

PROG. N° 3186

PROGETTO PRELIMINARE

Comune di



Torino

**REALIZZAZIONE COLLETTORE MEDIANO
ZONA SUD-OVEST AREA METROPOLITANA**

INTERVENTO RISANAMENTO COLLETTORE ZONA SUD

**RELAZIONE GEOLOGICA - IDROGEOLOGICA E SISMICA
RELAZIONE GEOTECNICA DI CARATTERIZZAZIONE
RELAZIONE DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE**

Società Metropolitana Acque Torino S.p.A.

Sede legale: Corso XI Febbraio, 14 - 10152 Torino TO I
tel. +39 011 4645.111 - fax. +39 011 4365.575
E-mail: info@smatorino.it Sito web: www.smatorino.it

il Direttore Generale

Dott. Ing. Marco Acri

						<p>documento n°:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; font-size: 2em;">dt02</div>
3						
2						
1						
0	Emissione	Febbraio 2013	CITTIEMME ING. & CONT. SRL	VAUDANO	ACRI	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	

Progettista: Ing. Giorgio Vaudano

Collaboratori: A. Follis

Risorse Idriche S.p.A. - Società del gruppo SMAT

Sede legale: C.so XI Febbraio, 14 - 10152 Torino
Tel. +39 011 4645.1250 / 1251- fax : +39 011 4645.1252
Capitale Sociale € 1.241.760,00 € i.v.
Codice fiscale-Partita IVA e Registro delle imprese di Torino: 06087720014
E-mail: info@risorseidricheto.it



file:

ATO3 3186	RI0304	TMED-PRE-dt02.pdf
PROGETTO	ID R.I.	documento

CONSULENTI:



**COMPAGNIA TORINESE
MONITORAGGI SH**



INGEGNERIA & CONTROLLI S.R.L.

senza autorizzazione il presente documento non può essere riprodotto o ceduto

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI TORINO
CITTA' DI TORINO

CITTEMME S.r.l. c/o S.M.A.T. S.p.A.

REALIZZAZIONE DEL NUOVO COLLETTORE MEDIANO ZONA STRALCIO SUD-OVEST AREA METROPOLITANA



RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA e SISMICA
RELAZIONE GEOTECNICA DI CARATTERIZZAZIONE
RELAZIONE DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

GL/GT

ELABORATO

ALLEGATO

--

OTTOBRE 2012

DATA EMISSIONE

12-004-GL/GT

CODICE



Via Donati, 14
10121 Torino

Tel: 011-3975311
Fax: 011-3493790
info@ing-con.org

M. Lavezzo
Geol. M. Lavezzo

REDATTO

S. Monti
Ing. S. Monti

CONTROLLATO

S. Monti
Ing. S. Monti

APPROVATO



CITTEMME S.r.l.
Via Donati, 14
10121 Torino

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI TORINO
CITTA' DI TORINO

CITTIEMME S.r.l.
c/o SMAT S.p.A.

**REALIZZAZIONE DEL NUOVO COLLETTORE MEDIANO
ZONA STRALCIO SUD-OVEST
AREA METROPOLITANA**

**RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA e SISMICA
RELAZIONE GEOTECNICA DI CARATTERIZZAZIONE
RELAZIONE DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE**

Ottobre 2012

SOMMARIO

PREMESSA	2
Relazione geologica, idrogeologica e sismica	
1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	4
1.2 CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI	9
1.3 CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	13
1.4 IDROGEOLOGIA	18
1.5 CONDIZIONI DI SISMICITA'	21
1.6 CONCLUSIONI GEOLOGICHE	26
Relazione geotecnica di caratterizzazione	
2.1 MODELLAZIONE GEOTECNICA	32
2.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	37
2.3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA LOCALE	42
2.4 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	52
Relazione di caratterizzazione ambientale	
3.1 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE	53
PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI	56

PREMESSA

Il presente fascicolo comprende la Relazione Geologica, Idrogeologica e Sismica, la Relazione Geotecnica di caratterizzazione e la Relazione di caratterizzazione ambientale, predisposte su incarico della Società Citiemme S.r.l. di Torino per conto di SMAT nell'ambito del progetto di realizzazione di un nuovo collettore fognario nella zona Sud del concentrico metropolitano di Torino, lungo gli assi di Via Emanuele Artom e Via Onorato Vigliani.

Le relazioni sono redatte in ottemperanza alla vigente normativa, con particolare riguardo a:

- *Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/08 S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 04/02/2008) - nel seguito denominato anche NTC08;*
- *Circ. Min. Infrastrutture e trasporti n. 617 CSLP del 02/02/09 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008" (S.O. n. 27 alla G.U. n. 47 del 26/02/2009).*
- *O.P.C.M. n. 3431 del 03/05/05 e O.P.C.M. n. 3316 del 02/10/03 recante modifiche ed integrazioni dell' O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici".*
- *Legge Regionale REGIONE PIEMONTE 5 Dicembre 1977, n. 56: "Tutela ed uso del suolo" (B.U. 24 dicembre 1977, n. 53) e s.m.i..*
- *Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152: "Norme in materia ambientale" (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006) e s.m.i..*

La caratterizzazione si basa su di una campagna di indagini geognostiche appositamente realizzata dalla Società Citiemme S.r.l., autorizzata dal Ministero Infrastrutture e Trasporti all'esecuzione di prove geotecniche in sito ai sensi del D.P.R. 380/01, i cui certificati sono da considerarsi a tutti gli effetti parte integrante della presente relazione.

Le analisi chimiche di laboratorio sono state affidate alla Società LARA S.r.l., laboratorio di analisi accreditato Accredia, i cui certificati di analisi sono da considerarsi parte integrante della presente relazione.

Il presente lavoro si prefigge dunque di:

- illustrare le indagini geognostiche e le prove geotecniche eseguite;
- fornire la modellazione geologica e idrogeologica del tracciato in oggetto secondo la vigente normativa, basandosi sulle indagini puntuali realizzate in loco e su studi di carattere descrittivo, qualitativo e quantitativo, al fine d'interpretare l'assetto del territorio in relazione alla sua costituzione geologica ed alla distribuzione dei litotipi;
- valutare le condizioni di pericolosità di base del sito in oggetto, con particolare riguardo alla pericolosità geomorfologica e alla pericolosità sismica, con riferimento alla classificazione sismica aggiornata del territorio nazionale, tenendo in considerazione gli strumenti di pianificazione territoriale e i piani urbanistici vigenti;
- fornire la modellazione geotecnica del sito in oggetto secondo la vigente normativa, basandosi sulle indagini puntuali realizzate in loco e su studi di carattere descrittivo, qualitativo e quantitativo, compresa la caratterizzazione geotecnica dei litotipi;
- illustrare i risultati della caratterizzazione ambientale dei materiali alla luce del modello geologico del terreno e dei referti analitici.



RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA e SISMICA

1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

1.1.1 Contesto dell'intervento

Il progetto del nuovo collettore fognario si sviluppa principalmente lungo gli assi viari di Via Emanuele Artom e di Via Onorato Vigliani, nell'estremo settore SE del concentrico metropolitano di Torino, in zona Mirafiori Sud. Alcune deviazioni dai corsi principali sono previste lungo Via Duino, Via Torrazza Piemonte, Via Tommaso Villa, Via Corradino. In parte, il tracciato lambisce il territorio comunale di Moncalieri lungo Corso Rosselli e nel Parco delle Vallere.

Ai fini dell'inquadrimento topografico nella cartografia ufficiale, il tracciato ricade nelle Sezz. 155160 e 156130 della base cartografica CTR alla scala 1:10.000.

Dal punto di vista geologico, la zona di interesse è compresa nel foglio n° 56 – Torino della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e nei Fogli n. 155 Torino Ovest e n. 156 Torino Est della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

1.1.2 Inquadrimento litostratigrafico

Nel settore in esame, la Pianura Padana è originata dall'accumulo di materiali clastici derivati dal graduale smantellamento delle Alpi ad opera degli agenti atmosferici e trasportati da fiumi, torrenti e ghiacciai. Nella parte più prossimale alla cerchia alpina, la pianura si è formata per coalescenza di vecchie conoidi pleistoceniche; tale settore si raccorda progressivamente con la bassa pianura, formata anch'essa da depositi fluviali e fluvio-glaciali, ma di età più recente, poco terrazzati e con lievissima pendenza. In particolare, i depositi tardo-pleistocenici ed olocenici sono costituiti da terreni fluvio-glaciali rissiani, che costituiscono un ripiano sopraelevato di pochi di metri rispetto alle alluvioni post-glaciali del Fiume Po e dei suoi affluenti di sinistra, che a loro volta scorrono in modeste incisioni morfologicamente segnate da orli di terrazzo.

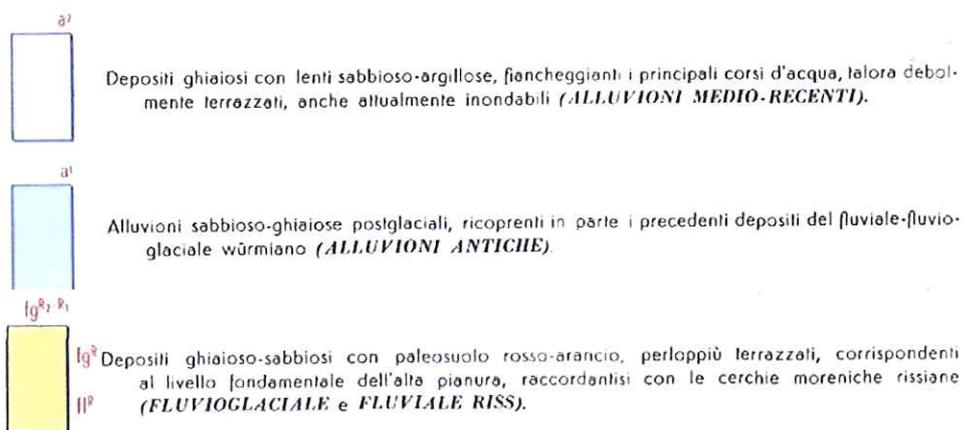
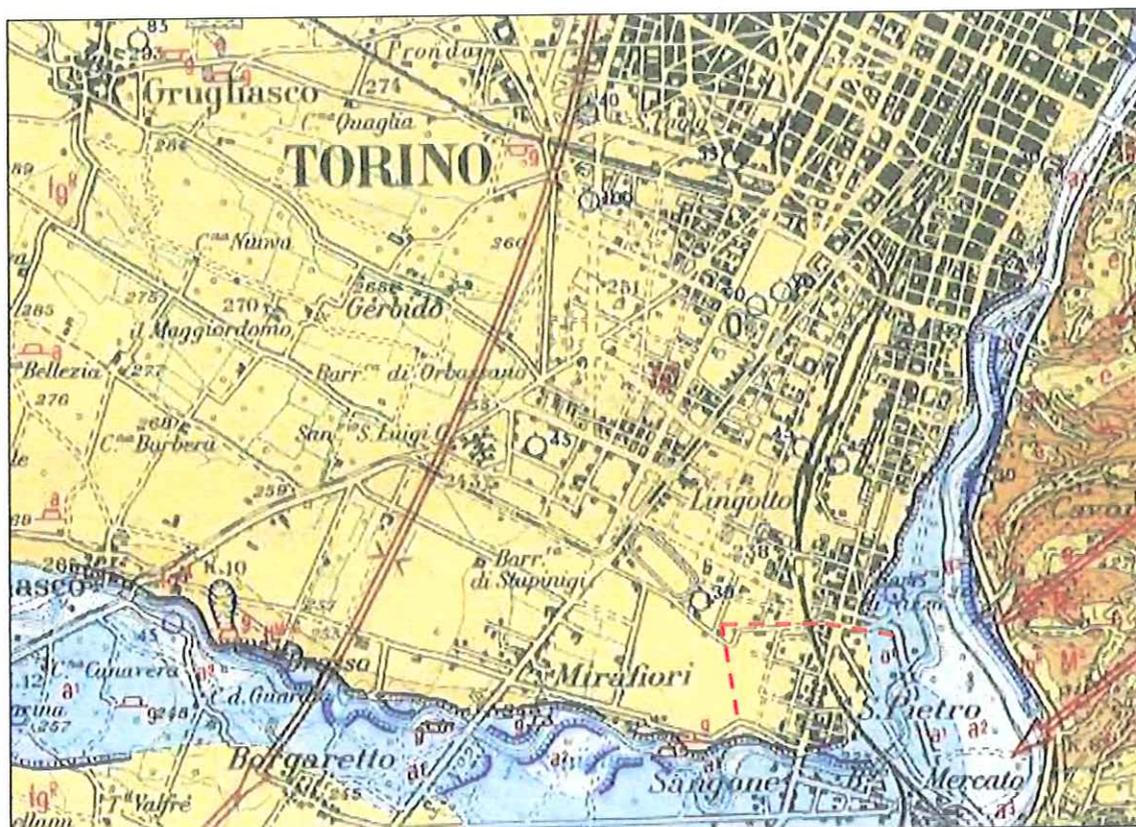
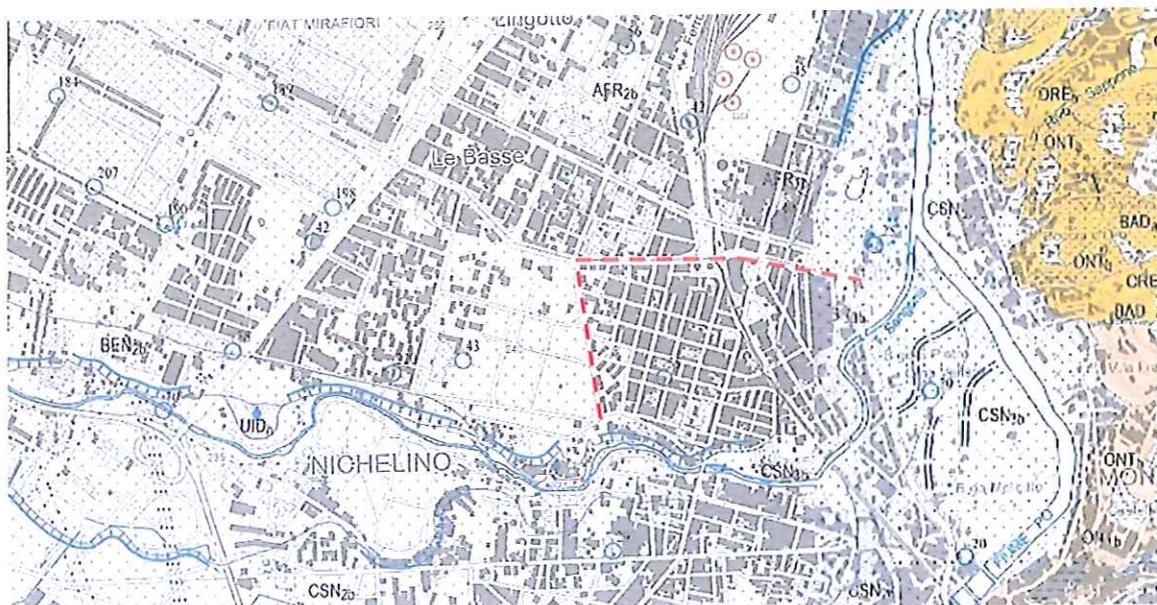


Figura 1 - Estratto Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100000 – Foglio n° 56 Torino.
Il tratteggio rosso indica le principali direttrici del collettore fognario in progetto



SINTEMA DI PALAZZOLO

Subsistema di Ghiala Grande



CSN₃

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 silteuse inalterate (2,5Y). Nell'area collinare depositi silteosi e sabbioso-silteosi poco alterati (2,5Y) con intercalazioni ghiaiose (depositi fluviali) (CSN_{3b}). *OLOCENE - ATTUALE*

SINTEMA DI FRASSINERE

Subsistema di Col Giansesco



AFR₂

Sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con clasti eterometrici di quarziti, serpentiniti, gneiss e subordinatamente di prasiniti, calcescisti e marmi grigi (depositi fluvioglaciali) (AFR_{2b}). Sottile copertura di silt sabbiosi e loess l.s. e locali accumuli di sabbie grossolane (depositi eolici) (AFR_{2d}). Sabbie silteose e silt sabbiosi stratificati con intercalazioni ghiaiose e torbose (depositi lacustri, palustri e di torbiera) (AFR_{2e}). Morenico scheletrico sparso (AFR_{2c3}). *Diamicton* con clasti e blocchi angolosi e subangolosi, sfaccettati, levigati e striati, immersi in una matrice silteoso-sabbiosa addensata (depositi glaciali di fondo) (AFR_{2c4}). *Diamicton* con clasti angolosi e subangolosi e blocchi di dimensioni metriche immersi in una matrice silteoso-sabbiosa (depositi glaciali di ablazione) (AFR_{2c5}). I depositi sono complessivamente poco alterati (10-7,5YR). *Parte superiore del PLEISTOCENE SUP.*

Subsistema di Cresta Grande



AFR₁

Sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose grossolane con matrice silteoso-sabbiosa e con copertura di silt sabbiosi e loess l.s. con spessore di 0,5-2 m (depositi fluvioglaciali) (AFR_{1b}). Silt sabbiosi con locali intercalazioni torbose (depositi lacustri, palustri e di torbiera) (AFR_{1e}). Depositi glaciali indifferenziati (AFR_{1c1}). Morenico scheletrico sparso (AFR_{1c3}). *Diamicton* con clasti e blocchi angolosi e subangolosi, sfaccettati, levigati e striati, immersi in una matrice silteoso-sabbiosa e silteoso-argillosa addensata (depositi glaciali di fondo) (AFR_{1c4}). *Diamicton* con clasti angolosi e subangolosi e blocchi di dimensioni superiori a un metro (depositi glaciali di ablazione) (AFR_{1c5}). Con esclusione dei soli sedimenti lacustri, i depositi sono complessivamente

Subsistema di Cascine Vica



BEN₂

Sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose eterometriche con clasti subarrotondati immersi in una matrice sabbioso-silteosa; i clasti sono costituiti da gneiss, micascisti, quarziti, prasiniti, anfiboliti, eclogiti e gabbri (depositi fluvioglaciali) (BEN_{2b}). Depositi glaciali indifferenziati (BEN_{2c1}). *Diamicton* con clasti da subarrotondati a subangolosi, sfaccettati e striati, e blocchi di dimensioni superiori a 2 m immersi in una matrice silteoso-sabbiosa addensata (depositi glaciali di fondo) (BEN_{2c4}). *Diamicton* con clasti angolosi e subangolosi e blocchi eterometrici (depositi glaciali di ablazione) (BEN_{2c5}). Depositi lacustri (BEN_{2e}). I depositi sono complessivamente da mediamente a molto alterati (5YR-10R). *Parte superiore del PLEISTOCENE MEDIO*

Figura 2 - Estratto Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000 – Fogli n° 155 Torino Ovest e 156 Torino Est.
Il tratteggio rosso indica le principali direttrici del collettore fognario in progetto

Il settore di pianura, nel quale si colloca il territorio in esame, risulta compreso nell'ambito del grande conoide fluvioglaciale e fluviale rissiano, originato dall'attività deposizionale della Dora Riparia e del Sangone.

I terreni rissiani, riferibili al tardo Pleistocene, sono costituiti in prevalenza da sedimenti alluvionali continentali, composti da ghiaie a clasti silicatici e subordinatamente calcarei, sabbia e limo, in cui sono localmente abbondanti anche frazioni granulometriche grossolane, quali ciottoli e subordinati blocchi. Tali depositi mostrano in genere una assenza di classazione granulometrica, con disposizione caotica e frequente struttura lentiforme (strati deposizionali a limitata estensione laterale). Le caratteristiche principali, che contraddistinguono queste alluvioni, sono la presenza sporadica di cementazione e un discreto grado di alterazione delle porzioni sotto falda. La cementazione secondaria si riscontra in livelli discontinui, il cui spessore diminuisce progressivamente andando dal bordo alpino a quello collinare.

Nella loro parte sommitale possono essere ricoperte da un paleosuolo argilloso di colore rosso-arancio, inglobante ciottoli silicatici in avanzata fase di alterazione. Talora si rinvengono ancora lembi relitti di una debole copertura loessica.

I depositi rissiani poggiano sui più antichi sedimenti fluvioglaciali riferiti al Mindel dalla cartografia ufficiale alla scala 1:100.000. Si tratta di ghiaie e sabbie caratterizzate da elevato grado di alterazione.

Secondo la più recente cartografia geologica (fig. 2), i depositi rissiani del bacino del Fiume Dora Riparia appartengono al Sintema di Frassinere e sono distinti nei due Subsintemi di Cresta Grande (parte inferiore del Pleistocene Superiore) e di Col Giansesco, che in parte ricopre i precedenti. La base del Sintema è di natura erosiva e poggia direttamente sulle Unità litologiche del Pleistocene medio del Sintema di Bennale. In particolare, il Subsintema di Cascine Vica, affiorante lungo la scarpata del terrazzo modellato dal Torrente Sangone, potrebbe corrispondere ai litotipi riferiti al Fluvioglaciale Mindel.

I depositi olocenici ed attuali delle incisioni dei corsi d'acqua (T. Sangone e F. Po) sono invece cartografati tra le unità non distinte in base al bacino di pertinenza. Qui si tratta delle alluvioni del Subsintema di Ghiaia Grande, separate dai depositi più antichi da orli di terrazzo e quindi con rapporto di discordanza stratigrafica per contatto erosivo.

Dal punto di vista strutturale, i rapporti geometrici tra i diversi litotipi sono assai semplici, costituiti da eteropie laterali e stratigrafiche di facies, senza giunti di strato né discontinuità rilevanti. I contatti

tra le diverse Unità litologiche sono segnati da superfici erosionali; i cambi litologici e stratigrafici all'interno delle singole formazioni presentano in ogni caso una giacitura suborizzontale.

1.1.3 Geomorfologia

Dal punto di vista morfologico, i depositi fluvioglaciali formano un ripiano genericamente noto come “Tavoliere Torinese”, sopraelevato rispetto alle alluvioni post-glaciali degli affluenti della sinistra orografica del Fiume Po (Sangone, Dora Riparia, Stura di Lanzo), che a loro volta scorrono in modeste incisioni morfologicamente segnate da orli di terrazzo. Si tratta di un *glacis* di raccordo tra la zona montana e la Collina di Torino, formatosi in fasi successive (stadi interglaciali) nel corso del Pleistocene medio, grazie alla sovrapposizione e interdigitazione dei conoidi costruiti dagli affluenti di sinistra del Po.

Il tracciato del collettore in progetto si sviluppa nella parte distale del corso del Torrente Sangone, all'interno della grande ansa che l'alveo disegna, in sinistra orografica, immediatamente a monte della sua confluenza nel Fiume Po.

Il contesto antropizzato metropolitano e industriale ha parzialmente obliterato e modificato l'originale micro rilievo e il sito è sostanzialmente pianiziale.

1.2 CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI

1.2.1 Indagini geognostiche

Per la ricostruzione stratigrafica dell'area è stata condotta una campagna di indagini geognostiche consistente in n° 16 sondaggi a carotaggio continuo con prove geotecniche in foro tipo SPT. A corredo delle descrizioni stratigrafiche sono state inoltre eseguite prove di classificazione in laboratorio geotecnico. Ubicazione, quantità e distribuzione delle indagini e delle prove sono state disposte secondo progetto e specifiche SMAT.

In ottemperanza a quanto disposto dal paragrafo 6.2.2 delle NTC/08, le indagini sono state affidate alla Società Citiemme S.r.l. di Torino, autorizzata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove geotecniche in sito su terreni e rocce ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01 (Decreto di Autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010). Le analisi geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati dalle cassette sono state eseguite dal Laboratorio Servizi Geotecnici Liguri di Vado Ligure (SV), autorizzato dal Ministero con decreto n. 868 del 03/02/2010. I certificati delle prove rilasciati dalla Società Citiemme S.r.l. e dal Laboratorio geotecnico si intendono a tutti gli effetti parte integrante della presente relazione.

Le indagini dirette hanno raggiunto la profondità massima di 12 m dal p.c. attuale, sufficiente a caratterizzare il volume significativo di influenza del collettore in progetto.

Le informazioni ricavate tramite le indagini dirette sono state integrate con la realizzazione di una di indagine sismica di superficie finalizzata alla caratterizzazione stratigrafica secondo progetto e specifiche SMAT. Nello specifico, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche con esecuzione di prove per onde superficiali (SWM - Surface Waves Method). La tecnica di indagine ha previsto l'acquisizione e l'elaborazione di numerosi profili verticali di velocità di propagazione delle onde di taglio (S). I punti di acquisizione sono stati disposti, come da progetto concordato con SMAT, lungo il tragitto del collettore, con distanza reciproca tra i punti di circa 60 m. Sono stati acquisiti complessivamente n. 64 profili con impiego di un land-streamer sismico, trascinato da automezzo. Si rimanda al report specifico per i dettagli e i risultati dell'indagine.

Per comodità di lettura, in figura 3 si riporta l'ubicazione dei punti di indagine diretta e delle sezioni sismiche verticali.

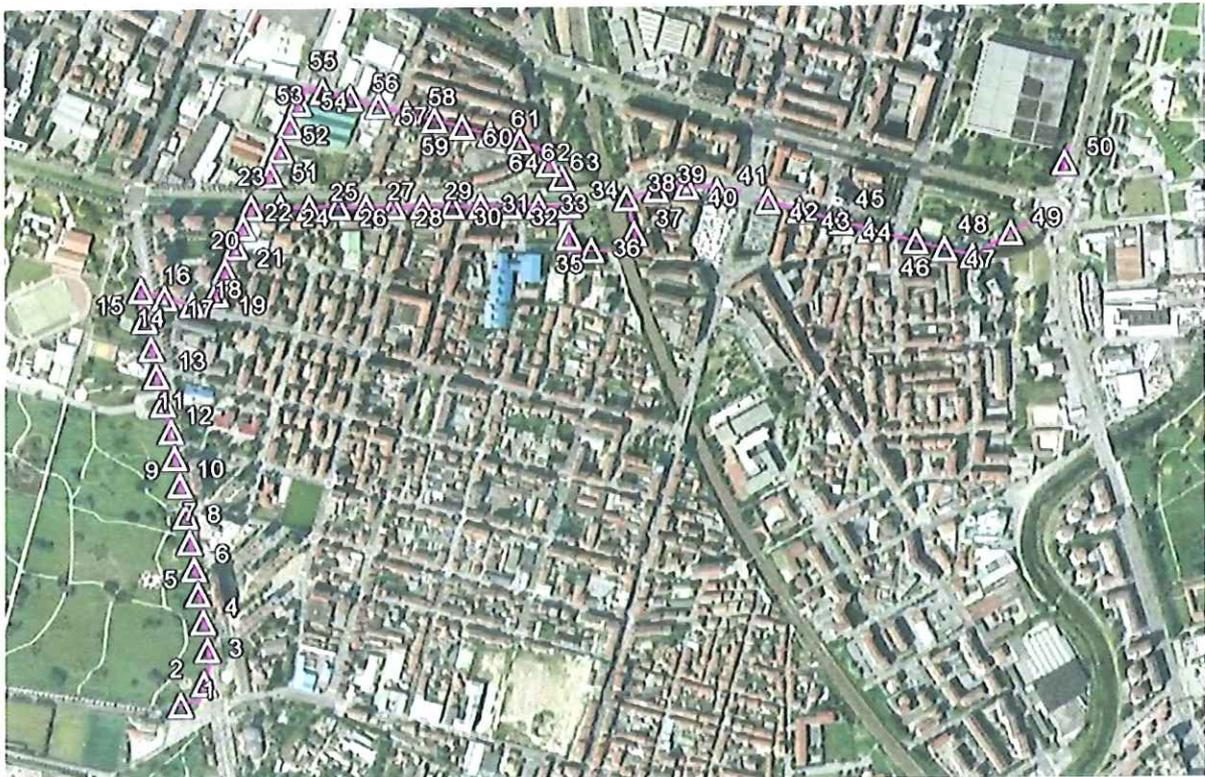
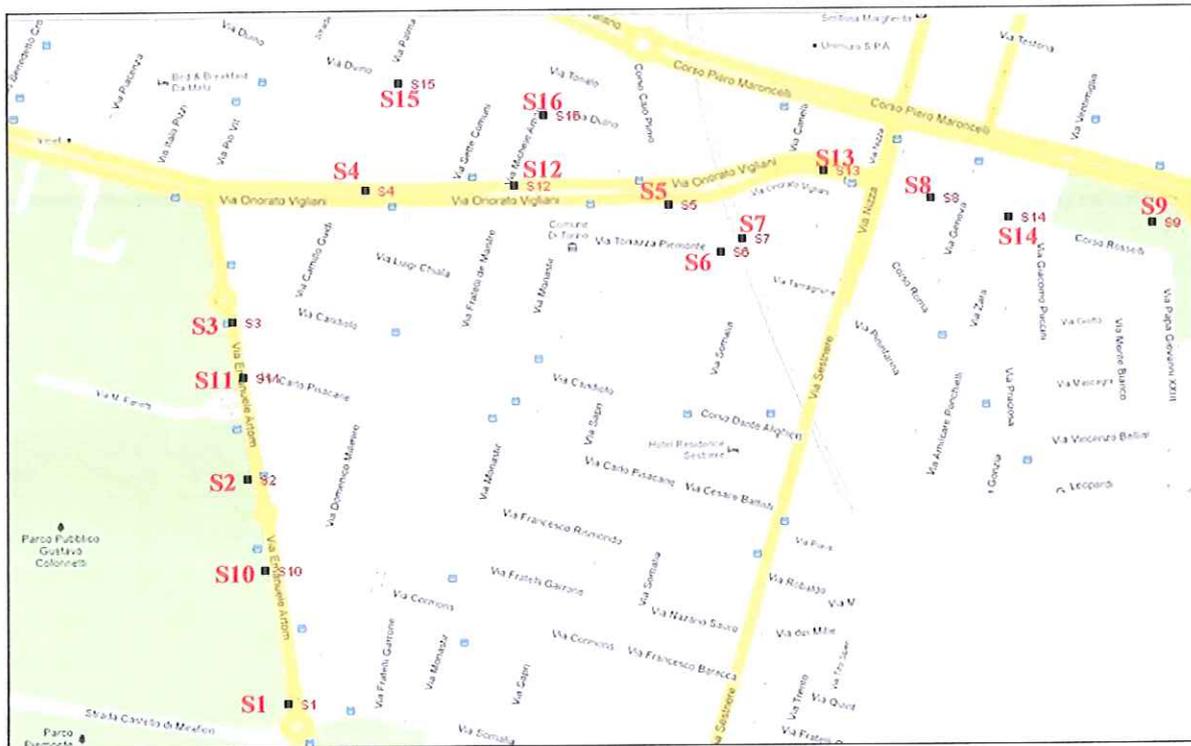


Figura 3 – Ubicazione dei sondaggi a carotaggi (in alto) e dei profili sismici verticali (in basso)

1.2.2 Assetto litostratigrafico

In superficie è presente una coltre di riporto antropico, praticamente continua lungo tutto lo sviluppo del tracciato indagato, costituita prevalentemente da materiali clastici ghiaioso-sabbiosi con frammenti di laterizi e varia componente limosa, localmente anche abbondante e/o prevalente. La potenza del riporto è variabile da un minimo di 50 cm fin oltre 5 m. In particolare, i massimi spessori si sono riscontrati nella zona del Parco delle Vallere: è assai probabile che in passato sia stato colmato il dislivello del terrazzo fluviale del Po per raccordare il terreno con il piano di Piazza Bengasi. Localmente il riporto poggia su di una esigua coltre limosa, probabile relitto del suolo originario, di modesto spessore (max. 85 cm circa). Non si può escludere la presenza di lembi relitti di natura loessica, soprattutto là dove la potenza è maggiore: in particolare, ci si riferisce al sondaggio S6, dove il livello limoso ha una potenza di oltre 2 m, che costituisce un'eccezione tra i punti indagati.

La natura disomogenea del riporto è evidenziata anche dai fenomeni di inversione di velocità sui profili sismici verticali. In particolare, si segnala il fenomeno in corrispondenza di S14 (ubicato in Via F.lli Rosselli, a E di P.za Bengasi) e in misura minore nel Parco Vallere, ma tale evenienza si registra anche nei livelli più superficiali nel tratto mediano di Via Artom e in via Tommaso Villa (S7).

A seguire, il terreno è costituito da sedimenti clastici ghiaioso-sabbiosi di ambiente deposizionale fluviale continentale. Quasi in tutti i punti di indagine si riscontra, al di sotto del riporto, la presenza di un livello prevalentemente ghiaioso-sabbioso con varia percentuale limosa. Il grado di addensamento è vario e localmente le descrizioni stratigrafiche riportano la presenza di cementazione secondaria. Tuttavia, il profilo sismico rileva la presenza di un materiale da moderatamente addensato ad addensato, tenendo conto che la natura dell'indagine fornisce un valore medio del deposito. Il litotipo si presenta in genere di colore grigiastro, con locali sfumature nocciola.

A seguire, a profondità piuttosto variabili (mediamente tra 4 e 6 m lungo l'asse di Via Artom, 1.50 e 3 m lungo Via Duino, circa 6 m lungo via O. Vigliani, tra 4 e 7 m nel tratto compreso tra via Torrazza e P.za Bengasi), il deposito diviene prevalentemente sabbioso-ghiaioso, con varia percentuale di matrice fine limosa che a tratti è anche abbondante. Il colore del litotipo è prevalentemente nocciola-grigiastro, con locali livelli tipicamente giallo-ocracei per fenomeni di ossidazione e passate francamente grigie.

La distinzione tra questi primi due livelli è possibile sia in ragione della granulometria (più ghiaiosa in superficie, più sabbiosa in profondità) che del colore dovuto ad ossidazione giallo-ocracea,

localmente anche rossiccia a segnare probabili paleosuoli. Il profilo sismico inoltre consente di distinguere, talora anche in modo sufficientemente netto, un incremento del grado addensamento. Tuttavia, si ritiene che entrambi i livelli, pur nella variabilità stratigrafica, siano ascrivibili al Subsistema di Col Giansesco (parte superiore del Pleistocene superiore), che corrisponde al terrazzo fluviale e/o fluvioglaciale rissiano della cartografia ufficiale.

Il deposito non è infatti omogeneo: la natura deposizionale di ambiente fluviale infatti predispone alla formazione di corpi sedimentari lentiformi, determinando così frequenti eteropie di facies sia laterali che stratigrafiche. Gli eventi alluvionali hanno determinato così la sovrapposizione di fenomeni di erosione e di sedimentazione, con intervalli in cui si sono impostati fenomeni ossidativi, con facies granulometriche che variano sia con passaggi sfumati che con superfici nette. Per questo motivo, le formazioni alluvionali indagate presentano variabilità granulometrica e lenti chiaramente identificabili di natura coesiva limoso-sabbiosa. Per questo motivo, anche le caratteristiche geomeccaniche e geotecniche del deposito variano da punto a punto.

Gli episodi deposizionali di bassa energia, che hanno formato corpi sedimentari coesivi, sono più evidenti nel tratto più orientale del tracciato indagato. Infatti, a E di P.za Bengasi, circa in corrispondenza del prolungamento di Via Genova, si trova un terrazzo morfologico legato alla dinamica del Fiume Po, che ha eroso l'unghia del conoide alluvionale del Torrente Sangone. Tale morfologia non è evidente in quanto risulta sepolta, obliterata dai riporti antropici che hanno ricordato il piano fondamentale della pianura torinese. Sulla scorta delle indagini sismiche a disposizione, si riconoscono corpi sedimentari a bassa velocità, tipica di materiali coesivi poco consistenti o comunque di depositi recenti a basso grado di compattazione.

La lunghezza di progetto delle indagini dirette non ha permesso di raggiungere la base della formazione rissiana (pleistocenica sup.). I profili sismici hanno invece intercettato un materiale molto addensato a profondità assai variabili, comunque superiori a 12-14 m da p.c..

In questa sede, stanti le informazioni disponibili, si può solo ipotizzare che si tratti di ghiaie alterate, appartenenti al Fluvioglaciale Mindel, o Subsistema di Cascine Vica, del Pleistocene medio-inferiore. Il limite formazionale, ricostruito sulla base della velocità delle onde sismiche, presenta un andamento che consente di identificare morfologie terrazzate sepolte, tipiche dell'ambiente deposizionale fluviale. In ogni caso, si tratta di materiali che si collocano oltre la profondità di interesse del progetto in esame.

Le indagini dirette non hanno intercettato falde idriche.

1.3 CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

1.3.1 Uso pregresso del suolo

Il tracciato si colloca in un contesto metropolitano e si sviluppa lungo la viabilità urbana esistente. Le stesse indagini geognostiche sono state condotte sulla sede stradale. Come emerge dalle verticali indagate, praticamente lungo tutto lo sviluppo del tracciato sono presenti materiali di riporto antropico, che hanno sostituito o ricoperto il suolo originario.

Nel tratto del Parco delle Vallere, a E di Piazza Bengasi, i riporti antropici presentano una potenza superiore a 5 m: probabilmente si tratta di materiale di riempimento del dislivello formato dal terrazzo fluviale del Po al fine di raccordare il terreno col il piano fondamentale della pianura torinese.

1.3.2 Assetto morfologico locale e condizioni di dissesto

Il tracciato, ubicato in zona Mirafiori Sud, si trova in una condizione sostanzialmente planiziale. Via Artom, nel tratto considerato, ha un dislivello da N a S di circa 3 m ma nel tratto compreso tra Via Onorato Vigliani e Via Garrone il dislivello è praticamente nullo; dall'incrocio con Via Garrone fino alla rotonda di Strada Castello di Mirafiori la pendenza verso S, vale a dire verso il T. Sangone, è di circa lo 0.6%. Via Onorato Vigliani, che corre in senso circa E-W, e la sua continuazione lungo Corso Rosselli e il Parco delle Vallere fino alla rotonda tra C.so Maroncelli e C.so Unità d'Italia, hanno una pendenza dello 0.5% circa verso E, ovvero verso l'alveo del Fiume Po, fino a Piazza Bengasi, mentre il tratto terminale verso il Po ha una pendenza media del 1.4%. Infatti il tracciato interseca il terrazzo fluviale del Po, modellato in sinistra orografica, che si sviluppa all'incirca parallelo a Via Genova, compreso tra questa e Via Ventimiglia. Tale terrazzo, dell'ordine di pochi metri, è tuttavia completamente obliterato e rimodellato dall'urbanizzazione. Per completezza di informazione, la pendenza media del *glacis* torinese è pari allo 0,6% in direzione dell'alveo del Po.

L'assetto planiziale pone il tracciato in progetto al riparo da fenomeni di instabilità gravitativa. L'assenza di idrografia superficiale locale e la posizione relativamente elevata della viabilità in esame rispetto all'alveo attuale del Fiume Po e di quello del Torrente Sangone lo pongono anche al riparo di fenomeni di alluvionamento per esondazione. Infatti l'area appartiene alla zona esterna alla fascia di esondazione del fiume stesso anche in occasione di eventi alluvionali critici. A conferma di ciò, non risultano fenomeni di dissesto pregressi, in atto o potenziali.

1.3.3 Pericolosità geomorfologica e idoneità all'utilizzazione urbanistica

Ai fini dell'idoneità all'uso urbanistico, ai sensi del vigente P.R.G. della Città di Torino, il territorio risulta suddiviso in aree omogenee, distinte secondo diverse classi di idoneità ai sensi della L.R. 56/77 e della Circolare P.G. Reg. Piemonte n. 7/LAP del 1996 e s.m.i..

L'area in oggetto (cfr. figura 4) ricade nella Sottoclasse I(P), che comprende “*zone non soggette a pericolo a inondazione né di allagamento*” ed è così definita: “*porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/88.*”

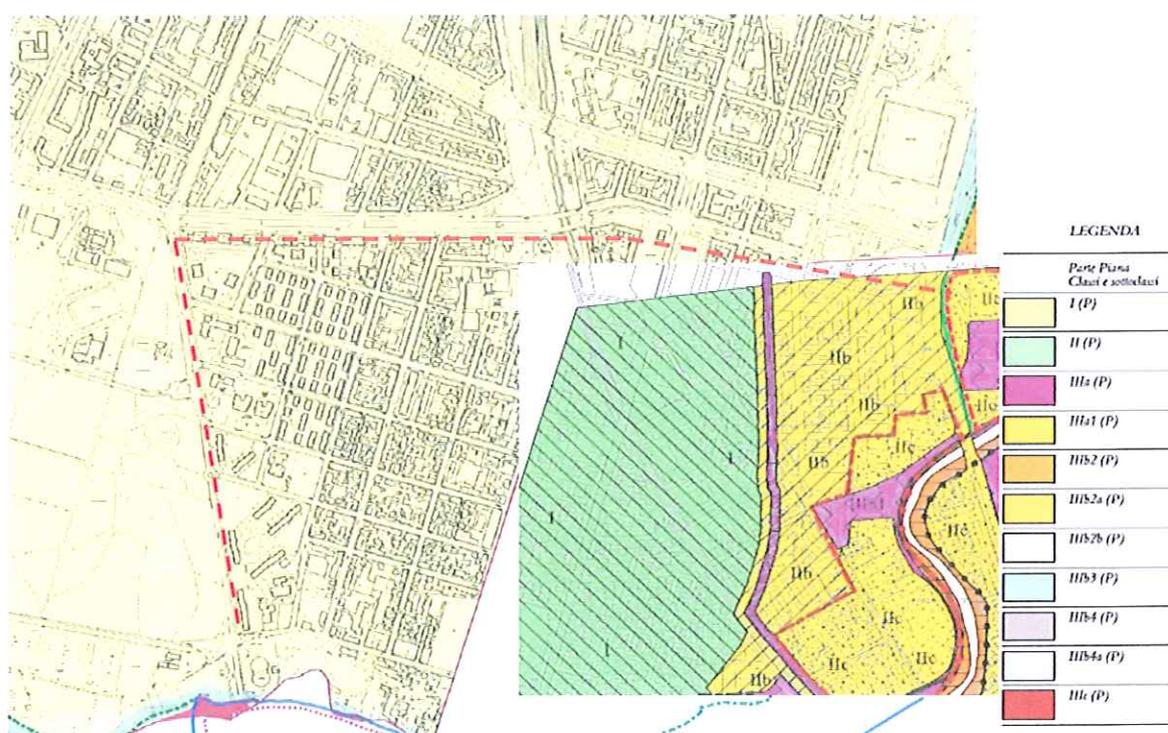


Figura 4 – Mosaico degli estratti P.R.G.C. Torino – tavola n. 3, foglio n. 16b e Moncalieri tavola n. 15.1
 “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica”.
 La linea rossa tratteggiata ricalca i principali assi viari lungo cui si sviluppa il progetto
 La legenda si riferisce alla carta di sintesi della Città di Torino

Poiché il tratto terminale (verso E) del tracciato in progetto insiste al confine con il territorio comunale di Moncalieri, nella figura 4 si è sovrapposto anche uno stralcio della carta di sintesi del vigente P.R.G.C. di Moncalieri. Il tratto a valle di Via Genova ricade in sottoclasse IIb, che

comprende “*ambiti di pianura caratterizzati da moderata o bassa pericolosità, suddivise per ambito dei processi areali o lineari per presenza di differenti elementi di pericolosità geomorfologica o idraulica*”. La presente relazione ottempera ai disposti delle N.T.A. relativi a tale classe di idoneità.

Si nota come non vi sia totale corrispondenza di assegnazione al confine: se a W di Via Genova entrambi i comuni assegnano il territorio in classe I, a E della stessa il Comune di Torino mantiene la classe inferiore fino a Corso Unità d'Italia, mentre lo strumento urbanistico di Moncalieri è più cautelativo con la collocazione della zona in classe II.

L'assegnazione delle aree in oggetto alla classe I di idoneità è giustificata in quanto non sono presenti dissesti idrogeologici perimetrati. Infatti, ai fini dell'inquadramento negli strumenti di pianificazione territoriale, dalla consultazione della cartografia tematica (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico – PAI), con particolare riguardo alle aree inondabili e alla dinamica di versante e processi erosivi lungo la rete idrografica, l'intera tratta di progetto non risulta compresa in alcuna delle aree a rischio idrogeologico individuate, essendo esterna al limite della Fascia C di esondazione sia per piena catastofica del Torrente Sangone che del Fiume Po e pertanto esterna alle aree potenzialmente inondabili (fig. 5). Appare pertanto particolarmente cautelativa l'assegnazione in classe II effettuata dal Comune di Moncalieri del Parco delle Vallere nella porzione a E di Via Genova, con conseguente proposta di arretramento del limite della Fascia C di esondazione.

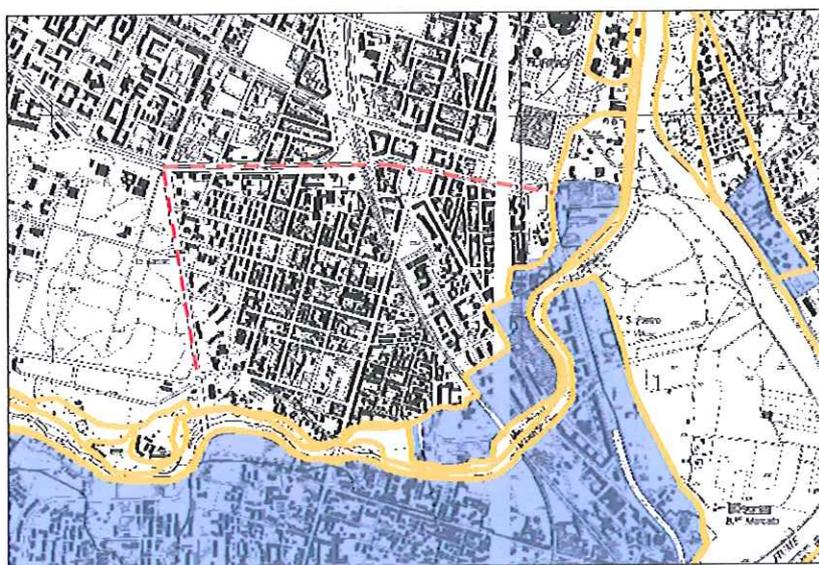


Figura 5 – Estratto cartografico del PAI - Regione Piemonte, aggiornato al 09/01/2012
(le linee gialle indicano il limite tra le fasce fluviali – quella più esterna corrisponde al limite della fascia ; il campo azzurro indica le aree inondabili). La linea rossa tratteggiata ricalca i principali assi viari lungo cui si sviluppa il progetto

Come già asserito, l'assetto planiziale esclude inoltre ogni possibile fenomeno di dissesto gravitativo: tale evenienza è peraltro confermata dalla consultazione della cartografia allegata al progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia), nell'aggiornamento curato da ARPA Piemonte. Fenomeni di instabilità indiretta potrebbero tuttavia verificarsi nel caso di scavi non adeguatamente profilati o comunque non protetti.

1.3.4 Vincoli geologici e territoriali

Dalla consultazione della cartografia tematica (figura 6), il tracciato in progetto non ricade in aree sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923 e della L.R. 45/1989.

Neppure si ricade tra le aree dichiarate di notevole interesse pubblico ai sensi del D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 che conferma il Decreto Ministeriale 1/8/1985 (c.d. Galassini) e sottoposte a vincolo paesaggistico; le opere in progetto non risultano interferire con preesistenze di significativo valore storico-artistico vincolate ai sensi del D.Lgs. 42/2004 né con l'area del Parco fluviale del Po torinese; non essendo interessati corsi d'acqua, gli interventi non sono sottoposti ai vincoli di cui al R.D. 523/1904 in tema di acque pubbliche e l'intero tracciato risulta essere esterna alle fasce sottoposte a Vincoli ambientali o paesaggistici ex L. 1497/39 e in generale a quelli di cui alla Legge 8 agosto 1985, n. 431 (c.d. Legge Galasso).

Si segnala che la porzione di territorio a E dell'asse viario di C.so Trieste – C.so Unità d'Italia ricade in Fascia C di esondazione: di questo se ne dovrà tener conto nel tratto di raccordo con il Depuratore SMAT. Peraltro, l'area stessa del depuratore è esterna alla fascia di rispetto fluviale ex art. 29 della L.R. 56/77.

Il tratto di collettore lungo Via Artom e alcune parti a scavalco della ferrovia e in prossimità della Rotonda Maroncelli ricadono all'interno delle fasce di rispetto stradale ai sensi del vigente P.R.G. della Città di Torino (fig. 7).

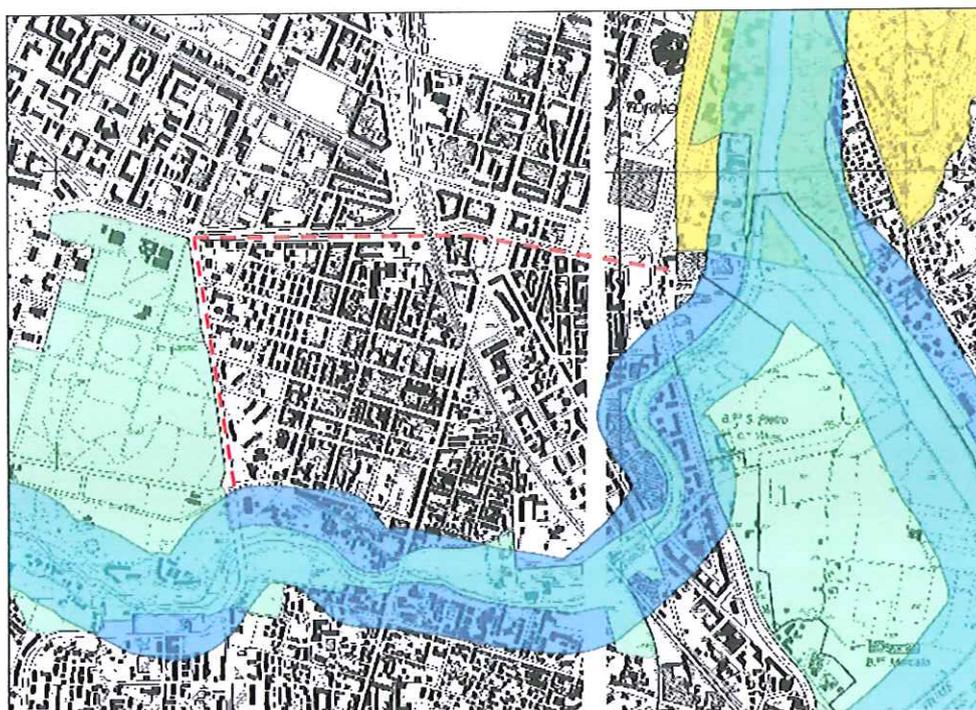


Figura 6 – Carta dei vincoli – dalla Banca Dati della Regione Piemonte
*(in azzurro il vincolo ai sensi della “Legge Galasso”, in giallo i Vincoli ambientali paesaggistici ex L. 1497/39, in verde le aree appartenenti al Parco fluviale del Po torinese e in generale ai parchi urbani).
 La linea rossa tratteggiata ricalca i principali assi viari lungo cui si sviluppa il progetto*



Figura 7 – PRG della Città di Torino – Tavole 7 Fasce di rispetto, Foglio 16B
*(in verde le fasce di rispetto stradale, la linea rossa indica la perimetrazione del centro abitato)
 La linea blu tratteggiata ricalca i principali assi viari lungo cui si sviluppa il progetto*

1.4 IDROGEOLOGIA

1.4.1 Inquadramento idrogeologico

Sotto il profilo idrogeologico, la pianura torinese rappresenta un serbatoio idrico di primaria importanza. In funzione dell'assetto litologico-stratigrafico, le Note Illustrative alla “Carta di base dell'acquifero superficiale” (Provincia di Torino, 2002) individuano alcuni grandi complessi geoidrologici. Nel settore in esame è presente il “Complesso idrogeologico Superficiale”: depositi alluvionali antichi, recenti ed attuali, per lo più ghiaiosi, costituenti un acquifero praticamente indifferenziato, di età complessiva Pleistocene medio – Olocene, contenente la falda superficiale o falda idrica freatica; tale complesso è localmente caratterizzato dalla presenza di paleosuoli argillosi praticamente impermeabili, che di fatto proteggono l'acquifero da infiltrazioni superficiali.

Secondo la Carta della base dell'acquifero superficiale della Pianura di Torino, edita dall'Amministrazione Provinciale, lo spessore dell'acquifero freatico in corrispondenza dell'area in esame è di circa 30-35 m (fig. 8).

Nel particolare del sito in esame, tanto i depositi recenti che quelli del Pleistocene medio sono formati da materiali molto permeabili, che costituiscono degli ottimi acquiferi. La falda impostata è di tipo libero, collegata idraulicamente al reticolato idrografico di superficie.

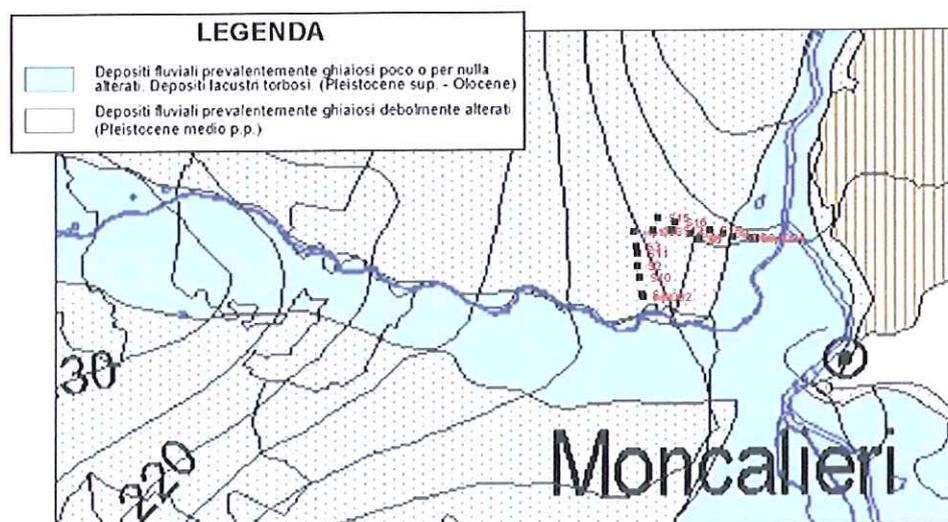


Figura 8 – Estratto della Carta della base dell'acquifero superiore, Provincia di Torino

Secondo gli studi più recenti (cfr. Piano di tutela delle acque della Regione Piemonte, 2003) si riconoscono diversi settori sedimentari caratterizzati da acquiferi distinti. La presenza di alti strutturali sepolti (anticlinali) ha creato le condizioni per la formazione di diversi bacini sedimentari separati tra loro. Secondo vari autori questa differenziazione dei bacini “villafranchiani” ha una grande importanza sotto il profilo idrogeologico, in quanto suddivide la pianura piemontese in quattro zone acquifere omogenee (ulteriormente suddivisibili al loro interno in funzione dell’assetto idrogeologico): la Pianura Cuneese - Torinese meridionale, la Pianura Torinese settentrionale, la Pianura Biellese-Vercellese-Novarese e la Pianura Alessandrina.

Il tratto in esame, interessato dal presente progetto, si colloca al margine meridionale della Pianura Torinese settentrionale (identificata con il codice TO05), separata da quella Cuneese - meridionale da una strozzatura in corrispondenza della traversa “Piossasco – Moncalieri”, ricollegabile al prolungamento nel sottosuolo della collina di Torino, che è riconoscibile immediatamente a S dell’area considerata.

Nel settore idrogeologico della Pianura Torinese settentrionale, e più in particolare in corrispondenza di Torino, la falda superficiale, generalmente a superficie libera, è caratterizzata da una direzione di flusso variabile da circa W-E. I gradienti idraulici maggiori si registrano nei settori pedemontani degli alti terrazzi e sono pari a 0.010, quelli minori si registrano a ridosso dei rilievi della Collina di Torino in corrispondenza dell’alveo del F. Po (0.0015). La separazione tra l’acquifero contenente la falda superficiale e l’acquifero contenente le falde profonde risulta generalmente ben individuata per le marcate differenze di tessitura che contraddistinguono i diversi complessi idrogeologici. Viene inoltre segnalata la presenza all’interno dei depositi fluviali, specie nell’area compresa tra il T. Sangone e il F. Dora Riparia, di livelli fortemente cementati dovuti alla precipitazione del carbonato di calcio. Tali livelli, di genesi secondaria, possono presentare spessori considerevoli ma con scarsa continuità laterale.

1.4.2 Condizioni idrogeologiche locali

Dal punto di vista idrogeologico, è sicuramente presente una falda idrica sotterranea di tipo freatico in continuità idrodinamica con il reticolo idrografico superficiale.

Tuttavia, l’indagine eseguita non ha evidenziato presenza di acque sotterranee alle massime profondità di indagine. Infatti, le perforazioni a carotaggio continuo, in accordo con il progetto e le specifiche fornite da SMAT, sono state spinte fino ad un massimo di 12 m da p.c. e nel tratto

terminale verso il Fiume Po sono state interrotte a soli 5 m da p.c.. Inoltre, la tipologia di indagine geofisica commissionata non consente di rilevare la presenza di acqua.

La soggiacenza si pone dunque a profondità superiori a quelle raggiunte dalle indagini dirette. Informazioni di letteratura lasciano supporre una soggiacenza media superiore a 14-15 m circa dal p.c., comunque non interferente con le opere in progetto.

La presenza all'interno dell'acquifero di lenti a diversa permeabilità e in particolare di orizzonti coesivi limosi, praticamente impermeabili, è favorevole all'instaurarsi di effimere falde sospese e a locali infiltrazioni o venute di acqua, soprattutto a seguito di eventi meteo-climatici o anche con periodicità legata all'andamento delle stagioni.

1.5 CONDIZIONI DI SISMICITA'

1.5.1 Sismicità storica

La Città di Torino si colloca in una zona a sismicità molto bassa. La sismicità storica è desumibile dal DBMI04 (Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04), pubblicato dall'INGV. Nella figura seguente sono evidenziati gli epicentri dei terremoti più significativi

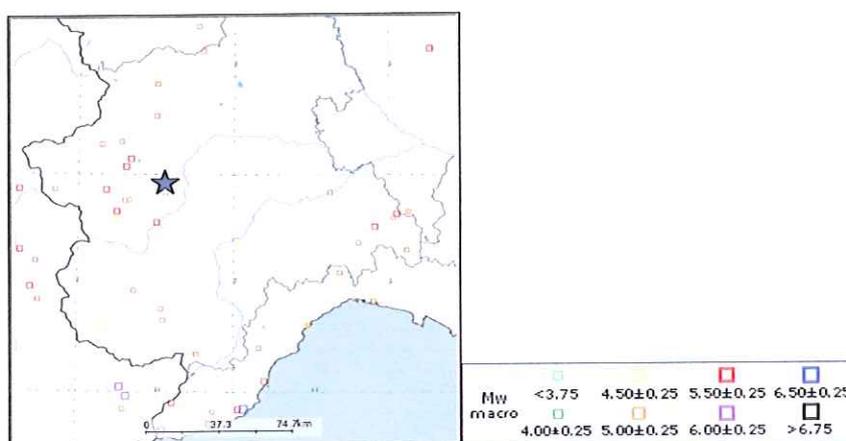


Figura 9 – Sismicità storica del Piemonte

La tabella a pagina seguente riporta gli eventi sismici più significativi (dal Database Macrosismico Italiano dell'INGV, versione DBMI11, Dicembre 2011), dove I_s è l'intensità al sito (MCS), I_0 è l'intensità epicentrale (MCS) e M_w è la magnitudo momento del terremoto.

1.5.2 Sismicità locale

Ai sensi dell' O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e s.m.i., il territorio della Città di Torino è stato classificato in zona 4, caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale massima su suolo rigido $a_{g(max)} = 0.05$ g. A seguito della riclassificazione sismica del territorio piemontese con D.G.R. 19 gennaio 2010, n. 11-13058 (fig. 10) e relativi aggiornamenti di cui alle D.G.R. n. 4-3084 del 12 dicembre 2011 e D.G.R. n. 7-3340 del 3 febbraio 2012, il Comune di Torino ha mantenuto la medesima assegnazione. Per inciso, quanto sopra riportato è applicabile anche al territorio comunale di Moncalieri.

Seismic history of Torino [45.070, 7.674]

Total number of earthquakes: 57

Effects	Is	Anno Me Gi Or	Earthquake occurred: Area epicentrale	Io	Mw
	5	1753 03 09 13:15	Valle del Chisone	6-7	5.19 ±0.41
	4-5	1759 05 26 22:15	PAVIA		
	F	1767 02 07 03:45	GENOVA	6	5.16 ±0.39
	F	1767 05 26 18:24	Valle di Lanzo	7	5.14 ±0.34
	3	1802 05 12 09:00	VALLE DELL'OGGIO	8	5.64 ±0.22
	6	1808 04 02 16:43	Valle del Pellice	8	5.69 ±0.15
	F	1808 04 02 20:15	Valle del Pellice		
	5	1808 04 16 01:15	Valle del Pellice		
	4	1810 12 25 00:45	NOVELLARA	6	5.29 ±0.22
	3	1818 02 23 18:10	Liguria occidentale-Francia	7	5.45 ±0.22
	5	1828 10 09 02:20	Valle Staffora	8	5.76 ±0.15
	4	1828 10 10 01:30	Valle Staffora		
	2	1830 01 26 04:30	Appennino bolognese	5-6	4.74 ±0.65
	F	1831 05 26 10:30	Liguria occidentale	8	5.46 ±0.36
	3	1831 09 11 18:15	Reggiano	7-8	5.54 ±0.32
	3	1832 03 13 03:30	Reggiano	7-8	5.53 ±0.18
	4	1834 02 14 13:15	Valle del Taro-Lunigiana	9	5.83 ±0.15
	4-5	1854 12 29 01:45	Liguria occidentale-Francia		6.73 ±0.16
	3	1873 06 29 03:58	Bellunese	9-10	6.32 ±0.11
	3	1873 09 17	LIGURIA ORIENTALE	6-7	5.43 ±0.15
	NF	1884 09 12 07:23	Bassa valle del Serio	6	4.85 ±0.35
	5	1884 11 27 22:15	Alpi Cozie	6-7	5.33 ±0.20
	5	1886 09 05	VAL DI SUSÀ	7	5.25 ±0.17
	6	1887 02 23 05:21:50	Liguria occidentale		6.97 ±0.15
	4	1891 06 07 01:06:14	Valle d'Illasi	8-9	5.86 ±0.06
	3	1892 03 05	PONT S. MARTIN	7	4.90 ±0.19
	4-5	1901 05 25 03:59:20	Torinese	5-6	4.81 ±0.34
	4	1901 10 30 14:49:58	SalÀ²	8	5.70 ±0.10
	4	1905 04 29 01:46	Alta Savoia	7-8	5.63 ±0.09
	NF	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	6-7	5.53 ±0.09
	6	1914 10 26 03:43	TAVERNETTE	7	5.41 ±0.16
	NF	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	7	5.76 ±0.09
	F	1916 05 17 12:49:50	Alto Adriatico		5.95 ±0.14
	F	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	10	6.48 ±0.09
	3-4	1927 12 11 15:49	VAL DI SUSÀ	5	4.97 ±0.31
	3	1943 05 22 19:03	VAL DI SUSÀ	5	4.40 ±0.25
	2-3	1945 06 14 05:03:45	Valle Staffora	6-7	4.86 ±0.30
	3-4	1945 06 29 15:37:13	Valle Staffora	7-8	5.11 ±0.28
	3	1945 12 15 05:27	VARZI	6	5.05 ±0.34
	4	1947 02 17 00:12:33	Alpi occidentali		5.03 ±0.37
	4	1951 05 15 22:54	LODIGIANO	6-7	5.39 ±0.14
	2	1955 05 12 14:16	Alpi Cozie	6-7	4.80 ±0.20
	4	1960 03 23 23:08:49	Vallese		5.00 ±0.20
	4-5	1963 07 19 05:45:28	Mar Ligure		6.02 ±0.14
	2	1966 04 07 19:38:58	CUNEESE	6	4.65 ±0.27
	4	1968 06 18 05:27:33	BARD	6	5.08 ±0.17
	3	1972 01 18 23:26:12	RIVIERA DI PONENTE	6-7	4.78 ±0.24
	3	1976 05 06 20:00:12	Friuli	9-10	6.46 ±0.09
	3	1976 09 15 09:21:19	Friuli		5.98 ±0.15
	4	1979 02 09 14:44:17	CAPRIATE S. GERVASIO	6	4.85 ±0.13
	3	1980 12 23 12:01:06	Piacentino	6-7	4.60 ±0.09
	3	1983 11 09 16:29:52	Parmense	6-7	5.06 ±0.09
	5	1990 02 11 07:00:37	CANAVESE	6	4.71 ±0.09
	3	1995 11 21 04:04:36	Torinese	5-6	4.46 ±0.15
	3-4	2003 04 11 09:26:57	S. Agata Fossili	6	4.85 ±0.09
	3-4	2004 11 24 22:59:38	Lago di Garda	7-8	5.06 ±0.09
	NF	2005 06 12 21:16:14	Val di Susa	5	4.09 ±0.14

this file has been downloaded from INGV - DBMI11

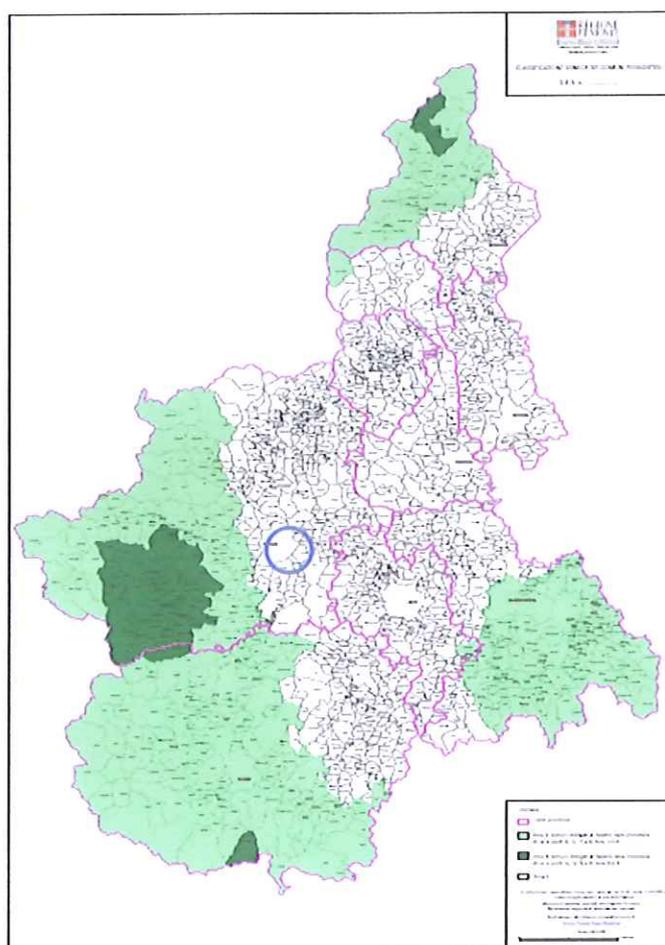


Figura 10 – *Classificazione sismica (fonte: Regione Piemonte)*

Ai sensi delle vigenti NTC08, allegato A, la stima della pericolosità sismica (intesa in termini di azione sismica di riferimento per la progettazione - paragrafo 3.2.3) viene definita sulla base dei valori di pericolosità sismica proposti dal progetto S1-INGV ai sensi dell'OPCM n. 3519 del 28 Aprile 2006. Viene pertanto superato il concetto di sismicità di area in favore della sismicità di sito, intesa come risposta sismica locale, che verrà pertanto nel seguito analizzata.

La massima intensità macrosismica per il Comune di Torino, secondo le tabelle pubblicate dall'INGV, è minore-uguale al grado 6 MCS.

1.5.3 Magnitudo massima attesa

Secondo la Zonazione Simogenetica S9 dell'INGV, ogni zona sorgente è definita come possibile sorgente di terremoti di magnitudo maggiore di 5. Poiché il territorio comunale di Torino si colloca

in area esterna alla zona sorgente alpina ZS908 “del Piemonte”, caratterizzata da $M_{w(max)} = 5.68$, si assumerà tale valore (il tracciato del collettore in esame si trova a distanza minima di circa 18 km a E della ZS908).

Non esistono infatti documenti ufficiali che definiscano le aree con evento atteso inferiore ad una data soglia di magnitudo: pertanto, in mancanza di precisazioni in merito e in via cautelativa, si preferisce assegnare alle zone esterne la magnitudo massima attesa indicata per la zona sismogenetica più prossima.

1.5.4 Spettro di risposta elastico in accelerazione

Come definito dal § 3.2.3 NTC08 le accelerazioni di riferimento su suolo rigido (intensità dell'azione sismica, intesa come stato limite sismico probabilistico per determinati periodi di riferimento T_R), sono calcolate sulla base della carta di rischio dell'INGV e variano secondo le coordinate del sito, in funzione di punti di ancoraggio nodali costituenti un reticolo di riferimento, i cui valori sono riportati nella tabella 1 allegata alle NTC08.

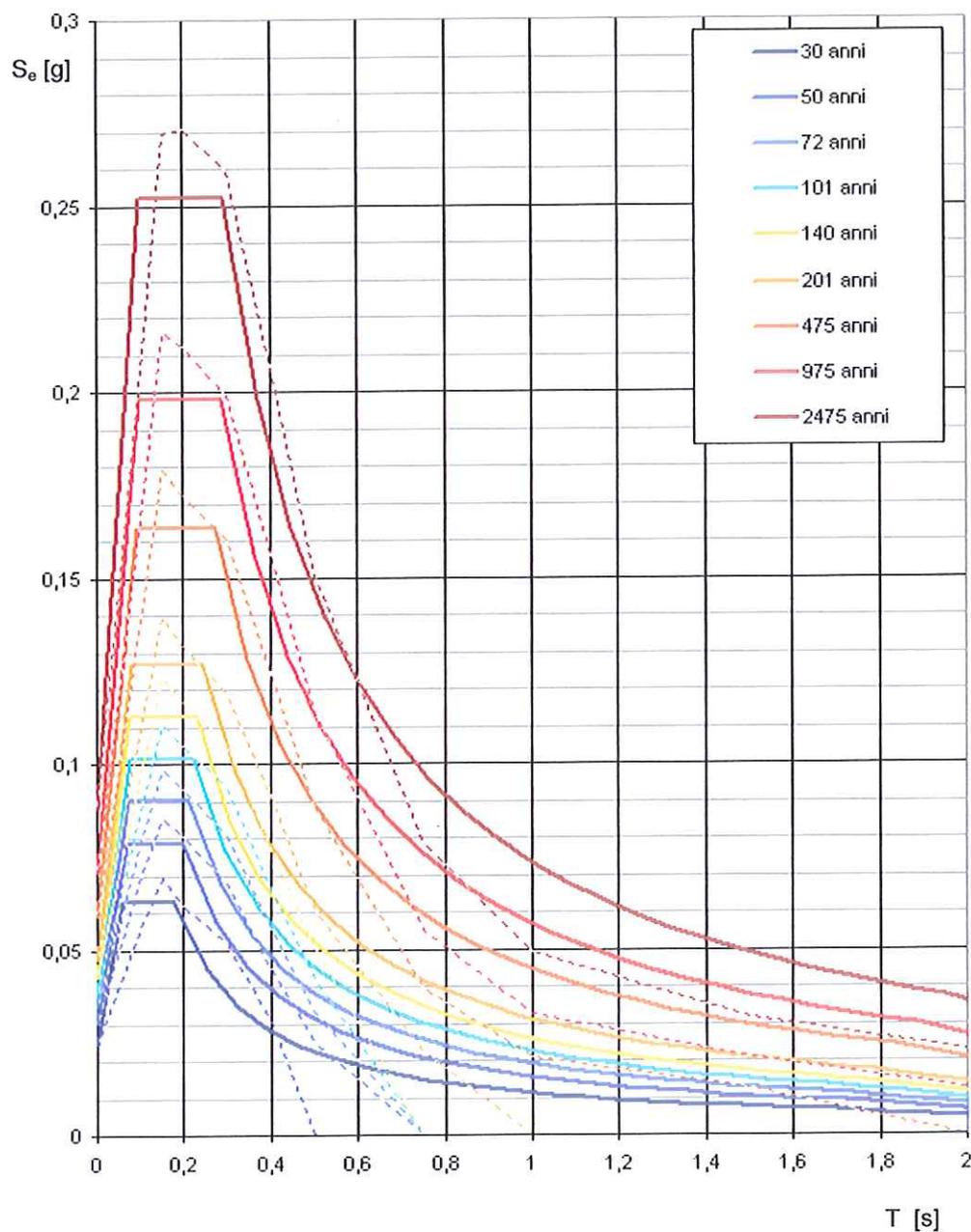
Si assumono cautelativamente le coordinate del tratto iniziale prossimo al Castello di Moncalieri, che è il punto più vicino alla zona sismogenetica e per il quale le accelerazioni attese sono pertanto maggiori (coordinate ED50 – conforme al sistema adottato dall'INGV):

Longitudine: E 7,6508889; Latitudine: N 45,0106667

da cui si ricavano gli spettri di risposta riportati nella figura 11. Per comodità di lettura, si riportano nelle seguente tabella i parametri sismici per i vari T_R (tempi di ritorno) assegnati (con: a_g = accelerazione orizzontale al suolo):

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C' [s]
30	0,025	2,558	0,179
50	0,030	2,575	0,200
72	0,034	2,615	0,213
101	0,038	2,648	0,224
140	0,042	2,660	0,231
201	0,047	2,686	0,246
475	0,059	2,755	0,273
975	0,071	2,798	0,287
2475	0,088	2,879	0,291

Spettri di risposta elastica per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 11 – Spettri elastici di riferimento su suolo rigido per il sito in esame

1.6 CONCLUSIONI GEOLOGICHE

La presente relazione è predisposta per la caratterizzazione geologica e idrogeologica del tracciato interessato dal progetto realizzazione di un nuovo collettore fognario SMAT nella zona Sud del concentrico metropolitano di Torino, lungo i principali assi di Via Emanuele Artom e Via Onorato Vigliani.

La finalità del lavoro in questa fase è la modellazione geologica dell'intorno significativo con particolare attenzione alla costituzione litologica del sedime di fondazione e alle condizioni di pericolosità geomorfologica.

1.6.1 Modello geologico

Le indagini appositamente realizzate su specifica SMAT e le indicazioni bibliografiche e di conoscenza pregressa dell'area hanno consentito la ricostruzione del modello geologico del terreno lungo lo sviluppo del nuovo collettore in progetto.

I profili verticali di distribuzione delle velocità delle onde sismiche sono stati correlati al fine di ricostruire il modello 2D del profilo stratigrafico del sottosuolo, permettendo in tal modo la modellazione geologica presentata nel seguito. Le indagini indirette hanno consentito di indagare fino a 30 m di profondità, al fine di ricavare il $V_{s,30}$ e così determinare la classe di suolo ai sensi delle NTC08; tuttavia, in ragione del dettaglio raggiunto e della finalità dell'indagine, i profili stratigrafici indiretti sono limitati ai primi 20 m di profondità.

Ai profili sismici interpretativi sono state sovrapposte le verticali stratigrafiche dei sondaggi a carotaggio, che consentono di ricostruire nel dettaglio i primi metri di sottosuolo. Mediando i risultati, si sono ricavati alcuni profili stratigrafici interpretativi 2D, che rappresentano il modello geologico del tratto interessato dal nuovo collettore.

Poiché in superficie è presente una coltre, praticamente continua, di riporto antropico e/o di terreno rimaneggiato, che per sua natura è assolutamente disomogenea, si sottolinea in questa sede che il profilo interpretativo è da ritenersi assolutamente indicativo: infatti la natura puntuale dell'indagine diretta non consente di avere informazioni nei tratti intermedi tra un sondaggio e l'altro; la ricostruzione è stata fatta correlando i profili sismici. Tuttavia, la natura dei riporti determina velocità diverse delle onde sismiche a seconda del materiale e del suo grado di

costipazione e confonde il lavoro di correlazione. Si raccomanda pertanto cautela nel considerare i risultati nel seguito presentati.

Nel modello interpretativo qui ricostruito, i livelli limosi, probabili relitti del suolo originario che soggiacciono al riporto, sono stati inglobati nella coltre superficiale antropica.

La successione stratigrafica in posto è costituita da sedimenti clastici continentali legati alla dinamica deposizionale di ambiente fluviale. I rapporti geometrici e strutturali sono semplici con eteropie laterali e verticali di facies, senza giunti di strato né discontinuità rilevanti. I contatti tra le diverse Unità litologiche sono in genere segnati da superfici erosionali; i cambi litologici e stratigrafici all'interno delle singole formazioni mostrano in genere una giacitura suborizzontale, fatte salve le scarpate di erosione che determinano contatti lungo piani inclinati, tipici delle morfologie terrazzate.

In ragione della lunghezza del tracciato, le indagini hanno intercettato corpi sedimentari diversi, legati in genere alla dinamica alluvionale del conoide del Torrente Sangone e in parte del Fiume Po. Tuttavia, ai fini del presente lavoro, è possibile distinguere due diverse formazioni. La ricostruzione dei profili sismici infatti ha rivelato la presenza di morfologie sepolte, segnate da un netto incremento della velocità delle onde di taglio, che dimostrano la presenza di corpi sedimentari a diverso grado di addensamento, dovuto alla diversa età dei depositi.

La formazione più recente, che soggiace al riporto antropico e si estende fino a profondità variabili tra 12-14 m, talora anche 18-20 m da p.c., è costituita da ghiaie e sabbie, con prevalenza delle prime nei livelli più superficiali, dove la colorazione è in genere più grigiastra e l'addensamento assai variabile, da moderato a buono con locali livelli cementati per cementazione secondaria. Gli strati più profondi hanno una granulometria più sabbiosa, una colorazione nocciola per fenomeni ossidativi più frequenti, un grado di addensamento in genere buono e quasi totale assenza di cementazione secondaria. La matrice fine limosa è presente in varia percentuale, talora è anche abbondante e si trovano corpi lentiformi francamente limoso-sabbiosi in diversi punti del tracciato e a varie profondità. Questi sono peraltro più frequenti nel tratto terminale del Parco delle Vallere, verso il Fiume Po.

A E di Piazza Bengasi, in corrispondenza del prolungamento di Via Genova, è presente un terrazzo morfologico di sponda sinistra del Po. La dinamica fluviale ha eroso l'unghia del conoide alluvionale del Torrente Sangone: tale morfologia non è evidente in quanto risulta sepolta, obliterata dai riporti antropici che hanno sopraelevato il piano originario raccordandolo al piano fondamentale della pianura torinese.

La lunghezza di progetto delle indagini dirette non ha permesso di raggiungere la base della formazione rissiana (pleistocenica sup.). I profili sismici hanno invece intercettato un materiale molto addensato a profondità assai variabili, comunque superiori a 12-14 m da p.c..

In questa sede, stanti le informazioni disponibili, si può solo ipotizzare che si tratta di ghiaie alterate, appartenenti al Fluvioglaciale Mindel, o Subsistema di Cascine Vica, del Pleistocene medio-inferiore. Il limite formazionale, ricostruito sulla base della velocità delle onde sismiche, presenta un andamento che consente di identificare morfologie terrazzate sepolte, tipiche dell'ambiente deposizionale fluviale. In ogni caso, si tratta di materiali che si collocano oltre la profondità di interesse del progetto in esame.

Questi depositi ospitano una falda idrica freatica, la cui soggiacenza piezometrica non è stata rilevata nel corso dell'indagine condotta nel mese di Settembre 2012, ponendosi dunque a profondità superiori a quelle raggiunte dalle indagini dirette. Informazioni di letteratura lasciano supporre una soggiacenza superiore a 14-15 m circa dal p.c., comunque non interferente con le opere in progetto.

Il modello geologico qui ricostruito e schematizzato in figura 12 potrà servire per le successive fasi progettuali, a partire dalla relazione geotecnica. Stanti le condizioni planiziali e l'assenza di situazioni di pericolosità geologica al contorno, il modello è limitato alla ricostruzione stratigrafica del tracciato del costruendo collettore.

1.6.2 Elementi di criticità e pericolosità geologiche

Allo stato attuale non si riscontrano segni di dissesto pregressi o in atto che possano interagire negativamente sulle strutture in progetto.

L'assetto planiziale del sito lo pone al riparo da fenomeni di instabilità gravitativa. In merito ai rischi connessi alla dinamica fluviale, la posizione sopraelevata rispetto agli alvei attuali del Po e del Sangone pongono il sito al riparo di fenomeni di alluvionamento per esondazione. Tale situazione è confermata dagli elaborati degli strumenti urbanistici e territoriali, che assegnano l'area in oggetto esternamente alla Fascia C di esondazione del PAI. Ai sensi della L.R. 56/77 e della Circolare P.G. Reg. Piemonte n. 7/LAP del 1996 e s.m.i., il vigente P.R.G.C. assegna il sito alla Classe I(P), dove "le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche".

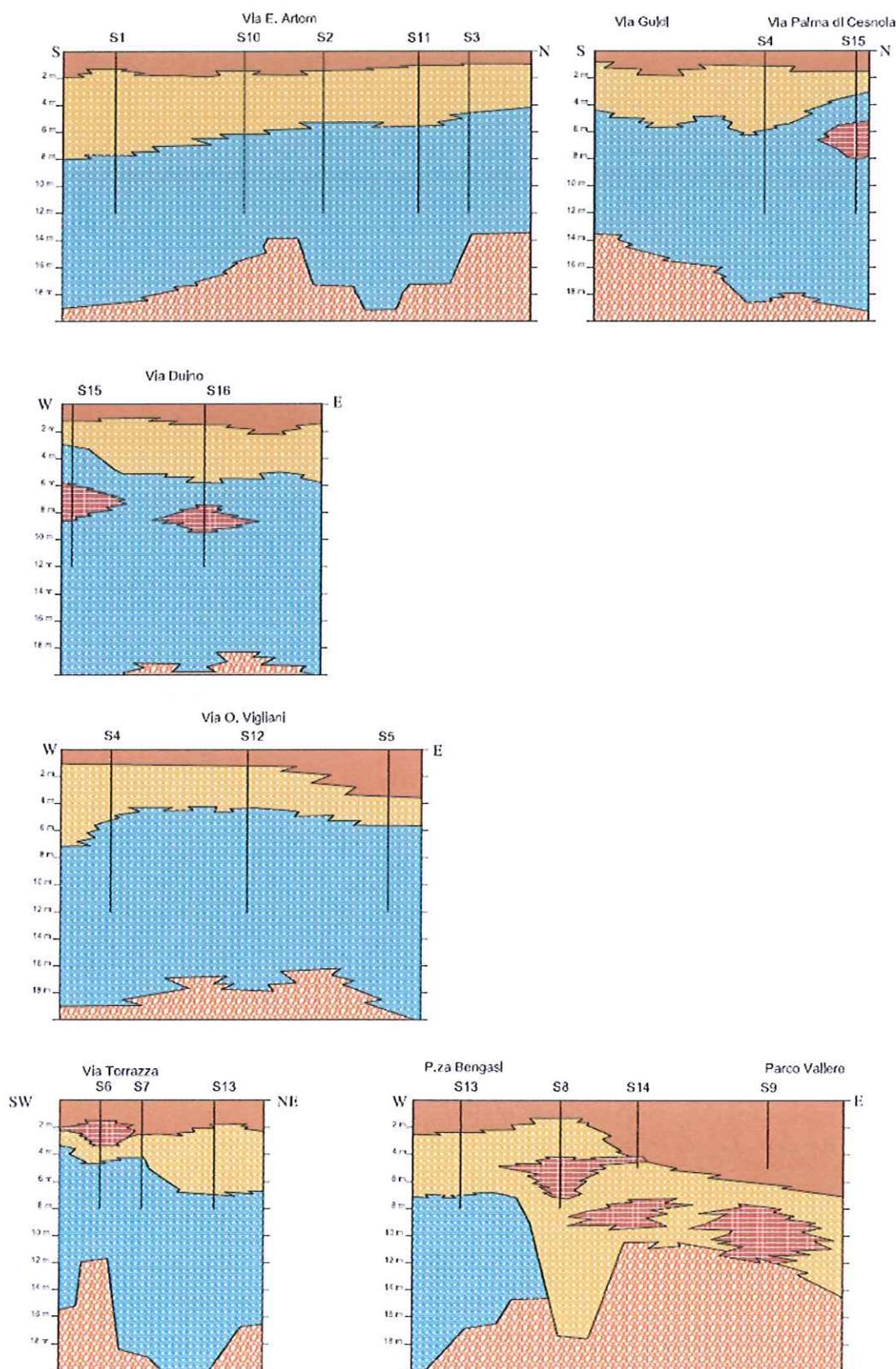


Figura 12 – Modello geologico (legenda nel testo)

Sismicamente, il territorio comunale di Torino è classificato in zona 4, a sismicità molto bassa. Come magnitudo massima attesa si assume $Mw_{(max)} = 5.68$, in via cautelativa, trovandosi in area esterna alla zona sismogenetica alpina ZS908 “del Piemonte”.

1.6.3 Fattibilità dell'intervento

Per quanto precedentemente esaminato e considerato, si ritiene che l'intervento in progetto non sia soggetto a specifici rischi geomorfologici.

In relazione con la quantità e la qualità delle informazioni reperite, delle indagini eseguite e del modello geologico di riferimento qui ricostruito, è possibile affermare che l'intervento in progetto sia compatibile con il contesto geologico e geomorfologico ospitante, a condizione che siano rispettate le raccomandazioni nel seguito riportate, al fine di non indurre al territorio circostante effetti negativi per l'evoluzione geomorfologica.

Si richiama a tal proposito l'attenzione sul contesto urbanistico nel quale si colloca il progetto, in quanto potrebbero verificarsi fenomeni di instabilità indiretta nel caso di scavi non adeguatamente profilati o comunque non protetti.

1.6.4 Raccomandazioni

In funzione delle condizioni di vulnerabilità delle strutture adiacenti e al contorno delle opere in progetto, è necessario adottare opportuni provvedimenti volti a mitigare i potenziali rischi connessi.

Anzitutto, il progetto esecutivo non potrà prescindere dalla relazione geotecnica che, sulla base delle informazioni di dettaglio acquisite, verifichi la compatibilità degli scavi, delle opere e delle strutture previste con l'assetto geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico locale, ai sensi della normativa tecnica vigente.

Occorre valutare con attenzione l'interazione delle costruende opere e delle fasi transitorie di cantierizzazione, in particolare degli scavi sia a cielo aperto che in sotterraneo, con il contesto edilizio esistente e, in ogni caso, salvaguardare adeguatamente le fondazioni e la stabilità statica delle costruzioni preesistenti. Occorre inoltre prestare attenzione alla rete di sottoservizi esistente per evitare interferenze.

Pertanto, per l'esecuzione degli scavi atti al raggiungimento delle profondità di posa del collettore in progetto o per sbancamenti di rilevante entità, si raccomanda di prevedere idonee opere di sostegno provvisoriale delle pareti di scavo, supportate da idonee verifiche in fase di progettazione esecutiva e costruttiva ai sensi della vigente normativa in materia.

Infine si precisa che, come già specificato in precedenza, la presente relazione geologica è finalizzata esclusivamente al progetto di realizzazione di un nuovo collettore fognario SMAT nella zona Sud del concentrico metropolitano di Torino.

Le analisi e le conclusioni del presente lavoro si basano su di un'indagine geognostica puntuale appositamente realizzata. Si raccomanda cautela nell'utilizzo delle informazioni qui fornite e derivate da un processo indiretto di interpretazione e interpolazione dei dati stratigrafici e sismici in quanto, ad eccezione dei dati puntuali in corrispondenza delle verticali di indagine e in assenza di verifiche dirette in ambito urbano, affetto da rimaneggiamenti e riporti antropici, le correlazioni possono risentire di errori significativi. A maggior ragione, si raccomanda di non utilizzare le indicazioni qui contenute per siti, opere, interventi e strutture diverse da quelle in oggetto della presente relazione.



RELAZIONE GEOTECNICA DI CARATTERIZZAZIONE

2.1 MODELLAZIONE GEOTECNICA

2.1.1 Definizione del volume significativo

Poiché le condizioni geomorfologiche al contorno sono tali da escludere influenze dirette o indirette di aree esterne sul sito in oggetto, l'intorno significativo ai fini geotecnici è da assumersi coincidente con l'area interessata dal progetto, intesa come l'asse del tracciato del costruendo collettore.

Poiché le indagini e le prove sono state eseguite secondo progetto e specifiche SMAT, si presume che le profondità e la distribuzione delle medesime, con particolare riferimento alla lunghezza dei carotaggi e alle prove SPT, siano sufficienti alla definizione del volume significativo interessato dal nuovo collettore e alle opere relative anche di tipo provvisoriale.

2.1.2 Profilo geomeccanico del terreno indagato

Nell'ambito della presente relazione e delle indicazioni e raccomandazioni fornite, il riferimento altimetrico della quota zero indicante il piano di campagna (talvolta abbreviato in p.c.) è stato assunto coincidente con il piano di calpestio presente al momento dell'esecuzione dell'indagine geognostica e geofisica. Il profilo geomeccanico è ricavato dalla distribuzione della velocità delle onde sismiche di taglio (V_s) confrontata con i valori normalizzati di N_{SPT} e risulta coincidere con il modello geologico.

La modellazione è stata eseguita mediante n. 6 profili, tracciati lungo i principali assi viari interessati dal progetto.

Conversione dei dati di prova

Per la determinazione della natura dei litotipi ci si basa sulla descrizione stratigrafica di campagna delle carote estratte dai sondaggi e, dove disponibili, delle analisi di caratterizzazione condotte in Laboratorio Geotecnico.

Per la caratterizzazione geomeccanica si sono utilizzate le prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. eseguite nel corso della perforazione su progetto SMA.T.

In accordo con la letteratura tecnica, i valori di N_{SPT} sono stati normalizzati, al fine di tenere conto dell'influenza della pressione del terreno sovrastante, tramite le correlazioni di Skempton o di Jamiolkowski, 1985, adottando per ciascuna prova il valore maggiormente conservativo.

2.1.3 Modello geotecnico del sottosuolo

Sulla scorta del modello geologico e dei risultati delle indagini geognostiche, correlando i livelli a comportamento geomeccanico omogeneo, si ipotizza il seguente modello geotecnico concettuale del sottosuolo, che potrà essere impiegato per la stratigrafia di progetto.

Si individuano pertanto 3 unità litologiche e geotecniche caratterizzate sulla base del comportamento geomeccanico. Si sottolinea che non è stata considerata una quarta UG, corrispondente ai depositi ascritti al Mindel, in quanto si trova a profondità maggiori di 12-14 m da p.c., non direttamente indagati con i sondaggi a carotaggio e pertanto al di fuori del volume di interesse del progetto.

UG0: Terreno di riporto e suolo limoso

Trattandosi di materiali antropici, non è possibile determinarne con precisione natura e geometria, al di là delle informazioni puntuali derivanti dai carotaggi. Sulla scorta delle indagini disponibili, si ipotizza una potenza variabile tra 0.80 e 1.50 m lungo Via Artom e nel tratto Via Guidi – Via Palma di Cesnola; tra 2.50 e 2.20 m lungo Via Duino (con probabile maggior ispessimento verso Est); tra 1.00 e 3.50 m lungo Via Onorato Vigliani (lo spessore maggiore in corrispondenza della ferrovia), tra 1.30 e 3.10 m nel tratto compreso tra Via Torrazza, Via Villa e Piazza Bengasi; da circa 1.00 m fino a oltre 5.00 a Est di Piazza Bengasi, con gli spessori maggiori a Est di Via Genova e nel Parco delle Vallere.

Si tratta di materiali eterogenei, costituiti da ghiaia, sabbia e limo con livelli potenzialmente anche coesivi frammisti a frammenti di laterizi. Si comprende in questa UG anche il livello residuo di suolo limoso: si assimilano in quanto materiali privi di storia tensionale e pertanto poco addensati e poco consistenti. In media, si sono assegnati a questa UG i materiali con $V_s < 250$ m/s, al netto delle inversioni di velocità dovute all'eterogeneità dei materiali di riporto antropico.

La caratterizzazione verrà fornita a solo scopo indicativo, basandosi su n. 2 prove SPT realizzate nei sondaggi S9 e S14, nella zona del Parco delle Vallere, e su n. 2 analisi granulometriche. Si evidenzia pertanto che estrapolarne la caratterizzazione per estenderla a tutti i riporti presenti lungo il tracciato potrebbe essere un'astrazione priva di significato.

UG1: Ghiaia sabbiosa

Si tratta di ghiaie e sabbie in matrice da debolmente limosa a limosa con sparsi ciottoli, caratterizzate da presenza sporadica di cementazione secondaria e da colorazione tipicamente grigia o grigio-nocciola. Questa UG soggiace direttamente alla coltre di riporto e/o alla coltre limosa di superficie. La base della UG è individuata sia in funzione della litologia che della velocità delle onde sismiche, avendo considerato come discriminante un valore medio indicativo $V_s < 350$ m/s (è stato assunto il valore discriminante tra suolo tipo C e tipo B ai sensi delle NTC08): in linea di massima, si è riscontrata una buona corrispondenza tra i livelli grigiastri appartenenti alla porzione superiore della formazione rissiana e tale valore di V_s .

La soggiacenza della base è stata pertanto posta a profondità variabili tra 8 e 4 m circa lungo Via Artom (con progressiva diminuzione da S verso N), a circa 5-6 m lungo Via Guidi e decrescente sotto Via Palma di Cesnola fino a circa 3 m all'intersezione con Via Duino; mediamente a 6-7 m lungo Via Duino, salvo la parte più a W (in corrispondenza di S15), dove è a circa 3 m; tra 4 e 6 m lungo Via O. Vigliani, con piano inclinato che decresce verso E, ad eccezione della porzione a W di S4, dove il profilo sismico indica un approfondimento fino a 7 m da p.c.; tra 4 e 5 m in via Torrazza e Via Tommaso Villa (a scavalco della ferrovia); a circa 6-8 m nei pressi di Piazza Bengasi; a profondità estremamente variabili nel tratto terminale tra Piazza Bengasi e il Parco delle Vallere, dove probabilmente è presente un terrazzo sepolto a profondità superiori a 10-12 m, al di sotto del volume significativo per l'opera in esame.

In questa UG sono state realizzate complessivamente n. 4 prove SPT e n. 10 prove di classificazione in laboratorio geotecnico.

UG1A: Limo sabbioso e lenti sabbiose poco addensate

All'interno della UG1 è stata riscontrata la presenza di lenti limose e/o limoso-sabbiose, talora anche argillose, poco consistenti; in questa UG si assegnano anche gli orizzonti di ghiaia e sabbia poco addensata segnalati alla base delle lenti limose. I livelli più significativi si trovano in Via

Torrazza (S6) tra 1.30 e 3.30 m da p.c.; in Via Duino tra 6.10 e 7.00 m a W (S15), seguito da 1.30 m di ghiaia e sabbia poco addensata, e tra 7.60 e 9.15 m a E (S16); in Via Rosselli (S8) tra 7.30 e 7.30 m, con intercalato un livello di 70 cm di ghiaia e sabbia poco addensata; con ogni probabilità sono presenti livelli limosi o comunque poco competenti anche nel tratto del Parco Vallere, dove i profili sismici evidenziano inversioni significative a profondità maggiore di quella indagata con il carotaggio predisposto da SMAT.

Poiché le caratteristiche geomeccaniche di questi materiali sono scadenti, si ritiene opportuno in questa sede differenziarli individuando una apposita sottounità.

La caratterizzazione è resa possibile grazie a n. 2 prove SPT eseguite all'interno di tali materiali, oltre a n. 1 analisi granulometrica di laboratorio.

UG2: Sabbia ghiaiosa

A questa UG si ascrivono i terreni alluvionali tardo pleistocenici, riferiti al terrazzo rissiano, che si trovano al di sotto della UG1. Si tratta di sedimenti alluvionali clastici prevalentemente sabbiosi con ghiaia e rari ciottoli in matrice limosa localmente abbondante. Si distinguono dai precedenti per la colorazione in genere più nocciola, maggiore addensamento, locali livelli alterati e minor presenza di cementazione secondaria: questa è segnalata soltanto in Via Torrazza (S6) e in zona Piazza Bengasi (S13), oltre a tracce presenti in S3 all'intersezione tra Via Artom e Via O. Vigliani.

La base di questa UG ha un andamento irregolare e corrisponde al presunto limite formazionale con le alluvioni mindeliane. Tale limite, rilevato solamente dalla geofisica, si pone comunque a profondità maggiori di quelle di interesse per il progetto in esame.

Per la caratterizzazione si dispone di n. 8 prove SPT e di n. 6 analisi di laboratorio geotecnico.

Andamento della falda

Sulla base delle indicazioni fornite dalla Relazione Geologica, la falda idrica è assente nei carotaggi eseguiti e dovrebbe trovarsi a profondità superiori a 14 m ca., fatte salve eventuali locali infiltrazioni o venute per falde sospese di tipo effimero a ricarica stagionale o in conseguenza di eventi meteorici significativi.

Gli *schemi geotecnici di progetto* sono riportati in figura 13 e coincidono con il modello geologico.

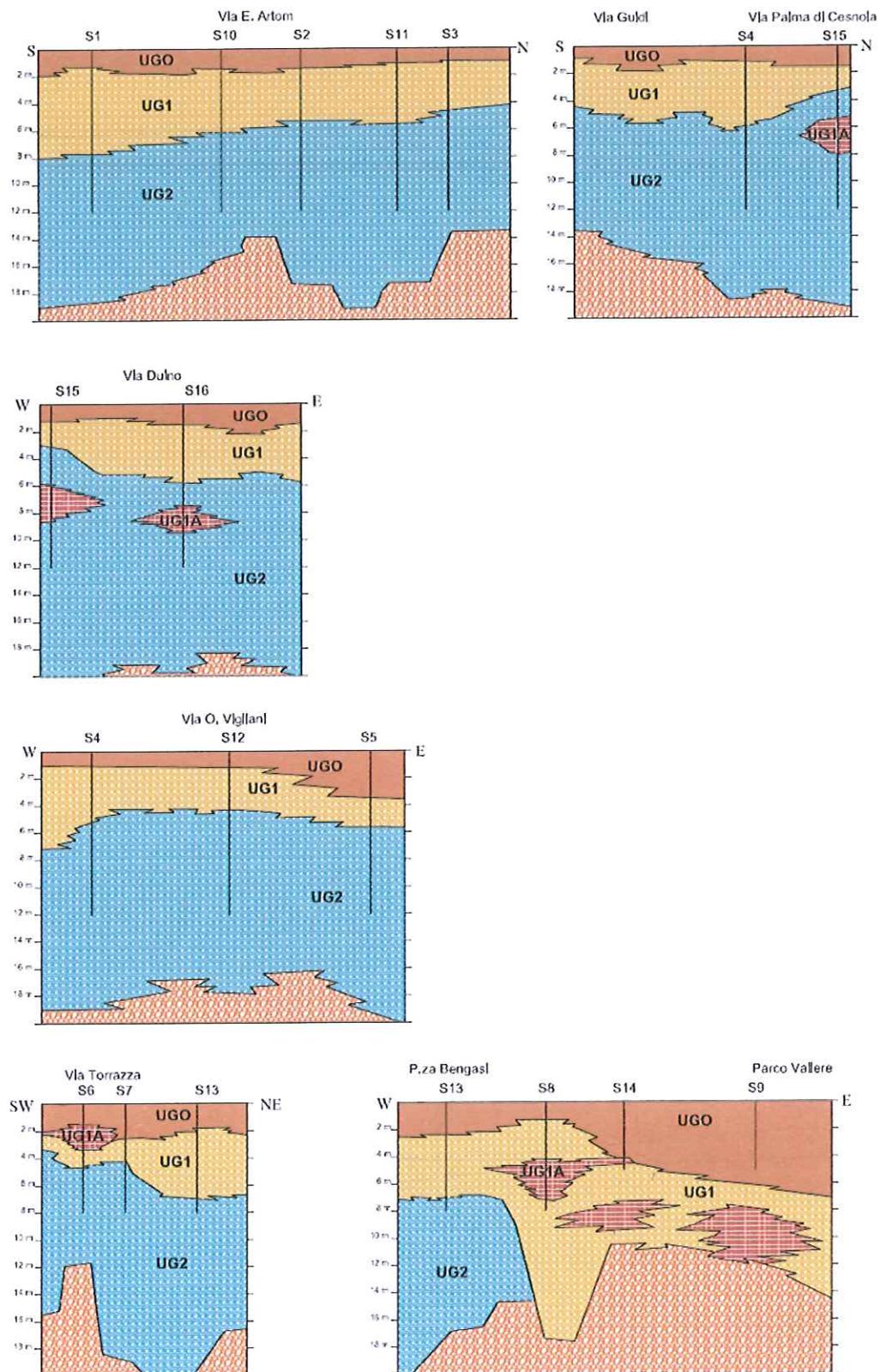


Figura 13 – Modello geotecnico di progetto (legenda nel testo)

2.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

2.2.1 Determinazione delle proprietà indice

In considerazione della natura e consistenza e delle condizioni idrogeologiche dei materiali presenti, la caratterizzazione prevede la stima dei parametri geotecnici in **condizioni drenate** (in termini di *tensioni efficaci*, secondo Terzaghi, 1936), nell'ipotesi che i tempi di dissipazione delle pressioni interstiziali indotte dall'applicazione dei carichi siano brevi: pertanto si assume nullo il valore della coesione drenata ($c' = 0$ kPa). Per completezza, per quanto riguarda i materiali della sottounità UG1A, si procederà anche alla stima dei parametri in **condizioni non drenate** (in termini di *tensioni totali*).

Nota preliminare

Ai sensi delle NTC approvate con il DM 14 gennaio 2008, i parametri geotecnici nel seguito individuati sono da ritenersi come valori intrinseci caratteristici e verranno pertanto identificati con il pedice “*k*”.

In accordo alle NTC08, “per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato”. Secondo il codice europeo (EC7, punto 2.4.5.2) “il valore caratteristico dovrebbe essere ricavato in maniera tale che le probabilità calcolata di valori più sfavorevoli, che determinano la manifestazione dello stato limite, non sia maggiore del 5%”. Pertanto nel presente lavoro, per i valori caratteristici nel seguito indicati, la stima cautelativa consiste nel 5° o nel 95° percentile del valore medio o della mediana del campione. Infatti, a seconda delle verifiche, ciascun parametro riveste un ruolo a favore o a sfavore di sicurezza e dovrà essere impiegato il valore cautelativo probabilistico più opportuno.

Sotto il profilo procedurale, per ciascun parametro si è provveduto a ricavare i valori tramite le correlazioni indicate nei successivi paragrafi, utilizzando qualora possibile più metodi proposti da autori diversi. Dopo aver criticamente escluso eventuali valori anomali, i dati di ciascuna unità geotecnica sono stati trattati con metodi statistici al fine di ottenere il parametro caratteristico rappresentativo nel seguito riportato. Nel caso in esame, il trattamento statistico è stato condotto in termini di assenza di compensazione strutturale per deformazioni del terreno su piccoli volumi.

Alcune normative, quali la norvegese (NORSOK standard N001), esplicitano le differenze tra grandi e piccoli volumi significativi: il valore caratteristico deve essere scelto in modo che la probabilità di incidenza del valore meno favorevole sia bassa. Quando uno stato limite è governato da un grande volume di terreno, l'incidenza è minore e viceversa. Secondo la teoria dei campi aleatori, i parametri geomeccanici presentano fluttuazioni periodiche nei loro valori, nel verso verticale e nel verso orizzontale. Più sono grandi le dimensioni entro le quali i parametri sono mediati, più le fluttuazioni attorno al trend tendono a cancellarsi nel calcolo della media spaziale (Nadim e Lacasse, 1996). Pertanto, il trattamento statistico per piccoli volumi di deformazione risulta maggiormente conservativo.

Per completezza di informazione, si fornisce anche il valore nominale, che corrisponde al valore medio o medio ponderato dei dati ricavati mediante le diverse correlazioni.

Parametri fisici caratteristici

Per la classificazione litologica, condotta secondo il Sistema Unificato – USCS, è possibile procedere grazie ai risultati delle analisi di laboratorio (eseguite da laboratorio autorizzato ai sensi del D.M. 380/01).

Il peso dell'unità di volume totale del terreno γ è stimato indirettamente utilizzando la carta di classificazione proposta dal NAVFAC DM-7 (1971).

La densità relativa D_R è stata calcolata con le correlazioni di Gibbs & Holtz (1957) e di Meyerhof (1957), mediando poi i risultati.

Il coefficiente di Poisson ν è stato stimato in riferimento alle indicazioni disponibili in letteratura tecnica (Cestelli-Guidi, Bowles), in funzione della litologia e dell'angolo di resistenza a taglio di picco.

Parametri di resistenza

L'angolo di resistenza a taglio di picco ϕ'_p delle sabbie e delle ghiaie è stato stimato applicando diverse correlazioni: De Mello (1971), Schmertmann (1975 e 1978), Wolff (1989), Hatanaka & Uchida (1996), del NAV-FAC Manual Design e della Road Bridge Specification. Al fine della determinazione, si sono scartati i valori che si discostano della deviazione standard dalla media.

Per la valutazione dell'angolo di resistenza a taglio residuo ϕ'_{cv} si è fatto ricorso alla correlazione di Bolton (1986) sulla base del valore adottato di ϕ'_p .

La coesione drenata c' in termini di tensioni efficaci, per quanto precedentemente espresso, è sempre assunta pari a zero.

La coesione non drenata c_{u0} è stimata indirettamente da N_{SPT} tramite le formule di Terzaghi-Peck (1948) e di Stroud (1974).

Parametri di deformabilità (moduli elastici)

Il coefficiente di Poisson ν (coefficiente di contrazione trasversale, Poisson 1829) è stato stimato in riferimento alle indicazioni disponibili in letteratura tecnica (Cestelli-Guidi, Bowles), in funzione della litologia e dell'angolo di resistenza a taglio di picco.

Il modulo di Young E' (modulo elastico normale, Young 1807) in condizioni drenate viene stimato indirettamente dal valore corrispondente di N_{SPT} mediante le correlazioni proposte da Denver (1982).

$$E' = s_1 \cdot N_{SPT} + s_2$$

Per la determinazione di s_1 e s_2 si ricorre alle indicazioni bibliografiche: nel caso di sabbia e ghiaia D'Appolonia et al. (1970) propongono $s_1 = 0.756$ MPa e $s_2 = 18.75$ MPa, mentre per sabbie argillose (caso della UG1) Webb (1970) propone $s_1 = 0.316$ MPa e $s_2 = 1.58$ MPa.

Il Modulo di Taglio G (modulo elastico tangenziale) e il Modulo elastico Edometrico E_{ed} in assenza di specifiche prove di laboratorio, sono calcolati indirettamente tramite le note relazioni matematiche della teoria del modello elastico che correlano tali moduli con il modulo elastico normale e il coefficiente di Poisson (cfr. Lancellotta, 2004; Di Francesco, 2011).

Per i moduli di deformazione, utili per la stima dei cedimenti differenziali, si procede alla determinazione statistica del 5° e del 95° percentile, al fine di fornire il range di variabilità massima in termini cautelativi ai sensi delle NTC08. Il valore normalizzato di N_{SPT} corrispondente, assunto come valore indice massimo e minimo per ciascuna UG, viene nel seguito indicato come valore caratteristico derivato dai metodi statistici precedentemente illustrati.

Il modulo di Winkler orizzontale $k_{h,s}$ viene stimato in via preliminare ed approssimata in funzione del valore di resistenza penetrometrica N_{SPT} tramite l'abaco di Terzaghi (1955) per le sabbie secche.

4.2 Caratterizzazione delle unità geotecniche omogenee

<i>Tabella riepilogativa per la UG0: Terreno di riporto e suolo limoso (*)</i>			
PARAMETRO	Valore nominale	VALORE caratteristico	UNITA' DI MISURA
Indice Standard Penetration Test (normalizzato)	7	$N_{SPT (k) \max} = 8$	[colpi/piede]
		$N_{SPT (k) \min} = 6$	[colpi/piede]
Peso dell'unità di volume totale		$\gamma (k) = 16-18$	[kN/m ³]
Densità relativa	50	$D_R (k) = 42$	[%]
Angolo di resistenza a taglio di picco	31	$\phi'_P (k) = 25$	[°]
Angolo di resistenza a volume costante	27	$\phi'_{CV} (k) = 22$	[°]
Coesione drenata	0	$c' (k) = 0$	[kPa]
Coefficiente di Poisson	0,33	$\nu (k) = 0,37$	[-]
Modulo di Young in condizioni drenate	24,8	$E' (k) \max = 38,5$	[MPa]
		$E' (k) \min = 14,7$	[MPa]
Costante di Winkler orizzontale	1.5	$k_{e_{w,s}} = 1.0$	[daN/cm ³]

(*) In ragione della disomogeneità del materiale indagato, i parametri ricavati per il terreno di riporto sono da ritenersi puramente indicativi.

Tabella riepilogativa per la UG1: Ghiaia sabbiosa

Classificazione (Sistema Unificato USCS)			
GP - GM			
PARAMETRO	Valore nominale	VALORE caratteristico	UNITA' DI MISURA
Indice Standard Penetration Test (normalizzato)	22	$N_{SPT (k) \max} = 26$	[colpi/piede]
		$N_{SPT (k) \min} = 18$	[colpi/piede]
Peso dell'unità di volume totale		$\gamma (k) = 20$	[kN/m ³]
Densità relativa	70	$D_R (k) = 46$	[%]
Angolo di resistenza a taglio di picco	37	$\phi'_P (k) = 29$	[°]
Angolo di resistenza a volume costante	30	$\phi'_{CV} (k) = 25$	[°]
Coesione drenata	0	$c' (k) = 0$	[kPa]
Coefficiente di Poisson	0,28	$\nu (k) = 0,34$	[-]
Modulo di Young in condizioni drenate	39,9	$E' (k) \max = 62,0$	[MPa]
		$E' (k) \min = 23,0$	[MPa]
Modulo di Taglio	25,5	$G (k) \max = 23,1$	[MPa]
		$G (k) \min = 8,6$	[MPa]
Modulo Edometrico	51,6	$E_{ed} (k) \max = 95,4$	[MPa]
		$E_{ed} (k) \min = 35,4$	[MPa]
Costante di Winkler orizzontale	5	$k_{w,s} = 4$	[daN/cm ³]

<i>Tabella riepilogativa per la UGIA: Limo sabbioso e lenti sabbiose poco addensate</i>			
Classificazione (Sistema Unificato USCS)	<i>ML</i>		
<i>PARAMETRO</i>	<i>Valore nominale</i>	<i>VALORE caratteristico</i>	<i>UNITA' DI MISURA</i>
Indice Standard Penetration Test (normalizzato)	4	$N_{SPT (k) \max} = 5$	[colpi/piede]
		$N_{SPT (k) \min} = 4$	[colpi/piede]
Peso dell'unità di volume totale		$\gamma (k) = 17$	[kN/m ³]
Densità relativa	32	$D_R (k) = 26$	[%]
Angolo di resistenza a taglio di picco	26	$\phi'_P (k) = 22$	[°]
Angolo di resistenza a volume costante	24	$\phi'_{CV} (k) = 21$	[°]
Coesione drenata	0	$0 c' (k) = 0$	[kPa]
Coesione non drenata	35	$c_u (k) = 20$	[kPa]
Coefficiente di Poisson	0,36	$\nu (k) = 0,38$	[-]
Modulo di Young in condizioni drenate	3,3	$E' (k) \max = 5,2$	[MPa]
		$E' (k) \min = 2,0$	[MPa]
Modulo di Taglio	1,21	$G (k) \max = 1,88$	[MPa]
		$G (k) \min = 0,72$	[MPa]
Modulo Edometrico	5,54	$E_{ed} (k) \max = 10,02$	[MPa]
		$E_{ed} (k) \min = 3,86$	[MPa]
Costante di Winkler orizzontale	0.5	$k_{w,s} = 0.5$	[daN/cm ³]

Tabella riepilogativa per la UG2: Sabbia ghiaiosa

Classificazione (Sistema Unificato USCS)			
<i>SW-SM (GM)</i>			
PARAMETRO	Valore nominale	VALORE caratteristico	UNITA' DI MISURA
Indice Standard Penetration Test (normalizzato)	42	$N_{SPT (k) \max} = 59$	[colpi/piede]
		$N_{SPT (k) \min} = 26$	[colpi/piede]
Peso dell'unità di volume totale		$\gamma (k) = 20$	[kN/m ³]
Densità relativa	93	$D_R (k) = 65$	[%]
Angolo di resistenza a taglio di picco	42	$\phi'_P (k) = 36$	[°]
Angolo di resistenza a volume costante	32	$\phi'_{CV} (k) = 30$	[°]
Coesione drenata	0	$c' (k) = 0$	[kPa]
Coefficiente di Poisson	0.25	$\nu (k) = 0.29$	[-]
Modulo di Young in condizioni drenate	87,3	$E' (k) \max = 101,6$	[MPa]
		$E' (k) \min = 74,4$	[MPa]
Modulo di Taglio	35	$G (k) \max = 39,3$	[MPa]
		$G (k) \min = 28,8$	[MPa]
Modulo Edometrico	104,5	$E_{ed} (k) \max = 133,8$	[MPa]
		$E_{ed} (k) \min = 98,0$	[MPa]
Costante di Winkler orizzontale	10	$k_{e,s} = 7$	[daN/cm ³]

2.3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA LOCALE

2.3.1 Classificazione sismica del sito

Con riferimento agli effetti locali, ai sensi della tabella 3.2.II delle NTC08, per poter classificare sismicamente i terreni occorre disporre di alcuni parametri: $V_{s,30}$, $N_{SPT,30}$ o $c_{u,30}$.

Nello specifico, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche con esecuzione di prove per onde superficiali (SWM - Surface Waves Method). La tecnica di indagine ha previsto l'acquisizione e l'elaborazione di numerosi profili verticali di velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s). per ognuno dei 64 profili verticali è stato ricavato il $V_{s,30}$ mediante le formule di normativa (NTC08). I valori sono riportati nella tabella seguente.

Profilo SWM	$V_{s,30}$ [m/s]						
1	369,7	17	498,9	33	495,7	49	342,6
2	373,6	18	521,5	34	487,5	50	338,8
3	451,8	19	495,7	35	516,9	51	460,7
4	422,4	20	500,9	36	504,5	52	497,9
5	449,8	21	529,1	37	471,5	53	433,7
6	461,7	22	451,5	38	380,3	54	440,0
7	413,3	23	460,3	39	399,9	55	437,5
8	501,4	24	445,5	40	378,4	56	456,1
9	536,6	25	488,3	41	425,2	57	490,9
10	472,3	26	538,5	42	439,1	58	510,7
11	485,2	27	505,2	43	359,6	59	440,8
12	485,6	28	453,7	44	357,6	60	456,6
13	476,0	29	469,9	45	419,5	61	479,1
14	442,6	30	481,5	46	379,5	62	391,5
15	522,1	31	524,9	47	410,0	63	463,7
16	562,8	32	527,3	48	350,1	64	436,4

Oltre alla profondità di 30 m, i dati di letteratura forniscono la quota di soggiacenza della base dei depositi fluvio-glaciali a circa 35 m da p.c.; segue la successione sedimentaria riferita al Villafranchiano, che poggia sull'alto strutturale dell'anticlinale sepolta della Collina di Torino, formata da rocce sedimentarie tenere. Il bedrock sismico è pertanto profondo.

Il grado di addensamento e conseguentemente il profilo di velocità delle onde S cresce all'aumentare della profondità nella maggior parte dei profili sismici. Solo localmente alcuni profili hanno evidenziato inversioni di velocità nei primi metri. Questo fenomeno è dovuto principalmente alla presenza di riporti e di lenti limose. Tuttavia, a partire a circa 10-12 m di profondità, i profili sismici indicano un aumento graduale della velocità. Per questo motivo e in ragione della bassa sismicità del territorio, della tipologia dell'opera in progetto e della litostratigrafia, si può ricorrere all'approccio semplificato di analisi di risposta sismica locale.

Al fine di determinare la categoria di suolo, come definita dalla vigente normativa tecnica, i 64 valori di $V_{s,30}$ sono stati trattati statisticamente. La media aritmetica fornisce il valore di 456 m/s, mentre con il trattamento statistico si ricava, sia nella distribuzione normale che in quella log-normale, il valore di 442 m/s, a riprova che il terreno, nel suo insieme, si può considerare omogeneo dal punto di vista della risposta sismica locale.

Pertanto, con riferimento agli effetti locali, ai sensi della tabella 3.2.II delle NTC08, per un valore medio di $V_{s,30} = 442 \text{ m/s}$, i terreni della zona in esame possono essere ragionevolmente classificati in **categoria 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 $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} > 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).”

2.3.2 Risposta sismica locale

Ai sensi delle NTC08, in questa sede si assumono per l'opera in progetto le condizioni di un edificio non strategico rientrante nella Classe d'uso II e per un tempo ≥ 50 anni di vita nominale. Si assume quindi un valore del coefficiente d'uso C_U pari a 1 (cfr. tabella 2.4.II delle NTC08). Tali considerazioni dovranno essere confermate o riviste in sede di progettazione esecutiva.

Per un sottosuolo di riferimento di CATEGORIA B si assume cautelativamente un valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica $S_s = 1.20$ (cfr. tabella 3.2.V delle NTC08).

La categoria topografica (Tab. 3.2.VI delle NTC08), in ragione dell'assetto planiziale del sito, è T1, cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.0$.

Nel caso in esame dunque, i parametri sismici per i vari Stati Limite di progetto, di cui alle NTC08, sulla base dei quali ricavare gli spettri di progetto per le verifiche geotecniche, sono i seguenti (con:

$a_{g(max)}$ = accelerazione orizzontale massima al suolo: $a_{g(max)} = S \cdot a_g = S_T \cdot S_s \cdot a_g$):

STATO LIMITE	T_R [anni]	$a_{g(max)}$ [g]	a_g [g]	F_o [-]	T'_c [s]
SLO	30	0,030	0,025	2,558	0,179
SLD	50	0,037	0,031	2,576	0,200
SLV	475	0,071	0,059	2,755	0,273
SLC	975	0,085	0,071	2,798	0,287

2.3.3 Valutazione dell'azione sismica locale

Spettri di progetto per le verifiche agli stati limite

Sulla base della caratterizzazione sismica di cui sopra:

- categoria di sottosuolo: B
- categoria topografica T1: (superficie pianeggiante)

e ipotizzando le caratteristiche:

- vita nominale: ≥ 50 anni
- classe d'uso: III
- fattore di struttura per azioni verticali: 1.5
- fattore di struttura per azioni orizzontali: 1.0

per un coefficiente di smorzamento viscoso $\xi = 5\%$

applicando i metodi di analisi pseudostatica definiti nel § 3.2.3 NTC08, si possono ricavare gli spettri di progetto $S_d(I)$ al fine di determinare i coefficienti sismici K_{hk} (effetto cinematico) (§ C7.11.5.3 della Circolare CSLI.PP 2/02/09 n 617) e il coefficiente sismico K_v (§ 7.11.3.5.2 NTC08). Trattandosi di un'opera in sotterraneo, si tralascia in questa sede la determinazione del coefficiente, K_{hi} (effetto inerziale), che riguarda le strutture a pendolo rovescio.

Gli spettri elastici di risposta ricavati sono riportati in fig. 14 (SLU = SLV) e in fig. 15 (SLE = SLD); per comodità di lettura, nelle tabelle a seguire si riportano i parametri numerici.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

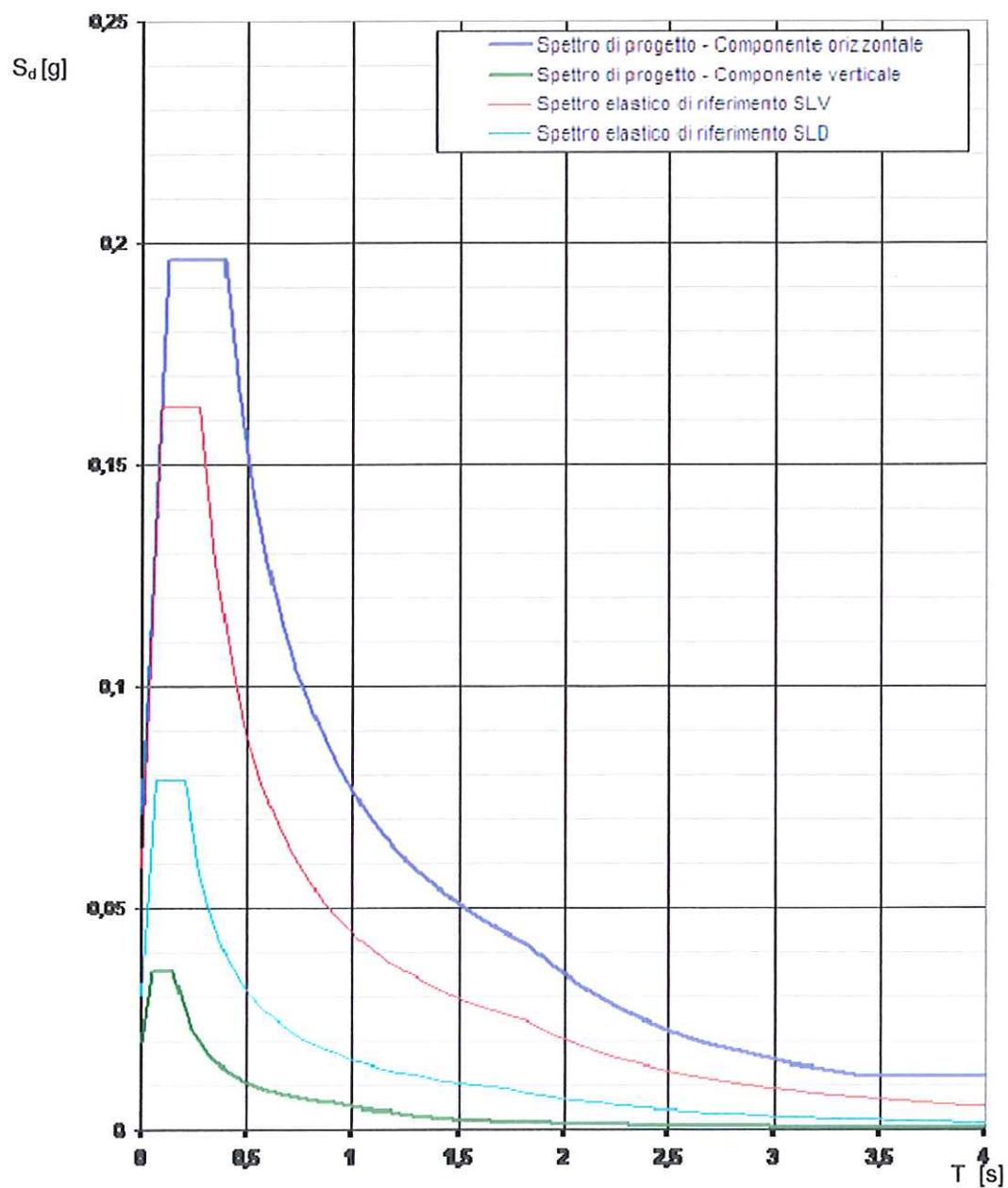


Figura 14 – Spettri di risposta SLV

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,059 g
F_o	2,755
T_C^*	0,273 s
S_s	1,200
C_C	1,426
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,130 s
T_C	0,389 s
T_D	1,837 s

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,071
T_B	0,130	0,196
T_C	0,389	0,196
	0,458	0,166
	0,527	0,145
	0,596	0,128
	0,665	0,115
	0,734	0,104
	0,803	0,095
	0,872	0,087
	0,941	0,081
	1,010	0,075
	1,079	0,071
	1,148	0,066
	1,216	0,063
	1,285	0,059

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,019 g
S_s	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,905
S	1,000
η	0,667

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,019
T_B	0,050	0,036
T_C	0,150	0,036
	0,235	0,023
	0,320	0,017
	0,405	0,013
	0,490	0,011
	0,575	0,009
	0,660	0,008
	0,745	0,007
	0,830	0,006
	0,915	0,006
T_D	1,000	0,005
	1,094	0,004

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD

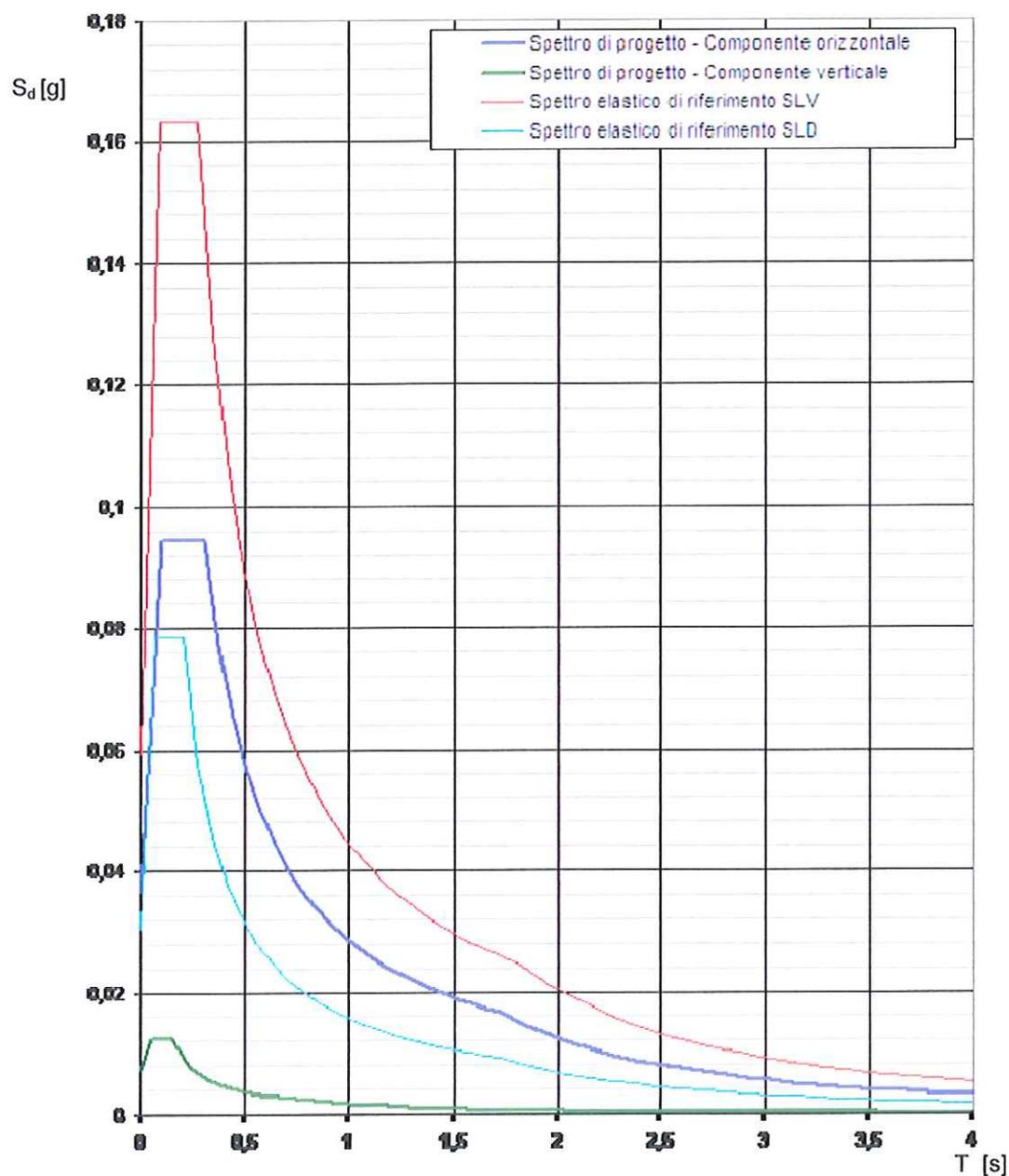


Figura 15 – Spettri di risposta SLE

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,031 g
F_o	2,576
T_C^*	0,200 s
S_S	1,200
C_C	1,517
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,101 s
T_C	0,304 s
T_D	1,722 s

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,037
T_B	0,101	0,094
T_C	0,304	0,094
	0,371	0,077
	0,439	0,065
	0,506	0,057
	0,574	0,050
	0,641	0,045
	0,709	0,040
	0,777	0,037
	0,844	0,034
	0,912	0,031
	0,979	0,029
	1,047	0,027
	1,114	0,026
	1,182	0,024

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0,007 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,607
S	1,000
η	0,667

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g] (2)
	0,000	0,007
T_B	0,050	0,012
T_C	0,150	0,012
	0,235	0,008
	0,320	0,006
	0,405	0,005
	0,490	0,004
	0,575	0,003
	0,660	0,003
	0,745	0,002
	0,830	0,002
	0,915	0,002
T_D	1,000	0,002
	1,094	0,002

Valutazione degli spettri di progetto:

Dagli spettri elastici di risposta si ricavano i seguenti coefficienti sismici:

per le verifiche agli SLU	$k_{hk} = a_{g(max)} = 0.071 \text{ g}$	(accelerazione orizzontale massima attesa in superficie: effetto cinematico)
	$K_v = \pm 0.019$	(accelerazione verticale massima attesa in superficie)
per le verifiche agli SLE	$k_{hk} = a_{g(max)} = 0.037 \text{ g}$	(accelerazione orizzontale massima attesa in superficie: effetto cinematico)
	$K_v = \pm 0.007$	(accelerazione verticale massima attesa in superficie)

Valutazione delle componenti orizzontali del moto

Il § 3.2.3.3 delle NTC08 fornisce le espressioni per calcolare i valori dello spostamento orizzontale d_g e la velocità orizzontale v_g massimi del terreno, applicando le quali si ottiene:

$$d_g = 0,012 \text{ m}$$

$$v_g = 0,043 \text{ m/s}$$

Magnitudo massima attesa

Dalla Relazione Geologica si ricava che il territorio del Comune di Torino è caratterizzato da $Mw_{(max)} = 5.68$.

2.3.4 Instabilità indiretta

Con riferimento al p.to 7.11.3.4.2 delle NTC08 l'analisi del rischio liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle circostanze ivi previste.

Poiché la condizione di cui al punto 2: “*accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g*” risulta soddisfatta per tutti gli stati limite considerati, è possibile concludere che il sito in esame, nel suo insieme, possa ritenersi non soggetto a potenziali fenomeni di liquefazione.

Per quanto riguarda la presenza di rischi secondari, quali ad esempio quelli derivanti da frane sismoidotte, l'assetto morfologico del sito esclude tale pericolosità. Tuttavia è necessario prevedere idonei sostegni e/o forme di stabilizzazione per le scarpate degli scavi sia in fase transitoria provvisoria di cantierizzazione che nella fase definitiva di esercizio delle opere in progetto.

2.4 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

La presente relazione è predisposta per la caratterizzazione geotecnica del tracciato interessato dal progetto realizzazione di un nuovo collettore fognario SMAT nella zona Sud del concentrico metropolitano di Torino, lungo i principali assi di Via Emanuele Artom e Via Onorato Vigliani. La finalità del lavoro in questa fase è la modellazione geologica dell'intorno significativo con particolare attenzione alla costituzione litologica del sedime di fondazione e alla parametrizzazione dei litotipi.

I modelli geologico e geotecnico del sedime di fondazione sono basati sui risultati di una campagna di indagine geognostica costituita da n. 16 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prove penetrometriche tipo SPT eseguite dalla Società Citiemme S.r.l. di Torino, autorizzata dal Ministero Infrastrutture e Trasporti all'esecuzione di prove geotecniche in sito ai sensi del D.P.R. 380/01. Le analisi di laboratorio sono state realizzate dalla Società Servizi Geotecnici Liguri, laboratorio terre e rocce autorizzato dal Ministero ai sensi della normativa vigente. I certificati di prova sono da considerarsi a tutti gli effetti parte integrante di questa relazione. Le informazioni derivanti dalle indagini dirette sono state integrate con i risultati di una campagna di indagine geofisica di superficie, che hanno permesso di ricostruire il modello 2D del sottosuolo.

Le verifiche di legge dovranno essere oggetto di apposita relazione geotecnica, nella quale verranno adottati anche i parametri sismici in funzione delle caratteristiche dell'opera, sulla base degli spettri qui forniti a puro titolo indicativo.

Si ribadiscono in questa sede le conclusioni e le raccomandazioni di cui alla relazione geologica.

Si **raccomanda** inoltre la verifica delle effettive condizioni litostratigrafiche e idrogeologiche in corso d'opera: in particolare per quanto riguarda la coltre di riporto antropico, stante la disomogeneità del deposito e la imprevedibilità sia della composizione che dell'assetto geometrico, il modello geotecnico qui presentato deve essere considerato del tutto indicativo. Qualora nel corso degli scavi emergessero situazioni difformi da quanto precedentemente considerato sarà necessario rivedere le conclusioni della presente relazione e procedere ad opportuni approfondimenti.

Si raccomanda inoltre di non utilizzare le indicazioni stratigrafiche e geotecniche qui contenute per opere, interventi e strutture di altro tipo o in aree diverse da quella oggetto della presente relazione.



RELAZIONE AMBIENTALE

3.1 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

3.1.1 Premessa

Su specifica e progetto SMAT, nel corso delle indagini a carotaggio continuo sono stati prelevati alcuni campioni di terreno per le analisi chimiche ai fini di caratterizzazione ambientale.

Con riferimento al modello geologico-geotecnico del sottosuolo, come ricostruito nelle precedenti relazioni allegate, sono stati campionati n. 6 punti appartenenti alla UG1 e n. 2 punti appartenenti alla UG0 (materiali di riporto).

Nel dettaglio, dalla UG1 sono stati prelevati n. 4 campioni lungo Via Artom (Sondaggi S1, S2, S3, S11), n. 1 campione in Via Onorato Vigliani (S5) e n. 1 in Via Torrazza Piemonte (S6); il terreno di riporto ascrivito alla UG0 è stato invece campionato in Via Tommaso Villa (S7) e nella zona del Parco delle Vallere (S9).

I campioni di terreno sono stati sigillati ed etichettati, quindi immediatamente inviati al Laboratorio LARA S.r.l. di Nichelino (TO), laboratorio analisi accreditato Accredia (Lab. n. 0185), per essere sottoposti alle analisi chimiche.

3.1.2 Analisi chimiche di laboratorio

I Certificati delle analisi chimiche di laboratorio sono riportati nel Report delle indagini prodotto da Citiemme S.r.l. e si intendono qui integralmente richiamati.

È stato selezionato il seguente set analitico:

- Idrocarburi leggeri ($C \leq 12$)
- Idrocarburi pesanti ($C > 12$)
- Metalli (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, V, Zn)
- pH (dopo 24 ore sul lisciviato acquoso)

- Richiesta chimica di ossigeno (COD)
- Cianuri, cloruri, fluoruri, nitrati, solfati

3.1.3 Risultati delle analisi

Le analisi condotte sui campioni prelevati di suolo e sottosuolo, compresi i riporti antropici, sono riferiti esclusivamente ai campioni esaminati. I risultati analitici mostrano che i campioni rispettano i limiti delle CSR (concentrazione di soglia di contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti) per i siti a destinazione d'uso industriale/commerciale, così come previsto dalla vigente normativa (Colonna B, All. 5, parte IV del D. Lgs. 152/06).

Si segnala inoltre che anche il confronto dei risultati ottenuti con i limiti più restrittivi previsti per la destinazione residenziale e ad uso verde pubblico e privato (Colonna A, All. 5, parte IV del D. Lgs. 152/06) non fa emergere alcun superamento in nessuno dei campioni analizzati. I parametri inoltre rientrano nei limiti di concentrazione come modificati dal D.M. 5 Aprile 2006 n. 186.

Si rimanda comunque per completezza ai referti analitici.

3.1.4 Considerazioni conclusive

In considerazione dei risultati analitici dei campioni di terreno prelevato e delle considerazioni geologiche e idrogeologiche, non si evidenziano allo stato attuale delle informazioni stati di potenziale contaminazione delle matrici suolo e sottosuolo dell'area in oggetto. Tale conclusione si può ragionevolmente estendere alla matrice acqua di falda, pur in assenza di analisi di campioni d'acqua, per quanto riguarda la potenziale contaminazione da infiltrazione superficiale e lisciviazione delle matrici suolo e sottosuolo considerate.

Tali conclusioni sono supportate dai seguenti elementi:

- i referti analitici non riportano superamenti delle CSR più restrittive per i siti ad uso verde e a destinazione residenziale, ai sensi della normativa vigente;
- i tratti stradali sono quasi ovunque pavimentati; fanno eccezione Via Artom nel tratto di confine con il Parco Colonnetti e la zona del Parco delle Vallere, dove peraltro sono stati prelevati ed analizzati campioni di terreno e di riporto;

- per quanto concerne le acque sotterranee, non investigate nella presente campagna d'indagine, le condizioni idrogeologiche sono favorevoli ad una limitata permeabilità verticale (livelli cementati, orizzonti limosi coesivi) e la soggiacenza della falda freatica è sufficientemente distante da poter scongiurare la migrazione di potenziali contaminanti.

Si sottolinea comunque che sono stati analizzati solo n. 2 campioni di riporto antropico, materiale che per sua natura è assolutamente disomogeneo e le cui caratteristiche sono imprevedibili, potendo variare da punto a punto. Se è ragionevole estendere i risultati analitici dei campioni appartenenti al terreno naturale prelevato nella UG1 anche alle aree non investigate (fatte salve eventuali contaminazioni puntuali provenienti dai riporti soprastanti), le condizioni geologiche e stratigrafiche non consentono di escludere potenziali matrici contaminate nelle porzioni superficiali ascritte alla UG0 presenti lungo i tratti stradali in oggetto. Qualora si dovessero effettuare operazioni di scavo all'interno dei materiali di riporto sarà necessario procedere ad un approfondimento di analisi per verificare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione.

Qualora dovessero emergere in corso d'opera stati di contaminazione, dovranno essere intraprese tutte le necessarie misure di adeguamento come previste dalla vigente normativa (D.I.gs. 152/06 e D.M. 10 agosto 2012, n. 161).



PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

- D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" (S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 04/02/2008).
- 617 C.S.LL.PP. del 02/02/09 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008" (S.O. n. 27 alla G.U. n. 47 del 26/02/2009).
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", (G.U. del 11/05/06, n. 108).
- O.P.C.M. n. 3431 del 03/05/05 "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici".
- O.P.C.M. n. 3316 del 02/10/03 recante modifiche ed integrazioni dell' O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03.
- O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", (G.U. del 08/05/2003, n. 105).
- Allegato al voto n. 36 del 27/07/07 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale".
- Legge Regionale Regione Piemonte 5 dicembre 1977, n. 56. "Tutela ed uso del suolo" (B.U. 24 dicembre 1977, n. 53) e s.m.i..
- Regione Piemonte, Settore Direzione Opere pubbliche, difesa del suolo, economia montana e foreste: WEB-GIS Difesa del Suolo – DISUW (<http://www.regione.piemonte.it/disuw/main.php>)
- ARPA Piemonte: Sistema Informatico Geografico On Line – Servizi Informativi WebGIS. (<http://webgis.arpa.piemonte.it>)
- D.G.R. Regione Piemonte 19 gennaio 2010, n. 11-13058 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)", (B. U. n. 7 del 18/02/10).
- D.G.R. Regione Piemonte 12 dicembre 2011, n. 4-3084 "D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010. Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese", (B. U. n. 50 del 15/12/11).
- D.G.R. Regione Piemonte 3 febbraio 2012, n. 7-3340 "Modifiche e integrazioni alle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011".
- Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- Stucchi et alii. (2007). "DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04". Quaderni di Geofisica, Vol 49, pp.38. (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/>)
- A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>

- *Città di Torino: Progetto Definitivo della Variante n. 100 al P.R.G. adottata con D.C.C. n. 147 del 12/04/2006 – “Variante al Piano Regolatore Generale in adeguamento alla Circolare P.R.G. 8 Maggio 1996 n. 7 LAP e al Piano per l’Assetto Idrogeologico”.*
- *Comune di Moncalieri: “Variante in itinere ex art. 17 comma 4 della Legge Regionale n. 56/77 e s.m.i. al Progetto Definitivo della Variante n. 15 di adeguamento al P.A.I. del vigente P.R.G.C.”.*
- *Bortolami et al.: “Foglio 56 “Torino” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000. II° ed.”, Serv. Geol. It., Roma, 1969.*
- *Bonsignore et al.: “Note Illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000, Fogli 56 e 57 Torino e Vercelli, II° ed.”, Serv. Geol. It., Roma, 1969.*
- *R. Polino (coordinatore): “Note Illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000, Foglio 155 Torino Ovest”; ISPRA, Servizio Geologico d’Italia, a cura di ARPA Piemonte, 2010*
- *R. Polino (coordinatore): “Note Illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000, Foglio 156 Torino Est”; ISPRA, Servizio Geologico d’Italia, a cura di ARPA Piemonte, 2010*
- *Provincia di Torino e Università degli Studi di Torino: Le acque sotterranee della pianura di Torino. Carta della base dell’acquifero superficiale – Ottobre 2002, Provincia di Torino*
- *AGI (1977) “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”.*
- *Lancellotta R. (1993) “Geotecnica”, II Edizione, Zanichelli - Bologna.*
- *Cestari F. (1996) “Prove geotecniche in situ”, Editrice GEO-GRAPH s.n.c. – Segrate.*
- *Tanzini M. (2002) “L’indagine geotecnica”, Dario Flaccovio Editore.*
- *Bruschi A. (2010) “Prove geotecniche in situ”, Dario Flaccovio Editore.*
- *Nori L. (2009) “Caratterizzazione geotecnica e parametri di progetto secondo l’EC7 e il D.M. 14/01/08” 8a revisione – dispensa inedita a cura O.R.G.P..*
- *Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152: “Norme in materia ambientale” (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006) e s.m.i..*
- *Decreto 5 aprile 2006, n. 186: Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22». (Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 115 del 19 maggio 2006).*
- *Decreto Ministeriale 10 agosto 2012, n. 161 “Regolamento recante la disciplina dell’utilizzazione delle terre e rocce da scavo” (GU n. 221 del 21-9-2012).*

Si intendono a tutti gli effetti allegati al presente fascicolo i report delle indagini geognostiche e sismiche comprendenti i certificati di prova:

- *Citiemme S.r.l.: “Indagine geognostica propedeutica alla realizzazione del nuovo collettore mediano zona stralcio Sud-Ovest area metropolitana – Rapporto certificativo delle indagini geognostiche, analisi di laboratorio”, codice elaborato 12027/IG-LAB-gf, Settembre 2012.*
- *Citiemme S.r.l.: “Indagine geofisica sismica per la caratterizzazione stratigrafica collettore Torino Sud-Ovest – Rapporto interpretativo dell’indagine”, codice elaborato 12027/GF-ig-lab, Settembre 2012.*