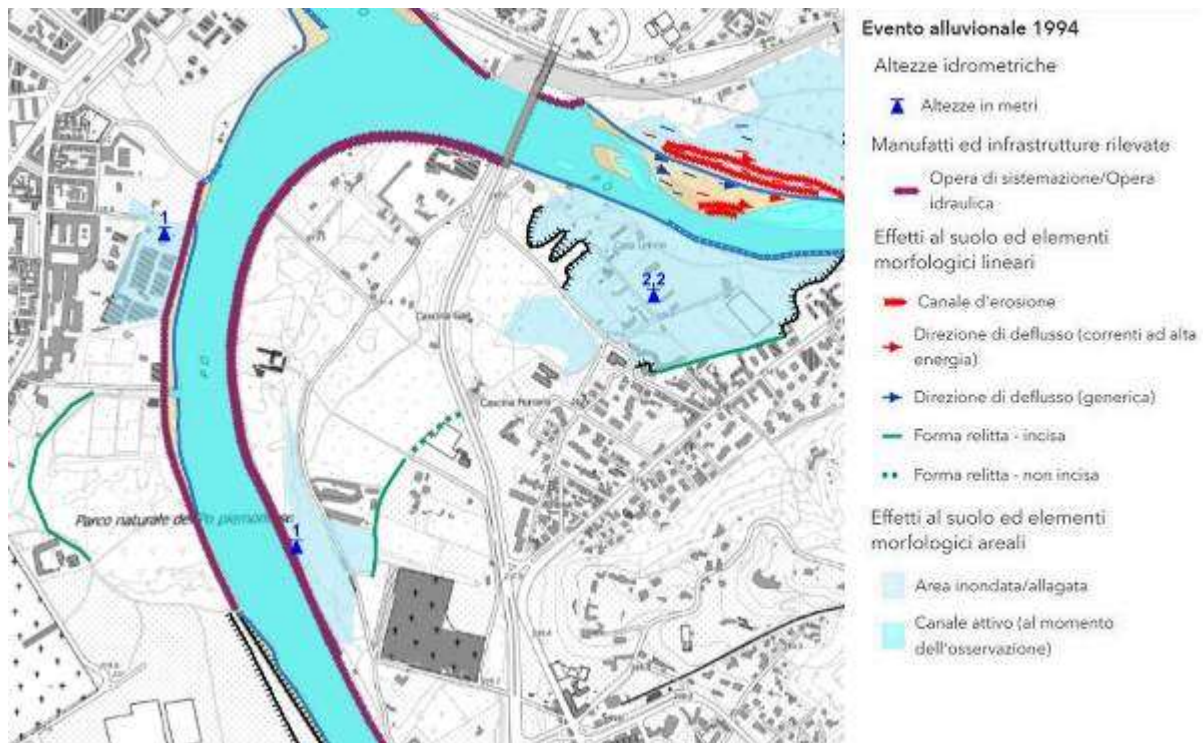
In funzione di tale assetto, per quanto riguarda le condizioni di rischio idrogeologico, si è fatto riferimento ai dati di cartografia tematica a scala di grande dettaglio disponibili on - line <sup>(2)</sup>, relativi alla perimetrazione delle aree coinvolte dagli eventi alluvionali più recenti, che hanno interessato in maniera estesa la zona nord di Torino: novembre 1994, ottobre 2000, e novembre 2016.

Nel corso dell'evento alluvionale del novembre 1994 (Figura 2), le acque di esondazione del Fiume Po hanno lambito l'area dell'ex Galoppatoio, con altezze della

---

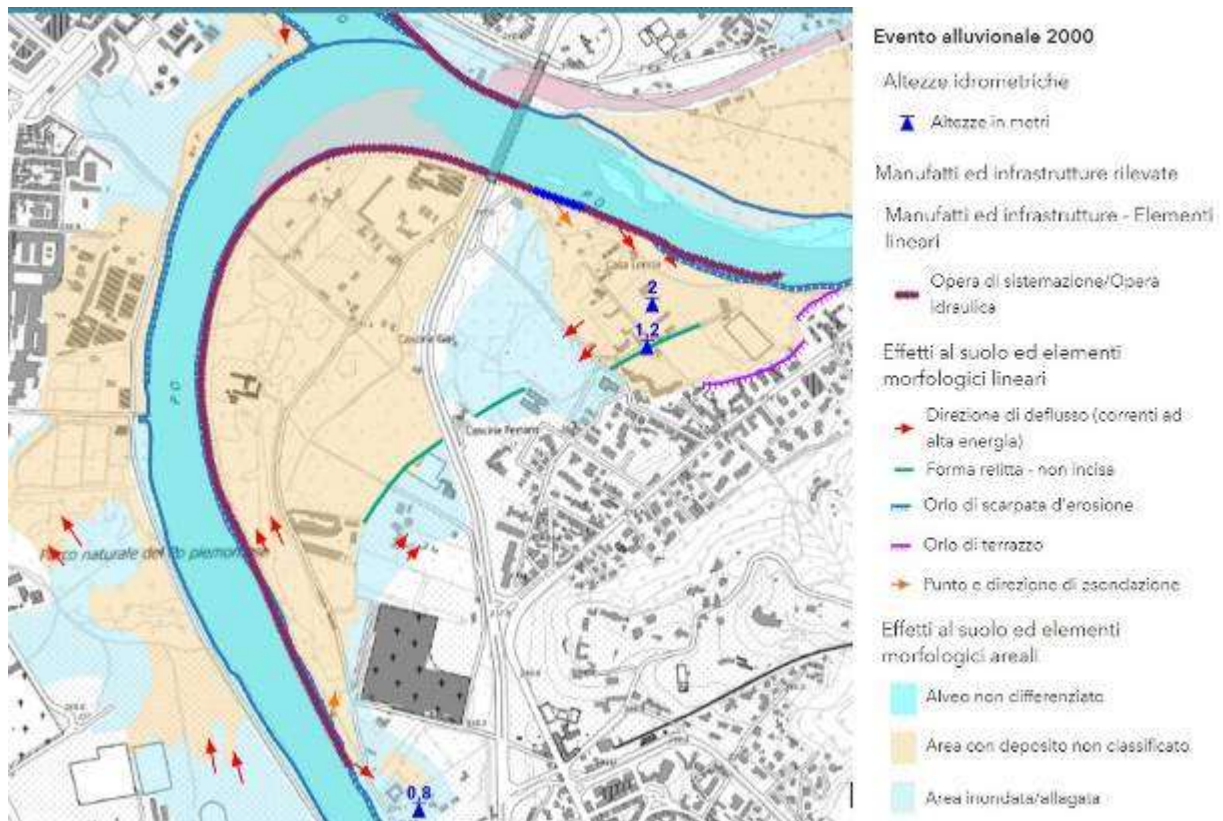
<sup>2</sup>Informazioni disponibili on-line su <http://webgis.arpa.piemonte.it>

lama d'acqua dell'ordine del metro; altezze maggiori (oltre 2 metri) hanno interessato l'area a valle del ponte stradale sul Torrente Stura di Lanzo.



**Figura 2 – Arpa Piemonte – Effetti dell'evento alluvionale del novembre 1994**

Nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 (Figura 3), l'area di intervento è stata interessata dalle acque di esondazione, con locale deposito di materiale (verosimilmente sabbie e limi) in superficie, nel settore compreso tra il Fiume Po e Corso Don Luigi Sturzo; nel settore ad est dell'asse viario, vengono segnalate unicamente acque di esondazione, senza deposito di materiale in superficie.



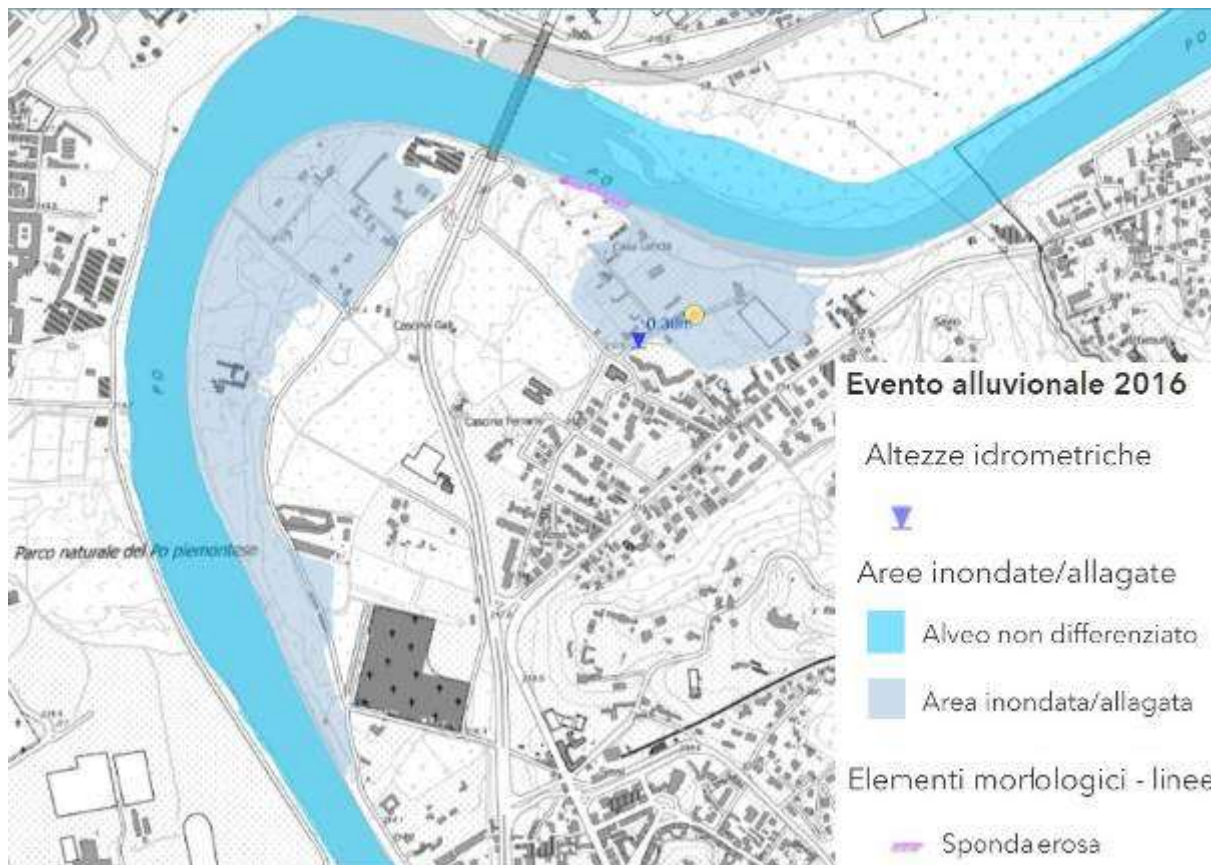
**Figura 3 – Arpa Piemonte – Effetti dell’evento alluvionale dell’ottobre 2000**

Per quanto riguarda gli effetti dell’evento alluvionale del novembre 2016 (Figura 4), vengono segnalate acque di esondazione nel settore compreso tra il corso d’acqua e via Friedrich Nietzsche, che hanno interessato l’area dell’ex Galoppatoio.

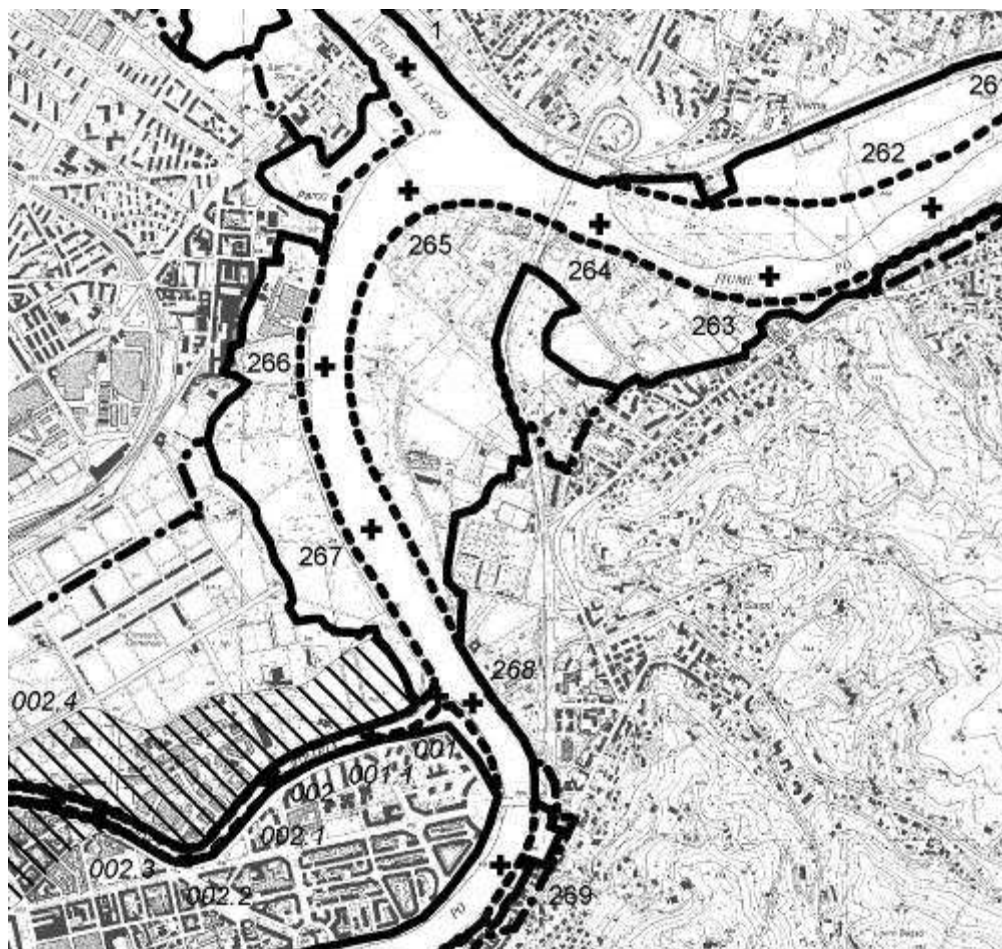
Tali condizioni di rischio idraulico trovano riscontro nella perimetrazione delle fasce fluviali, riportate nel Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con D.P.C.M. 24 maggio 2001, che individua:

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A)
- Fascia di esondazione (Fascia B)
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C).

In relazione alle fasce fluviali, l'area in esame risulta appartenere prevalentemente alla Fascia B, e in subordine alla Fascia C, in quanto alla scarpata del rilevato stradale del Lungo Stura Lazio/Corso Don Luigi Sturzo è stato fatto corrispondere il limite esterno della Fascia B del P.A.I, coincidente con quello della Fascia C (Figura 5).



**Figura 4 – Arpa Piemonte – Effetti dell'evento alluvionale del novembre 2016**



**LEGENDA**

	limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B
	limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C
	limite (*) esterno della Fascia C
	limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C

**Figura 5 – Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) adottato dall’Autorità di Bacino del Fiume Po**

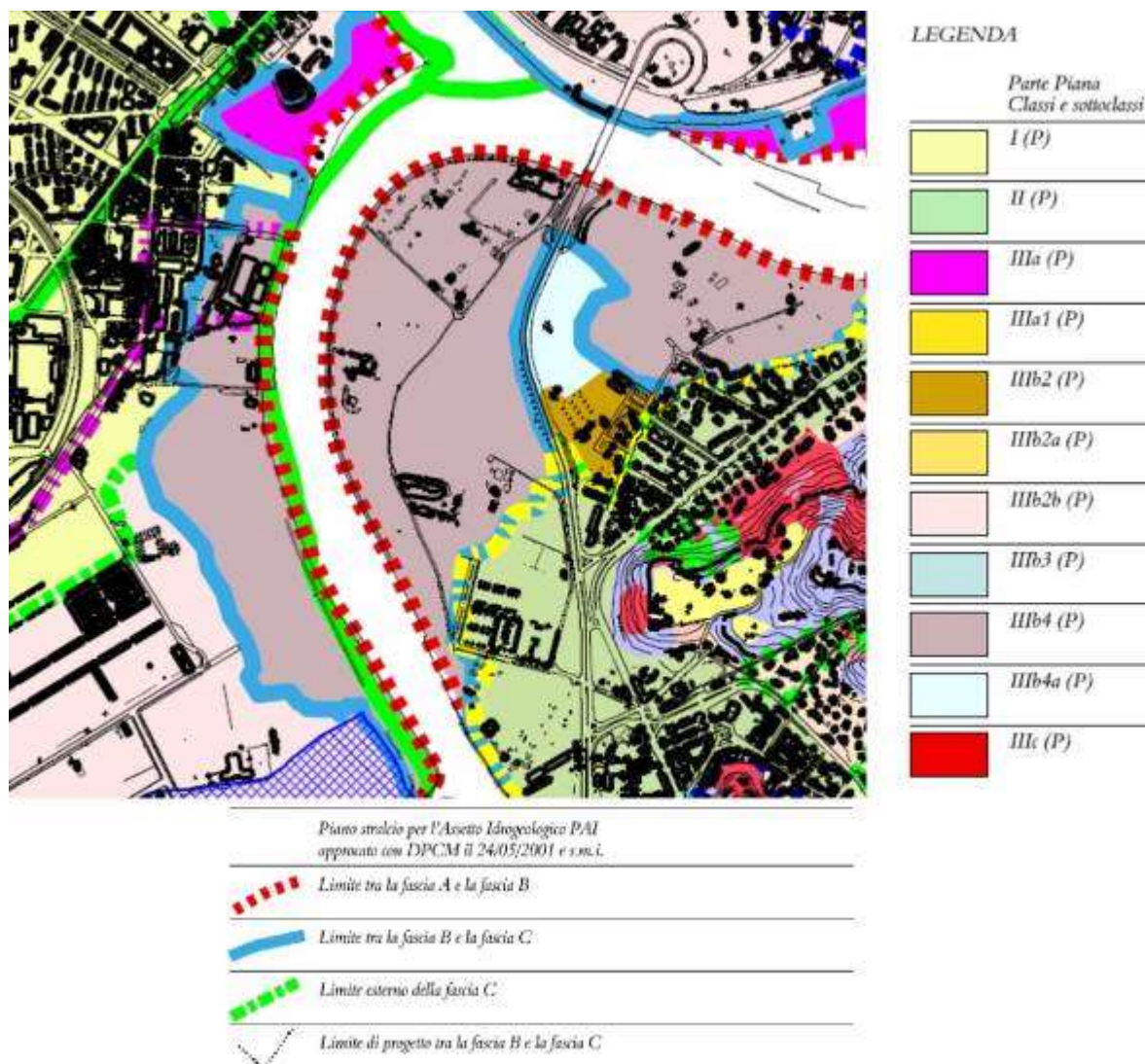
#### **4. CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA ALLEGATA AL P.R.G.C.**

Per quanto riguarda le previsioni di P.R.G.C., secondo la "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica - Tavola n. H e H/Dora alla scala 1:20.000", riportata in stralcio in Figura 6, l'area è inserita prevalentemente in *Classe III(P), Sottoclasse IIIb4(P)* che comprende aree edificate, appartenenti alla Fascia B, parzialmente inondate ed attualmente inondabili, con grado di pericolosità elevato.

La parte centrale è inserita in *Classe III(P), Sottoclasse IIIb4a(P)*, che comprende aree inondabili di preminente interesse ambientale, inserite in Fascia C del Fiume Po.

Per quanto riguarda i vincoli, le limitazioni d'uso e le prescrizioni per tali classi di idoneità, il riferimento è rappresentato dall'Allegato B delle N.U.E.A., paragrafo 2.1.2 "Disposizioni specifiche per le zone sottoposte a classificazione geomorfologica".

Ulteriori indicazioni di riferimento sono contenute nell'elaborato G05 "Relazione geologica - Giugno 2020", relativo all'aggiornamento dello studio geologico a supporto del Progetto preliminare della Variante di Revisione al Piano Regolatore Generale Comunale, attualmente in itinere.



**Figura 6 – Stralcio del P.R.G.C. della Città di Torino (TO)**

Carta di sintesi delle classi di pericolosità geomorfologica – Tavola n. H e H/Dora

## **5. ASSETTO GEOLOGICO DI SUPERFICIE**

Facendo riferimento alla recente cartografia geologica <sup>(3)</sup> ed alle relative note illustrative, riportata in stralcio in Figura 7, l'assetto geologico di superficie è caratterizzato a grande scala dalla presenza di un substrato di depositi marnoso - arenacei di origine marina, riferibili alla Collina di Torino, coperto da una coltre di depositi sciolti superficiali, di natura fluviale e potenza variabile.

Avvicinandosi alla zona di pianura, i depositi marnoso - arenacei collinari si immergono sotto la coltre dei depositi fluviali della pianura.

Il sito oggetto di intervento è posizionato immediatamente a valle del limite tra depositi del substrato collinare e depositi sciolti di natura fluviale.

In questo settore, il substrato è riconducibile alla Formazione di Termo Fourà (indicato con la sigla *TFO<sub>1</sub>* nella Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000) di età Miocene inferiore, caratterizzata nel settore in oggetto da marne siltose con intercalazioni di litoareniti.

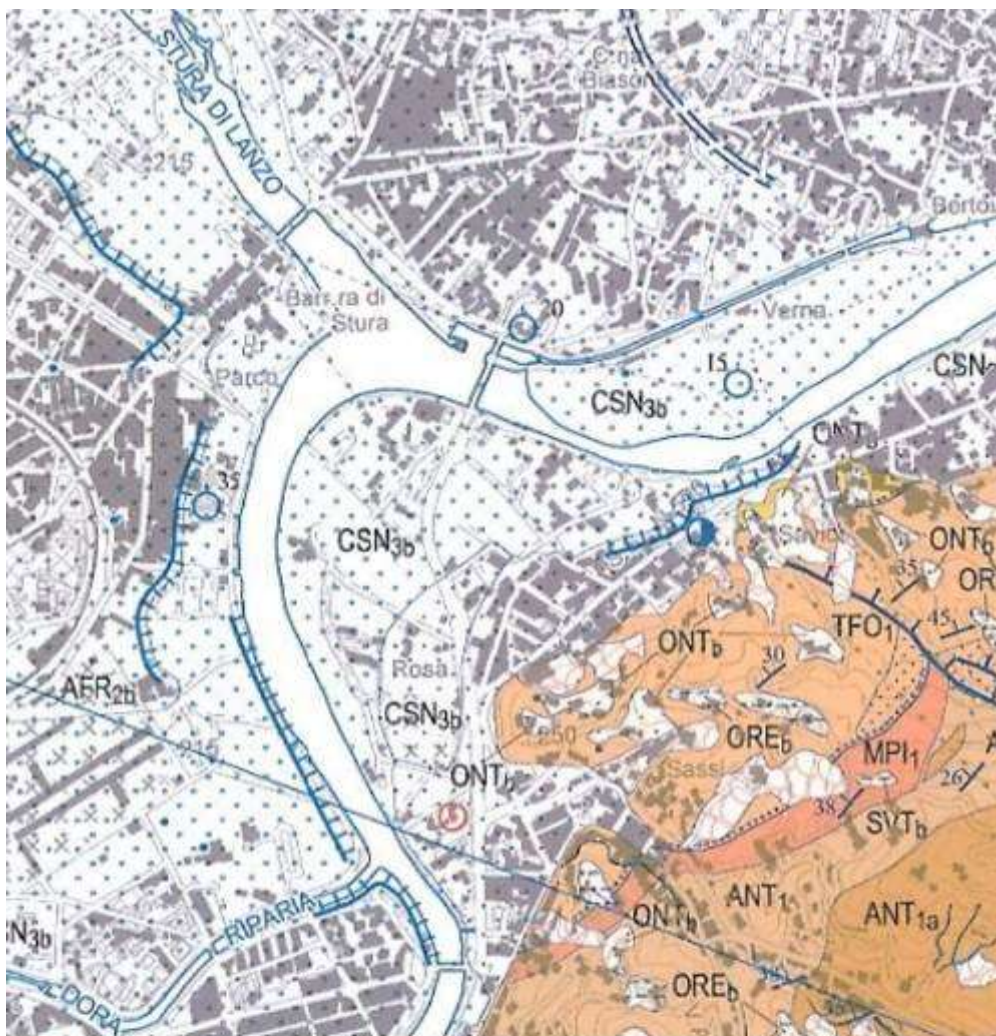
In corrispondenza dell'area in esame, i depositi del substrato si immergono al di sotto dei depositi fluviali antichi del Pleistocene - Olocene (Subsistema di Ghiaia Grande, indicato con la sigla *CSN<sub>3b</sub>* nella Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000), rappresentati da sabbie e ghiaie limose, generalmente poco alterati.

In base a tale ricostruzione, i depositi sciolti presentano potenze decisamente ridotte, dell'ordine dei 10 ÷ 15 metri.

---

<sup>3</sup> COCCOLO V., POLLINO R., DE LA PIERRE F., FIORASIO G., FORNO M.G., PIANA F., FESTA A., BOANO P., IRACE A., LUCCHESI S.: Carta Geologica alla scala 1:50.000, Foglio 156 TORINO EST. PROGETTO CARG - ARPA PIEMONTE E C.N.R.





**SISTEMA DI PALAZZOLO**

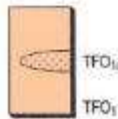
**Subsistema di Ghiaia Grande**

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<sub>3b</sub>). *OLOCENE - ATTUALE*



**Formazione di Termofourà**

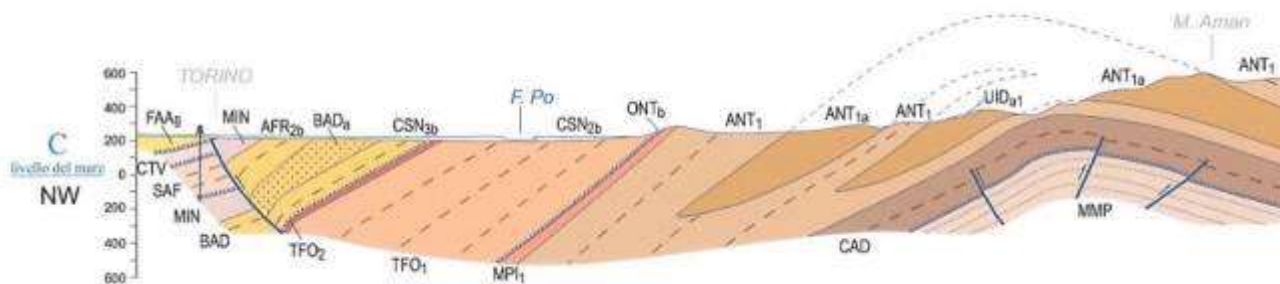
Membro siltoso-conglomeratico (TFO<sub>1</sub>): marne siltose e silti a foraminiferi planctonici (*Catapsydrax dissimilis*, *Globigerinoides bisphericus*) con intercalazioni di litoareniti a granuli prevalentemente serpentinitici e di livelli conglomeratici (TFO<sub>1a</sub>) a geometria lenticolare con clasti prevalentemente ofiolitici. Localmente (Tetti Civera) è presente nei conglomerati una ricca associazione fossilifera a molluschi, coralli e macroforaminiferi. *BURDIGALIANO SUP.*



**Figura 7 – Assetto geologico di superficie**

Stralcio della Carta geologica d'Italia - Progetto CARG - Foglio n°156 TORINO EST (Fuori scala)

In Figura 8 è riportato un profilo geologico - strutturale, estratto dalla cartografia geologica di riferimento.



**Figura 8 – Inquadramento geologico: profilo geologico nord ovest – sud est**  
Carta geologica d'Italia scala 1:50.000 – Progetto CARG - Foglio n°156 TORINO EST

Arrivo: AOO 046, N. Prot. 00000526 del 19/01/2023

## **6. INQUADRAMENTO LITOSTRATIGRAFICO – IDROGEOLOGICO**

L'assetto litostratigrafico ed idrogeologico del sottosuolo dell'area di pianura oggetto dello studio, secondo quanto riportato nei dati di letteratura <sup>(4)</sup>, può essere schematizzato nelle sue linee generali nel seguente modo (dall'alto verso il basso):

- Complesso dei depositi fluviali (Pleistocene medio - Olocene): depositi da medio fini a grossolani, costituiti da sabbie limose e ghiaie grossolane con sabbia. Questi depositi, presenti dal piano campagna fino a circa 15 ÷ 20 m di profondità, sono caratterizzati nel complesso da valori di permeabilità elevati, ed ospitano una falda idrica a superficie libera, in rapporti di interdipendenza con il reticolato idrografico di superficie;
- Complesso dei depositi marini terziari, riferibili alla Formazione di Lugagnano (età Pliocene medio – inferiore), sono rappresentati da marne argillose e limi sabbiosi grigio – azzurri, che rappresentano la prosecuzione sepolta dei rilievi collinari. Questi depositi costituiscono il substrato impermeabile che limita inferiormente l'acquifero superficiale.

In estrema sintesi, facendo riferimento alla ricostruzione litostratigrafica nell'area in esame, si ricava che l'unico acquifero presente in questo settore di pianura è quello superficiale, che ricopre direttamente il substrato impermeabile dei depositi marini pliocenici della Collina di Torino.

---

<sup>4</sup> BORTOLAMI G., DE LUCA D.A., MASCIOTTO L., MORELLI di POPOLO e TICINETO A. (2002): "Le acque sotterranee della pianura di Torino – Carta della base dell'acquifero superficiale", Provincia di Torino, Assessorato alle Risorse idriche e atmosferiche – Area ambiente, parchi, risorse idriche e tutela della fauna – Servizio gestione risorse idriche, 32 p., 12 tav., Torino.

In Figura 9 si riporta una sezione litostratigrafica schematica orientata sud est – nord ovest, rappresentativa dell’area in esame.

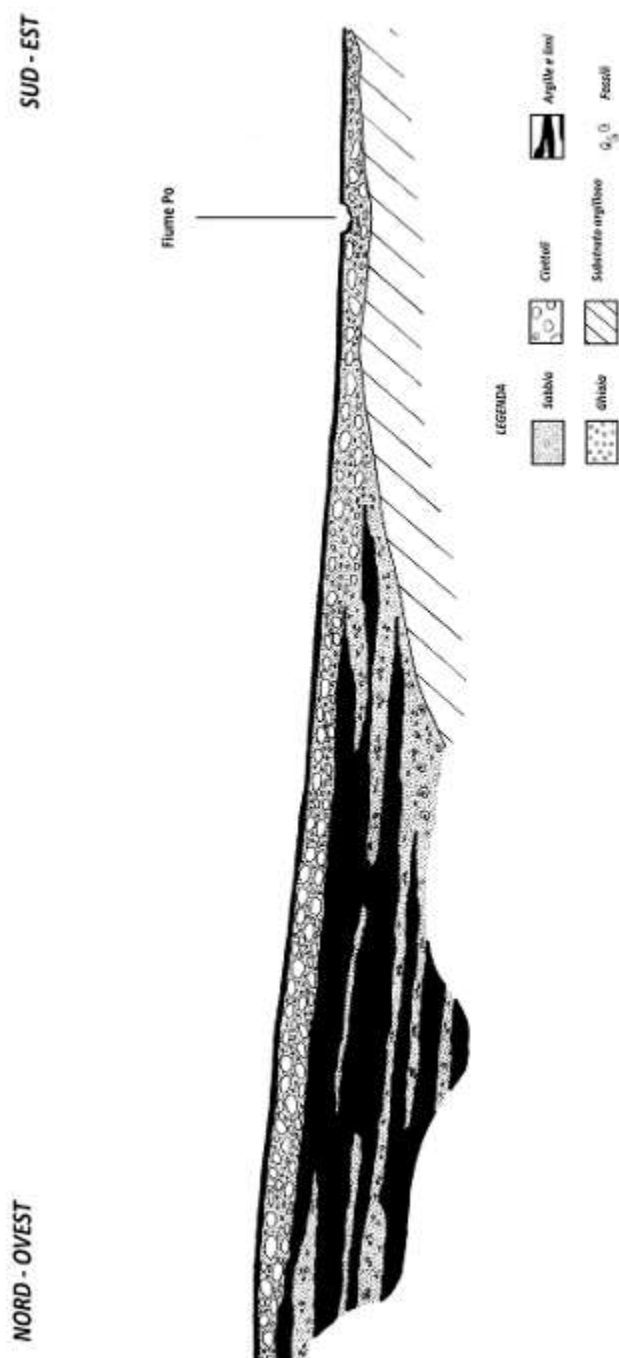
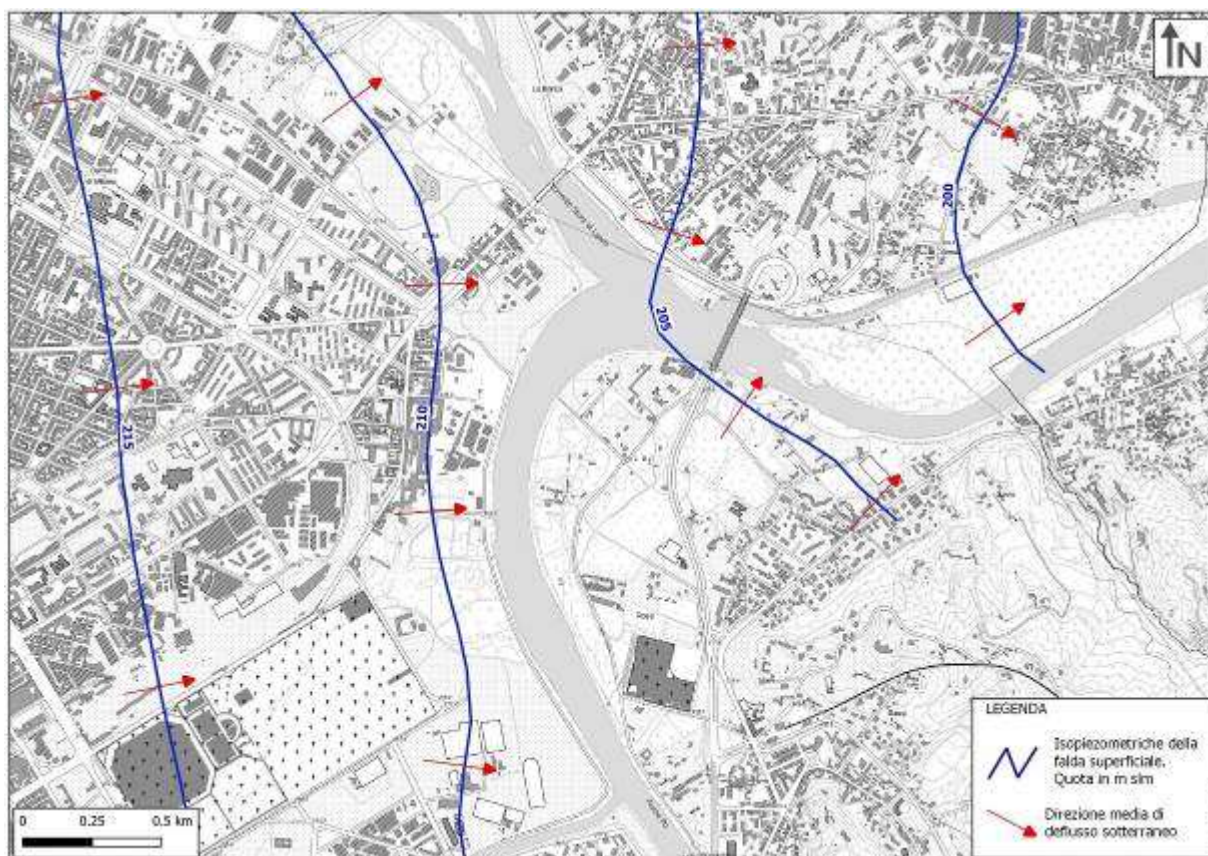


Figura 9 – Sezione litostratigrafica schematica nord ovest – sud est

Riguardo alla direzione di deflusso sotterraneo della falda a superficie libera, secondo i dati di letteratura <sup>(5)</sup> è possibile individuare una direzione circa da sud ovest verso nord est, condizionata fortemente dalla presenza dei corsi d'acqua principali (Fiume Po e Torrente Stura di Lanzo).

La soggiacenza della falda, cioè la distanza tra il piano campagna ed il livello piezometrico, nel sito oggetto di studio presenta un valore dell'ordine dei 3 ÷ 4 metri circa (Figura 6), valore confermato dalle prove in sito eseguite.



**Figura 10 - Schema piezometrico della falda a superficie libera (2002)**

<sup>5</sup> REGIONE PIEMONTE Direzione Pianificazione Risorse Idriche (2005): "Studi idrogeologici finalizzati all'integrazione delle conoscenze già disponibili relative alla caratterizzazione dei principali complessi idrogeologici", Articolo XIII e Allegato XIII.2

## **7. CARATTERIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO**

Nell'ambito dello studio per la ricostruzione del modello geologico - geotecnico sono state condotte le seguenti attività:

1. inquadramento generale dell'area vasta mediante ricerca di dati relativi ad indagini geognostiche, sia acquisite direttamente dagli scriventi nell'ambito dell'attività professionale, sia disponibili in letteratura o presso banche dati online, relative ad aree circostanti il Parco del Meisino, ed omogenee dal punto di vista geologico;
2. esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro pesante, per la verifica puntuale delle caratteristiche geomeccaniche del sottosuolo, spinte ad una profondità massima di circa 9 metri dal piano campagna;
3. rilievi geofisici - sismici di tipo attivo (MASW) per la verifica del parametro  $V_{s30}$ .

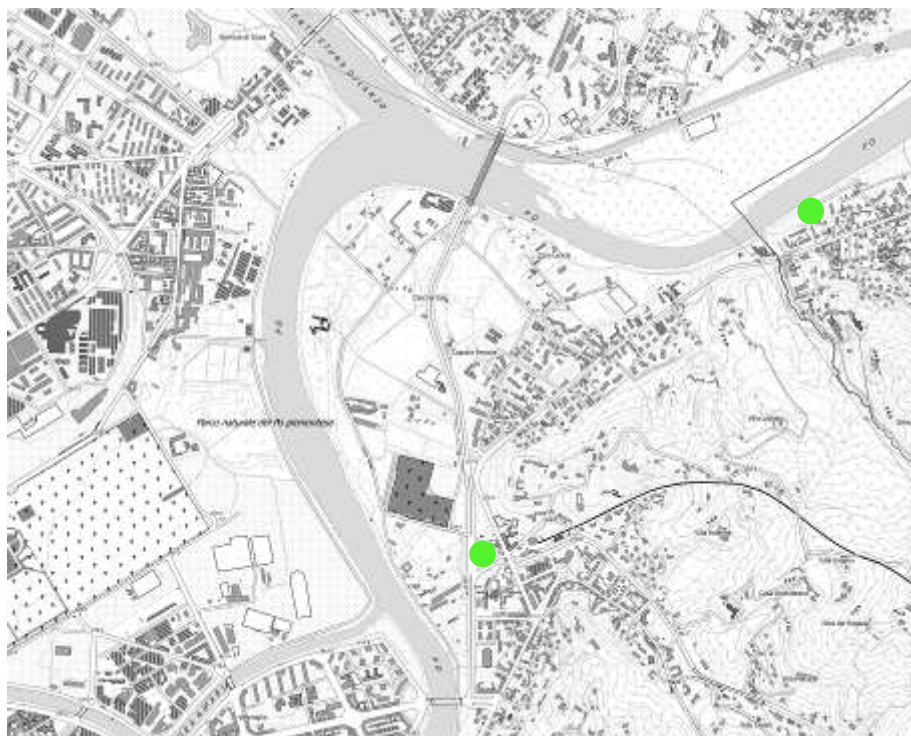
Arrivo: AOO 046, N. Prot. 00000526 del 19/01/2023

## **7.1. Assetto litostratigrafico generale**

Per un inquadramento litostratigrafico generale, si è fatto riferimento in via preliminare a dati esistenti, relativi a sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito di indagini condotte nelle vicinanze dell'area in oggetto (circa 600 metri ad ovest, e circa 400 metri a nord est) ed interessanti terreni di analoga natura.

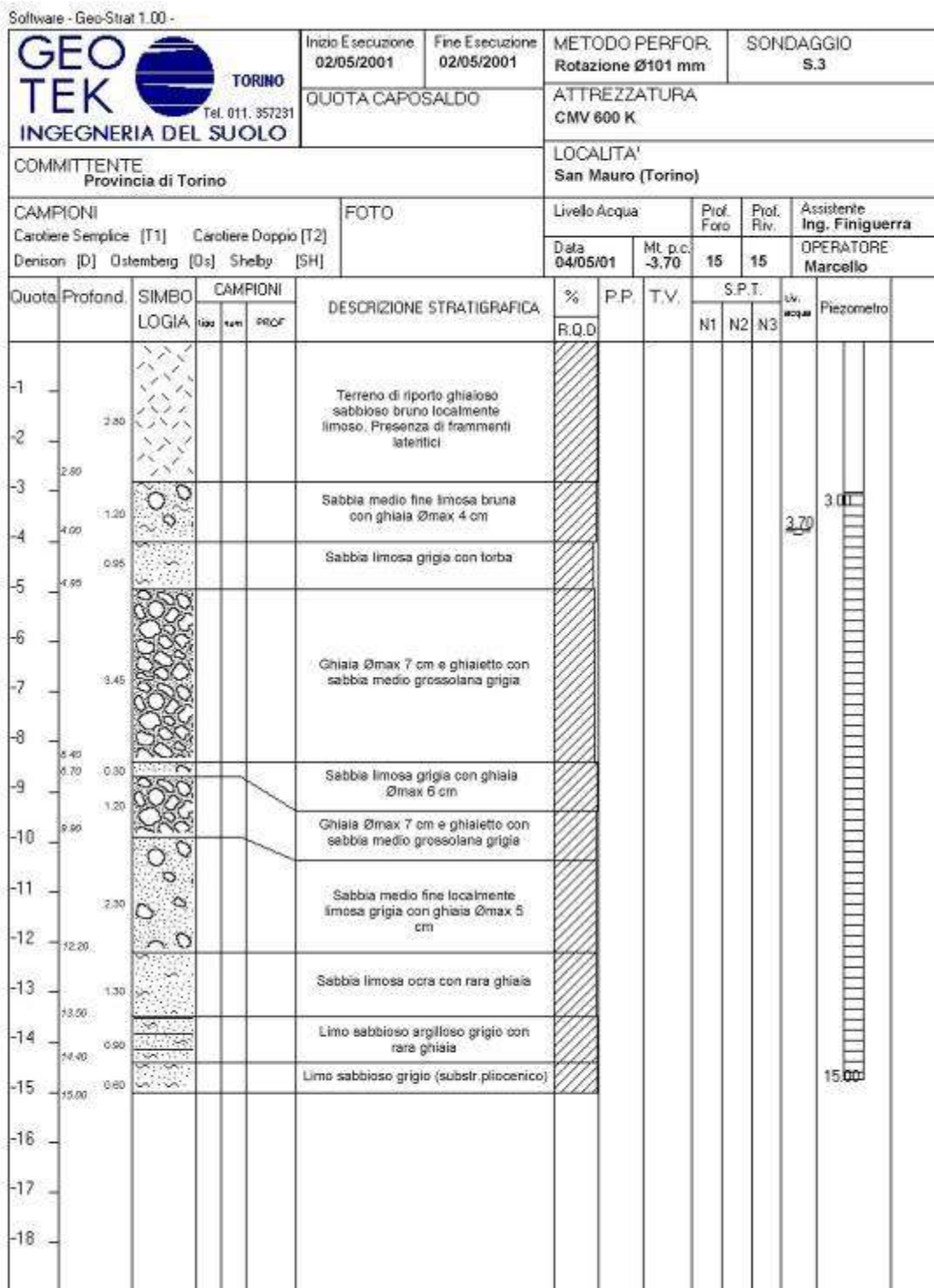
Secondo tali dati risulta la presenza, sotto un livello di terreno di riporto poco potente (circa 2 metri), di sabbie limose e sabbie con ghiaia fino a circa 15 metri, seguite direttamente dal substrato collinare.

Si riporta in Figura 11 l'ubicazione del sondaggio geognostico maggiormente rappresentativo, e nella Figura 12 la colonna litostratigrafica di riferimento.



**Figura 11 - Ubicazione delle indagini geognostiche reperite**

In verde è visualizzata l'ubicazione delle indagini geognostiche reperite



**Figura 12 – Stratigrafia del sondaggio geognostico**  
Indagine geognostica GEOTEK s.r.l. (2001) per Provincia di Torino



## **7.2. Prove penetrometriche dinamiche**

Sulla base delle indicazioni ricavate dalle informazioni reperite e dai sopralluoghi effettuati, è stata pianificata e condotta una specifica campagna di indagini geognostiche e prove in sito, finalizzata a definire il quadro litostratigrafico locale e ricostruire le caratteristiche geotecniche dei terreni in sito.

L'indagine è stata eseguita in data 26 ottobre 2022, ed è consistita nell'esecuzione di n° 3 prove penetrometriche dinamiche SCPT; l'ubicazione delle prove è visualizzata in Figura 13.

Per l'esecuzione dell'indagine è stato utilizzato un penetrometro dinamico pesante (DPSH - "Meardi - AGI") tipo Pagani mod. TG 73/100 montato su carro cingolato.

Nel corso delle prove, è stato annotato il numero di colpi ( $N_{DP}$ ) necessari ad infiggere una punta conica, per tratti di lunghezza pari a 20 cm.

Le dimensioni dell'attrezzatura di prova (massa battente, altezza di caduta del maglio e diametro della punta conica) sono standardizzate, pari a:

- peso del maglio: 73 kg
- altezza di caduta: 75 cm
- peso delle aste 4.6 kg/m
- punta conica: diametro base 51 mm - angolo apertura cono 60°

Le prove penetrometriche sono state spinte fino al rifiuto alla penetrazione della punta, raggiungendo rispettivamente le seguenti profondità:

- Prova n° 1 6.40 metri
- Prova n° 2 7.20 metri
- Prova n° 3 10.60 metri



**Figura 13 – Ubicazione delle prove penetrometriche**

Sulla base dei risultati delle prove penetrometriche, è stato possibile operare una suddivisione in livelli, in base alla differente resistenza alla penetrazione.

Confrontando tale suddivisione con le caratteristiche litologiche generali dell'area in esame, è stato inoltre possibile ricostruire una sequenza litostratigrafica sufficientemente attendibile (anche se sono evidenti significative differenze tra le verticali indagate), sintetizzabile nel seguente modo:

- primo livello da 0.00 a 6.00 metri circa: sotto un sottile livello di riporto grossolano compatto, presenti alternanze di sabbie limose e sabbie con ghiaia, caratterizzati nell'insieme da valori medi di  $N_{DP}$  dell'ordine dei  $5 \div 7$  colpi/piede;

- secondo livello oltre i 6.00 metri circa: ghiaie e sabbie, caratterizzate da valori di  $N_{DP}$  crescenti da 15 colpi/piede fino a raggiungere il rifiuto alla penetrazione della punta (> 50 colpi/piede).



**Figura 14 - Esecuzione della prova penetrometrica DIN1**



**Figura 15 - Esecuzione della prova penetrometrica DIN2**



**Figura 16 - Esecuzione della prova penetrometrica DIN3**

### **7.3. Parametri geotecnici medi dei terreni**

I valori dei parametri geotecnici medi dei terreni sono stati ricavati dai risultati ottenuti dall'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche eseguite, in base alle esperienze dello scrivente e utilizzando correlazioni note in letteratura.

Le principali formule utilizzate per l'interpretazione dei dati relativi alle prove penetrometriche fanno riferimento al valore di  $N_{SPT}$  (Standard Penetration Test), ovvero al numero di colpi del penetrometro standard, considerando la presenza prevalente di terreni granulari incoerenti.

La correlazione utilizzata comunemente, che mette in relazione il numero di colpi  $N_{DP}$  relativi al penetrometro dinamico utilizzato e il numero di colpi  $N_{SPT}$  relativi al penetrometro standard, in funzione delle dimensioni della punta conica utilizzata, è la seguente:

$$N_{SPT} \sim N_{DP}$$

Considerando la presenza di terreni prevalentemente granulari, utilizzando la classificazione proposta dall'A.G.I. 1977 <sup>(6)</sup> per valutare il grado di addensamento dei terreni indagati, di seguito riportata, è possibile valutare il grado di addensamento dei terreni indagati (Tabella 1).

Il livello di depositi sabbioso - limosi risulta "poco addensato", mentre le ghiaie e sabbie naturali risultano da "addensate" "molto addensate".

---

<sup>6</sup> ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche", Roma.



- coesione efficace  $c$  0,0 kg/cm<sup>2</sup>
- peso di volume  $\gamma$  1,80 kg/cm<sup>3</sup>
- secondo livello oltre i 6.00 metri (ghiaie e sabbie)
  - $N_{DP}$  medio 33 colpi
  - grado di addensamento terreni da addensati a molto addensati
  - angolo di attrito interno  $\phi$  36°
  - coesione efficace  $c$  0,0 kg/cm<sup>2</sup>
  - peso di volume  $\gamma$  1,95 kg/cm<sup>3</sup>

Arrivo: AOO 046, N. Prot. 00000526 del 19/01/2023

## **8. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA**

### **8.1. Quadro generale**

Per quel che riguarda la sismicità alla scala regionale del territorio piemontese, sulla base del quadro geologico – strutturale generale e del contesto tettonico, i regimi geodinamici attivi generano una attività sismica moderata come intensità energetica, ma notevole come frequenza.

Con riferimento al quadro di pericolosità così individuato, ai sensi della D.G.R. Piemonte 30 dicembre 2019, n. 6-887 "OPCM 3519/2006 Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65- 7656", la Città di Torino risulta inserita nella Zona Sismica 3, che individua gli ambiti definiti come "Zona con sismicità medio-bassa (PGA fra 0,05 e 0,15 g)".

### **8.2. Azione sismica locale**

Il Decreto 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)" fornisce, per l'intero territorio nazionale, i parametri da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica.

L'azione sismica sulle costruzioni è definita sulla base della "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale; la pericolosità sismica di base di un sito generico viene descritta in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni del sito di riferimento.



L'azione sismica in tale modo, viene successivamente modulata in funzione delle modifiche legate alla categoria del sottosuolo (Tabella 3.2.II NTC 2018) e della morfologia della superficie topografica (Tabella 3.2.III NTC 2018).

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, facendo riferimento a quanto previsto al paragrafo 3.2 delle NTC 2018, è inoltre necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale che consente un approccio semplificato, basato sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tabella 2).

Per la definizione della categoria di sottosuolo è stata condotta una apposita indagine geofisica (descritta nel paragrafo seguente), da cui risulta appartenere ad una Categoria B ovvero *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s"*.

Dopo avere individuato la categoria di sottosuolo di riferimento, vengono definite le condizioni topografiche locali per valutare l'amplificazione sismica locale.

La categoria topografica di riferimento locale (Tabella 3) corrisponde ad una categoria T1 (superficie pianeggiante).

E' inoltre necessario individuare, per valutare gli spettri di risposta per i differenti stati limite, alcune caratteristiche fondamentali dell'opera in progetto, tra le quali la vita nominale della struttura  $V_N$ , definita come *"La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.1 (§ 2.4.1 NTC-2018) e deve essere precisata nei documenti di progetto"*.

Nella Tabella 4 sono riportati i valori di riferimento per la vita nominale  $V_N$  delle principali categorie di opere ed infrastrutture.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono inoltre valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il Coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del Coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della Classe d'uso, come mostrato in Tabella 5.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

**Tabella 2 – Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2.II NTC 2018)**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Tabella 3 – Categorie topografiche (Tabella 3.2.IV NTC 2018)**

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

**Tabella 4 – Vita nominale VN per diversi tipi di opere (Tabella 2.4.I NTC 2018)**

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

**Tabella 5 – Valori del Coefficiente  $C_u$  in funzione della Classe d'uso (Tabella 2.4.II NTC 2018)**

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali definite in funzione di tre parametri, su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $A_g$ : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per la determinazione dei parametri iniziali di accelerazione su suolo rigido è stato utilizzato il software Spettri di risposta Ver. 1.0.3 elaborato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che consente di ricavare gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti delle azioni sismiche di progetto per un generico sito del territorio nazionale tramite l'individuazione della relativa pericolosità sismica direttamente da coordinate geografiche.

Nella Tabella 6 sono riportati i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  riferiti al sito in oggetto.

<b>Stato Limite</b>	<b>Tr [anni]</b>	<b>ag [g]</b>	<b>Fo [-]</b>	<b>Tc* [s]</b>
Operatività (SLO)	30	0,023	2,587	0,177
Danno (SLD)	50	0,029	2,592	0,194
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,055	2,760	0,272
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,065	2,811	0,287

**Tabella 6 – Parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per i periodi di ritorno TR di riferimento**

## **9. INDAGINE GEOFISICA TRAMITE PROSPEZIONE SISMICA MASW**

### **9.1 Finalità dell'indagine**

Lo scopo dell'indagine è quello di fornire informazioni indirette sulla velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio, limitatamente ai primi 30 m di profondità dal piano campagna.

L'indagine è stata finalizzata alla valutazione dell'effetto della risposta sismica locale, tramite il calcolo del parametro Vs30, ai sensi del D.M. 17/01/2018.

A tale scopo è stato acquisito un profilo per onde superficiali (SW), eseguendo una prova MASW all'interno dell'area di intervento, in un settore centrale rappresentativo della situazione locale (Figura 17).



**Figura 17 – Esecuzione prova sismica MASW**

L'indagine geofisica - sismica di tipo MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) di tipo attivo e passivo, sfrutta le onde di superficie (onde di Rayleigh) ed il fenomeno della dispersione delle stesse (variazione della velocità di fase con il variare della frequenza).

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga: questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$ .

Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Reyleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde.

Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale.

Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento.

Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente, e può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante la fase di acquisizione.

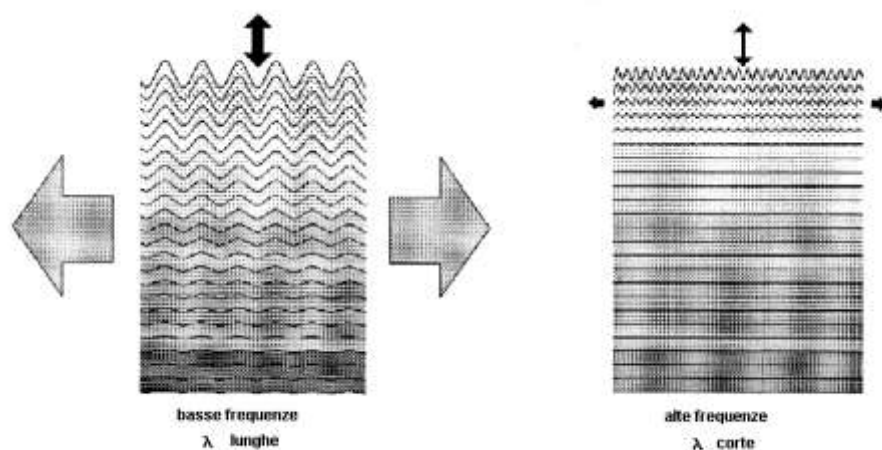
La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili ( $x$ ;  $y$ ), il cui legame costituisce la curva di dispersione.

È anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma: in questo caso la MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la profondità di indagine del profilo  $V_s$  di inversione.

La Figura 18 illustra le proprietà di dispersione delle onde di superficie.





**Figura 18 - Proprietà di dispersione delle onde di superficie**

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali quale la MASW può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S ( $V_s$ ) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche.

Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una

registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh,  $V(\text{fase})/\text{frequenza}$ , può essere convertito nel profilo  $V_s/\text{profondità}$ . Il metodo passivo sfrutta il rumore naturale, mentre il metodo attivo sfrutta sorgenti sismiche (massa battente).

Tale metodo non è univoco e quindi il modello che ne scaturisce è un modello teorico; per questo motivo è preferibile operare in presenza di dati di taratura onde ricavare il modello reale.

## **9.2 Risultati della prova MASW**

Nel dettaglio, nel caso in esame, è stata eseguita una campagna di prospezione MASW attiva, sviluppata su di uno stendimento geofonico orientato da SSW verso NNE, realizzato sul terreno parallelamente al tracciato della via di accesso alla proprietà.

Lo stendimento è stato attrezzato con n. 12 geofoni verticali da 4.5 Hz (interasse tra i geofoni pari a 3 metri) per una lunghezza complessiva di circa 33 metri (Figura 19).



**Figura 19 - Ubicazione dello stendimento sismico di tipo MASW**

Evidenziati l'inizio e la fine della linea di geofoni

L'indagine è consistita nell'acquisizione del segnale prodotto percuotendo con una mazza del peso di circa 6 kg una piastra metallica posta diretto contatto con il terreno. L'avvio dell'acquisizione è stato realizzato mediante la posa in prossimità della piastra metallica di battuta di un geofono detto "di trigger" o "starter", collegato a sua volta all'apparecchiatura per la registrazione del segnale.

Per aumentare il Rapporto S/N (Segnale/Rumore) è stata attivata la procedura di "vertical stacking" su ciascun punto sorgente di onde, che consiste nell'eseguire più scoppi, reiterando la misura e sommando i valori registrati successivamente.

L'elaborazione dei dati acquisiti è stata effettuata per mezzo del software Surfseis 2.0 elaborato dal Kansas Geological Survey dell'Università del Kansas (U.S.A.).

---

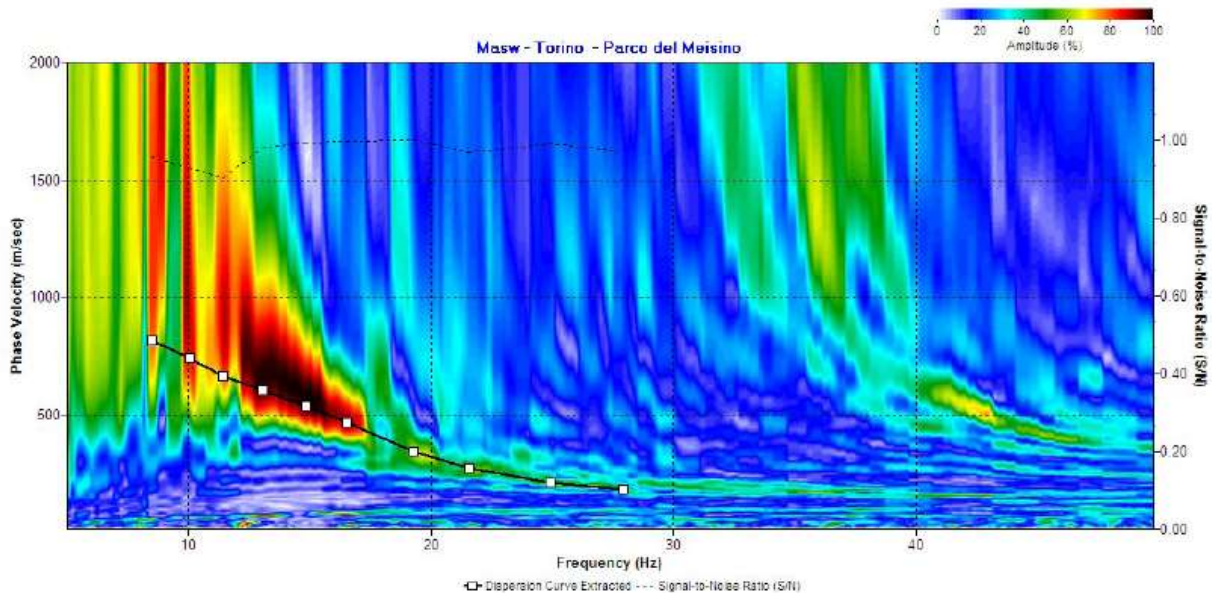
**CITTA' DI TORINO Dipartimento manutenzioni e Servizi Tecnici Divisione Manutenzioni - Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport - Corso Ferrucci, 122 - Torino (TO)**

Area del Parco del Meisino nella Città' di Torino (Città Metropolitana di Torino)

Parco dello sport e dell'educazione ambientale - Cittadella dello Sport e rigenerazione dell'ex - Galoppatoio

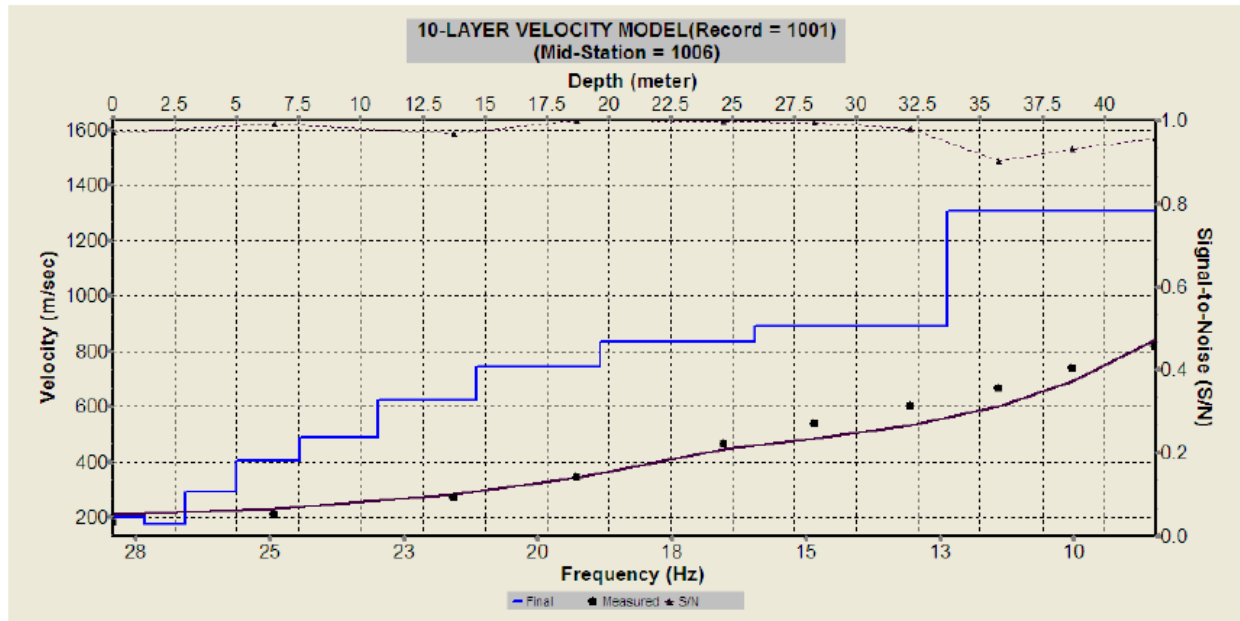
Relazione geologica - geotecnica

A partire dai dati acquisiti, il software ricostruisce l'immagine di dispersione (Figura 20), detta anche "Overtone", che indica la distribuzione della velocità di fase (asse delle ordinate) delle onde sismiche rispetto alla frequenza d'onda (asse delle ascisse). Per mezzo del processo di inversione il programma ricava l'andamento della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) dei terreni del sottosuolo secondo la configurazione correlata alla curva di dispersione teorica che meglio approssima la curva di dispersione ottenuta dai dati misurati in sito. In tal modo è possibile risalire all'andamento delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) relative ad ogni registrazione che, per convenzione, vengono attribuite al punto medio dello stendimento (Figura 21).



**Figura 20 – Overtone e curva di dispersione**

In alto è riportato l'andamento del rapporto segnale/rumore



**Figura 21 – Profilo stratigrafico monodimensionale delle Vs**

Noti quindi i valori di Vs dei vari orizzonti indagati è stato calcolato il valore di  $V_{s,eq}$ , ossia la velocità media di propagazione delle onde di taglio, mediante la relazione di seguito riportata (D.M. 17/01/2018):

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_{s,i}}}$$

dove:

$h_i$  [m]: spessore dello strato i-esimo;

$v_{s,i}$  [m/s]: velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo;

N: numero totale di strati;

H: profondità del substrato, definito come formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30$  m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per il sito in esame il substrato non è stato raggiunto nei primi 30 m di profondità dal p.c. (Tabella 7), pertanto è stato ricavato un valore di  $V_{s,eq}$  di circa **402.84 m/s** corrispondente ad un suolo di **Categoria B**, ovvero "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

Strato numero	Profondità massima strato	Spessore strato $h_i$ [m]	Velocità onde di taglio $V_i$ [m/s]	$h_i/V_i$ [s]
1	1,30	1,30	199	0,007
2	2,93	1,63	175	0,009
3	4,97	2,04	290	0,007
4	7,52	2,55	403	0,006
5	10,70	3,18	490	0,006
6	14,69	3,99	620	0,006
7	19,47	4,98	744	0,007
			$S(h_i/V_i)$	0,049
			$V_{s,30}$ [m/s]	<b>402,84</b>
			<b>Categoria</b>	<b>B</b>

**Tabella 7 – Valori di calcolo del parametro  $V_s$**

## **10. MODELLO GEOLOGICO GEOTECNICO - SINTESI CONCLUSIVA**

Su incarico del Comune di Torino - Dipartimento manutenzioni e Servizi Tecnici Divisione Manutenzioni - Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport, è stato eseguito dallo Scrivente uno studio geologico e geotecnico ai sensi del D.M. 11/03/1988 e D.M. 17/01/2018, all'interno dell'area del Parco del Meisino, nell'ambito della progettazione del Parco dello sport e dell'educazione ambientale, comprendente due lotti funzionali per la realizzazione di una Cittadella dello Sport ed un intervento di rigenerazione dell'ex - Galoppatoio militare.

Al termine dello studio, è possibile fornire le seguenti considerazioni di sintesi:

- per quanto riguarda l'assetto geomorfologico, l'area è caratterizzata da una morfologia subpianeggiante, con modeste ondulazioni, debolmente digradante verso il corso d'acqua. Secondo quanto riportato negli allegati tecnici al P.R.G.C., l'area è inserita in Classe III(P), Sottoclassi IIIb4(P) e IIIb4a(P) che definiscono condizioni di pericolosità elevate, in quanto potenzialmente inondabili per la piena di riferimento;
- per quanto riguarda le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche, dalle indagini effettuate, risulta la presenza di un livello superficiale (potenza circa 6 metri), aventi nell'insieme caratteristiche geotecniche scadenti, seguiti in profondità da sabbioso - ghiaiosi dotati di buone caratteristiche geotecniche;
- per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche, l'area è caratterizzata dalla presenza di un unico acquifero superficiale, contenente una falda idrica la cui superficie si posiziona a circa 3 - 4 metri da piano campagna. Non essendo

presenti acquiferi profondi, eventuali fondazioni profonde risultano pertanto compatibili con tale contesto idrogeologico;

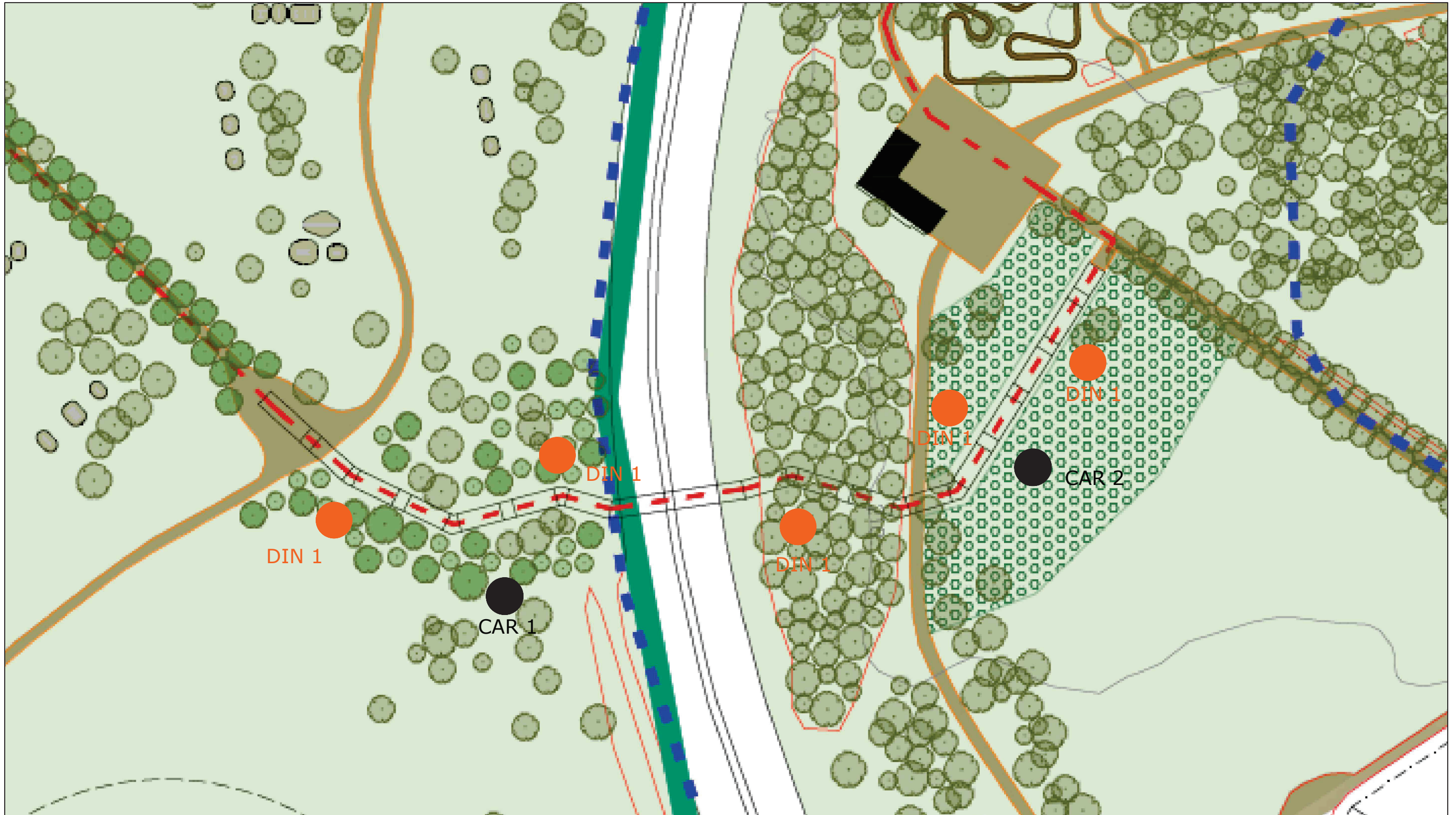
- la prospezione MASW ha fornito un valore di  $V_{s.eq}$  di circa 402.84 m/s corrispondente ad un suolo di Categoria B, ovvero "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".





TORINO, GENNAIO 2023


Arrivo: AOO 046, N. Prot. 00000526 del 19/01/2023





INDAGINE	SIGLA	NUMERO
 Prova penetrometrica dinamica	DIN	5
 Prelievo Carota	CAR	2

**PARCO DELLO SPORT E DELL'EDUCAZIONE AMBIENTALE**  
**CLUSTER 1**



**PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Data: 01/11/2023 rev. 00