



# CAMPUS THE STUDENT HOTEL

Lungo Dora Firenze, Torino

## COMMITTENTE

# THE STUDENT HOTEL

TSH Turin PropCo S.r.l.  
Via Ludovisi, 45 - 00187 Roma

## PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO:



tectoo

**TECTOO S.r.l.** - Arch. Susanna Scarabicchi  
Viale Italia, 572 - 20099 Sesto San Giovanni (MI)

Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022



**PROGETTO ARCHITETTONICO**  
TECTOO S.r.l.  
Viale Italia, 572 - 20099 Sesto San Giovanni (MI)  
Arch. Susanna Scarabicchi



**IMPIANTI E ACUSTICA**  
E.S.A. ENGINEERING S.r.l.  
Piazza San Sepolcro, 1 - 20123 Milano  
Ing. Francesco Gori



**STRUTTURE**  
MILAN INGEGNERIA S.r.l.  
Via Thaon di Revel, 21 - 20159 Milano  
Ing. Maurizio Milan



**URBANISTICA**  
STUDIO BOSSOLONO S.r.l.  
Via Villa Gori, 11/b - 10133 Torino  
Arch. Ubaldo Bossolono



**COST MANAGEMENT**  
B&B PROGETTI S.r.l.  
Via L.B. Alberti, 12 - 20149 Milano  
Arch. Ing. Giampiero Brioni



**LANDSCAPE PLANNING**  
ERIKA SKABAR  
Via Campo Marzio, 4 - 34123 Trieste  
Arch. Erika Skabar



**AMBIENTE E ACUSTICA**  
MONTANA S.p.a.  
Via A.Fumagalli, 12 - 20143 Milano  
Ing. Santina Maddè



**PREVENZIONE INCENDI**  
GAE ENGINEERING S.r.l.  
Corso Marconi, 20 - 10125 Torino  
Ing. Giuseppe Amaro



**LIGHT DESIGN**  
VOLTAIRE LIGHT DESIGN  
Via F. Brioschi, 26 - 20136 Milano  
Arch. Jacopo Acciaro



**GEOLOGIA E IDRAULICA**  
STUDIO IDROGEOTECNICO S.r.l.  
Bastioni di Porta Volta, 7 - 20121 Milano  
Dott. geol. Efrem Ghezzi



**STUDIO VIABILISTICO**  
TRM Engineering srl con socio unico  
Via Giuseppe Ferrari, 39 - 20900 Monza  
Dott. Paolo Galbiati

## PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

ALL\_13\_PROGETTO\_INVARIANZA\_IDRAULICA

Data **Giugno 2022**

Descrizione **Sesta emissione**

Revisione **05**

Scala ---

TSH

Codice Commessa

TSH

Codice Opera

PEC

Livello di Progettazione

O

Disciplina

STD

Competenze

002

Tipo

003

Elaborato

05

Revisione

# **THE STUDENT HOTEL**

**THE STUDENT HOTEL - PEC**  
**NUOVA COSTRUZIONE DI STRUTTURA TURISTICO  
RICETTIVA E ATTIVITA' TERZIARIA**  
**Area "Ponte Mosca" in Torino tra Via Aosta, Lungo Dora  
Firenze, C.so G. Cesare e C.so Brescia**  
**TORINO**

## **INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA**

### Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1	BREVE RICHIAMO ALLE NORME DI INVARIANZA IDRAULICA.....	4
<b>2</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL SITO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>INDAGINI IN SITO .....</b>	<b>16</b>
3.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO .....	18
3.2	PROVE DI PERMEABILITÀ LEFRANC .....	19
3.3	SCAVI ESPLORATIVI E PROVE INFILTROMETRICHE.....	19
3.4	PROVE INFILTROMETRICHE A DOPPIO ANELLO .....	20
<b>4</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI INVARIANZA .....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>SCELTE ALLA BASE DEL PROGETTO DI INVARIANZA.....</b>	<b>31</b>

Allegati

- All. 1 – Scheda tecnica conglomerato cementizio per pavimentazioni continue con altissima capacità drenante
- All. 2 – Prove Lefranc
- All. 3 – Stratigrafia scavi prove infiltrometriche
- All. 4 – Prove infiltrometriche a doppio anello

Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

## 1 PREMESSA

La società **The Student Hotel** ha in progetto un intervento di realizzazione di un nuovo complesso con funzioni turistico ricettive e terziario.

L'area in oggetto, di 17.436 mq, è ubicata nella Circostrizione Amministrativa n. VII, nell'isolato compreso tra corso Giulio Cesare, Lungo Dora Firenze, via Aosta e corso Brescia. Si tratta di un lotto occupato nell'Ottocento da un fabbricato industriale, poi riutilizzato a sede scolastica, successivamente abbattuto per problemi strutturali e attualmente occupato, nella parte nord lungo l'asse di corso Brescia, da costruzioni, in gran parte fatiscenti e abbandonate.



L'intervento, che ricade nella trasformazione urbanistica, è assoggettato al principio dell'invarianza idraulica.

L'area di intervento non rientra invece nelle situazioni che il Piano di Resilienza Climatica individua nell'apposita figura (n. 18) come critiche ai fini dell'applicazione del criterio dell'attenuazione idraulica o in un ambito individuato da programmi di de-impermeabilizzazione. Per queste ragioni risulta sufficiente verificare il rispetto del principio dell'invarianza idraulica.

Infine, come descritto con maggior dettaglio nel seguito, il progetto prevede, per la porzione di area destinata alla realizzazione del Parco Urbano, una riduzione della superficie impermeabile equivalente rispetto allo stato di fatto. Per tale motivo l'intervento di realizzazione del nuovo parco non risulta assoggettato al rispetto del principio dell'invarianza e quindi per tale area non sono previsti volumi di accumulo della portata meteorica.

Considerato che:

- l'area di intervento si colloca in un contesto densamente urbanizzato, oggi parzialmente libero per la progressiva demolizione di ex edifici industriali ormai pericolanti;
- attualmente una parte delle aree di intervento è caratterizzata da suolo permeabile;
- l'intervento di trasformazione urbanistica prevede la modifica dell'attuale livello di impermeabilità dei suoli con incremento dello stesso;
- l'area è caratterizzata da una soggiacenza ridotta di circa 5 m da p.c., con oscillazioni di carattere stagionale
- in base alle prove infiltrometriche effettuate sul sito, il terreno presenta una ridotta capacità di infiltrazione
- l'area è interessata da un Piano della Caratterizzazione finalizzato a verificare la presenza di contaminazione nei suoli e nelle acque, attualmente ancora in corso

il presente documento fornisce la soluzione progettuale ai fini del rispetto dei principi di invarianza idraulica, che risulta attualmente perseguibile con le premesse sopra indicate.

### **1.1 BREVE RICHIAMO ALLE NORME DI INVARIANZA IDRAULICA**

L'applicazione del principio dell'invarianza idraulica alle nuove trasformazioni o in generale alle trasformazioni urbanistiche è definito all'articolo 21 comma 9 bis della NdA del PTCP della Provincia di Torino che cita:

*"Art.21 comma9bis. (Direttiva) Per l'attuazione degli interventi di cui al comma 9 si dovrà, altresì, considerato l'incremento del coefficiente idrometrico che le nuove impermeabilizzazioni comporterebbero sulle aree trasformate, verificare la possibilità di porre in atto misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente suddetto secondo il principio dell'invarianza idraulica, in linea con quanto definito nell'elaborato DS6, p.to 4.1.."*

Al par. 4.1 delle Disposizioni Tecniche Normative in materia di Difesa del Suolo (DS6) viene definito il principio alla base dell'invarianza idraulica:

*"A tutti gli interventi di nuova urbanizzazione o di trasformazione urbanistica si applica in generale il principio dell'invarianza idraulica. Per trasformazione del territorio a invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.*

*Nel caso in cui il corpo idrico ricevente sia ritenuto in condizioni critiche (ovvero un bacino e relativo tronco di chiusura per il quale non sono ammessi ulteriori apporti) o particolarmente critiche (ovvero un bacino e relativo tronco di chiusura in cui si evidenzia la necessità inderogabile di interventi di riequilibrio idraulico) si applica il criterio dell'attenuazione idraulica.*

*Per trasformazione del territorio ad attenuazione idraulica si intende la trasformazione di un'area che determini una riduzione della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa. La riduzione della portata deve essere pari almeno al 50% rispetto alla portata in condizione ante-operam."*

*Più precisamente: "Per gli interventi di nuova urbanizzazione o di trasformazione urbanistica, la rete di drenaggio e le eventuali vasche di laminazione devono essere dimensionate in modo da garantire l'invarianza o la riduzione idraulica. Il metodo per il dimensionamento delle opere di cui sopra può essere strutturato in 3 fasi:*

- *costruzione dello ietogramma di progetto, non ragguagliato per maggior cautela, e di durata definita in funzione del tempo di corrivazione del bacino, rappresentante l'intervallo temporale necessario a una particella di pioggia a percorrere il tracciato idrologicamente più lungo all'interno del bacino;*
- *calcolo delle perdite idrologiche inglobate nel coefficiente di deflusso medio (rapporto tra il volume dell'onda defluente e del volume totale della precipitazione);*
- *calcolo delle portate di piena mediante un modello di trasformazione afflussi-deflussi.*

*Il confronto tra situazioni ante-operam e post-operam permette il dimensionamento delle opere necessarie a garantire l'invarianza o l'attenuazione idraulica.*

*Dal punto di vista progettuale:*

- *il tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche interna al comparto è  $T_r \text{ rete} = 20$  anni; il tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento della vasca di laminazione delle portate meteoriche:  $T_{\text{vasca}} = 50$  anni. I parametri di pioggia utili alla definizione dello ietogramma possono essere dedotti dal sistema VAPI della Regione Piemonte.*
- *il calcolo delle perdite idrologiche può essere eseguito facendo uso di standard metodologici, quale il metodo CN-SCS."*

Il tema dell'invarianza idraulica è affrontato anche nel Piano di Resilienza della Città di Torino, ratificato dall'organo esecutivo locale con Deliberazione di Giunta Comunale mecc, 2020 – 01683/112 del 28 luglio 2020 e proposto in approvazione al Consiglio Comunale.

Il suddetto piano prescrive che *"Il principio dell'invarianza idraulica dovrà essere previsto negli interventi attuati con titolo abilitativo edilizio diretto, Permesso di Costruire Convenzionato (PCC) o con Strumento Urbanistico Esecutivo (SUE), nonché negli interventi nelle aree a servizi; sino all'aggiornamento del Piano Regolatore Generale, tali obiettivi sono assunti nel quadro delle Valutazioni Ambientali di Piani, Programmi e Progetti. Il principio dell'attenuazione idraulica, con una riduzione di portata di almeno il 50% rispetto al valore di deflusso dell'area oggetto di intervento in condizioni ante-operam, dovrà essere applicato prioritariamente nelle aree della città che già presentano situazioni di criticità in termini di allagamenti (Fig. 18), determinate dagli attuali livelli di pioggia registrati; in particolare, dovrà essere previsto per interventi su aree pubbliche, negli ambiti di riqualificazione dello spazio pubblico e, per gli interventi privati, nel caso di ristrutturazioni urbanistiche di specifici ambiti individuati da programmi di Deimpermeabilizzazione. Sarà, tuttavia, necessario monitorare continuamente le criticità del territorio con riferimento alla capacità della rete esistente di smaltire le portate che si determineranno a causa di eventi meteorici sempre più intensi e con riferimento alla manutenzione delle infrastrutture d'ingresso alla rete esistente. I suddetti principi devono essere garantiti principalmente mediante l'applicazione dei metodi del drenaggio urbano sostenibile o, in caso di dimostrata impossibilità, prevedendo azioni di miglioramento della rete di drenaggio con la realizzazione di opere di mitigazione del fenomeno. In particolare, nel caso dell'applicazione dell'attenuazione idraulica, la realizzazione di infrastruttura grigia deve essere adottata solo per raggiungere il suddetto valore di riduzione della portata (almeno 50%) e solo in modo integrativo nel caso risulti non raggiungibile con l'applicazione esclusiva delle soluzioni naturali. In tutti gli altri casi, anche per interventi di ridotte dimensioni ma diffusi sul territorio, dovrà comunque essere prevista la realizzazione di sistemi di drenaggio urbano per l'attenuazione delle rispettive portate di deflusso e, quindi, la riduzione di impatti anche marginali."*

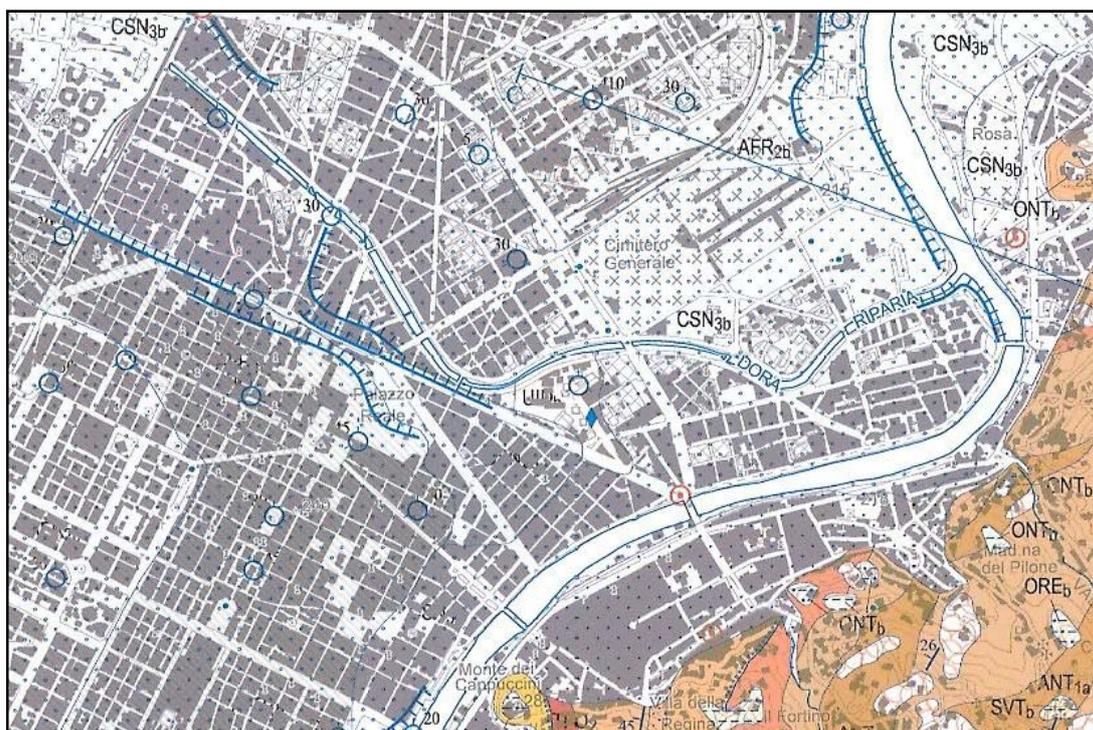
## **2 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL SITO**

Dal punto di vista geomorfologico, l'area in studio si colloca all'interno di un settore subpianeggiante, stabile e non soggetto a fenomeni gravitativi per un intorno significativo.

Si sottolinea il dislivello tra la quota media del sito e il piano stradale di corso Giulio Cesare che risulta sopraelevato di circa 5 m rispetto al piano campagna medio della restante area che si presenta invece sostanzialmente in linea con la quota stradale di via Aosta; l'area risulta di conseguenza delimitata, lungo i due lati sud e ovest, da una

“scarpata” degradante sul fronte del Lungo Dora Firenze, fino a scomparire del tutto in prossimità dell’incrocio con via Aosta.

Il reticolato idrografico nell’areale di indagine è rappresentato dal Fiume Dora Riparia che scorre con andamento rettilineo nelle immediate vicinanze del sito in esame, a S dello stesso.



Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

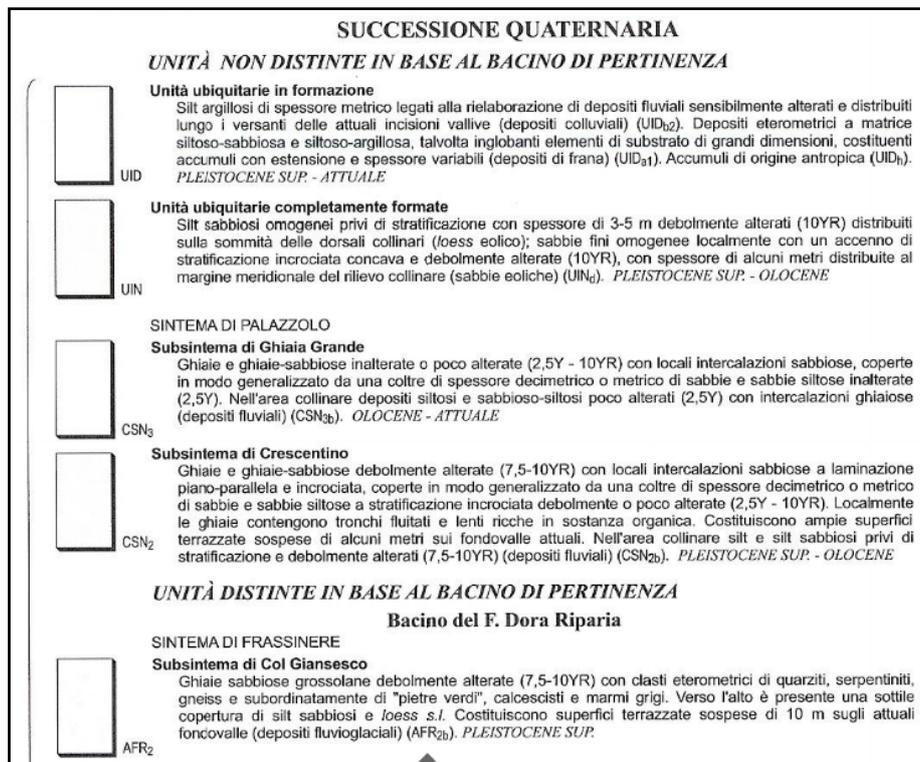


Figura 1- Estratto carta Geologica d'Italia Progetto Carg (1:50.000) - Foglio 156 - Torino Est (Area di studio indicata dalla freccia rossa)

Per quanto attiene gli aspetti idrogeologici nell'area in studio, in funzione delle caratteristiche litologiche, strutturali e di permeabilità relativa, possono essere distinti due diversi Complessi idrogeologici di seguito descritti:

- **Complesso Superficiale** - comprende i depositi fluviali olocenici e i depositi fluviali e fluvio-glaciali del Pleistocene medio-superiore. Essi sono formati fondamentalmente da ghiaie e sabbie con subordinate intercalazioni limoso-argillose; si tratta perciò di materiali molto permeabili. I termini più antichi, topograficamente più elevati, presentano in superficie un paleosuolo argilloso che, se conservato, garantisce una protezione naturale alle sottostanti falde idriche perché riduce la possibilità di infiltrazione. I depositi più recenti, di età olocenica, sono distribuiti lungo i principali corsi d'acqua e costituiscono fasce di larghezza variabile.  
 La permeabilità relativa del Complesso è piuttosto elevata, anche se si possono incontrare orizzonti con abbondante matrice fine con permeabilità inferiore. Questo insieme di depositi di origine fluviale-fluvio-glaciale di età Pleistocene medio-Olocene rappresenta l'Acquifero Superficiale, contenente una falda idrica a superficie libera caratterizzata da una direzione di deflusso subparallela all'andamento del reticolo idrografico superficiale;
- **Complesso Villafranchiano** - si tratta di depositi fluvio-lacustri con età compresa tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore, costituiti da alternanze di sedimenti

di ambiente fluviale (ghiaie e sabbie) e di ambiente lacustro-palustre (limi e argille con frequenti intercalazioni di livelli ricchi di sostanza organica).

All'interno del Complesso Villafranchiano, in corrispondenza dei livelli permeabili ghiaioso-sabbiosi di origine fluviale, sono contenute varie falde idriche in pressione, confinate dai livelli limoso-argillosi di origine palustre-lacustre, che fungono da setti impermeabili. Questo sistema multifalde in pressione rappresenta il sistema idrico più sfruttato della Pianura Torinese, anche a motivo delle sue caratteristiche di elevata protezione naturale. Le falde in pressione dell'Acquifero Villafranchiano sono separate tra loro e, soprattutto, lo sono rispetto alla falda superficiale.

Il sito oggetto di studio è quindi caratterizzato dalla sovrapposizione di distinti complessi omogenei dal punto di vista idrogeologico il cui livello di separazione è collocato in corrispondenza del primo orizzonte limoso-argilloso impermeabile.

Per un maggior approfondimento dell'idrogeologia dell'area sono state prese in considerazione la vecchia "Carta della base dell'acquifero superficiale del settore di pianura della Provincia di Torino" approvata con D.G.P. n. 60-262846/2000 e la "Carta dei Complessi Idrogeologici della Regione Piemonte – Provincia di Torino" ("Idrogeologia della pianura piemontese", REGIONE PIEMONTE, 2005) oltre all'inquadramento e alle sezioni idrogeologiche riportate rispettivamente in Figura 4 e Figura 5

Dalla consultazione della "Carta della base dell'acquifero superficiale del settore di pianura della Provincia di Torino" si evince che l'area indagata risulta collocata all'interno dei depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi poco o per nulla alterati (Pleistocene sup. - Olocene).

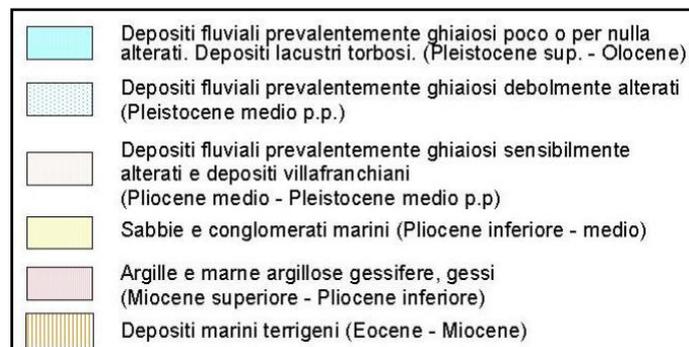
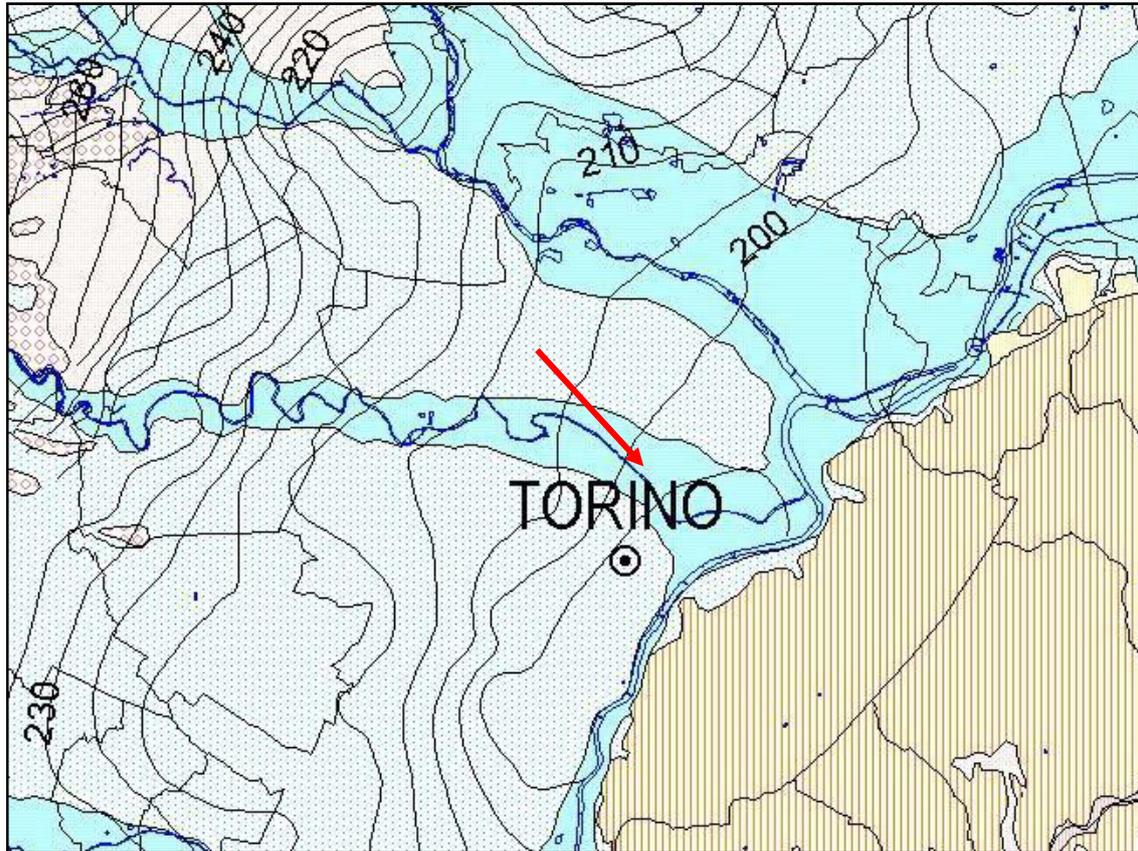


Figura 2- Estratto della vecchia "Carta della base dell'acquifero superficiale del settore di pianura della Provincia di Torino" (Prov. di Torino e Università degli Studi di Torino, 2002) con indicazione dell'area in studio (freccia rossa)

La "Carta dei Complessi Idrogeologici della Regione Piemonte – Provincia di Torino" ("Idrogeologia della pianura piemontese", REGIONE PIEMONTE, 2005), di cui se ne riporta un estratto in Figura 3 evidenzia come l'area in studio ricada all'interno del Complesso dei Depositi Alluvionali Olocenici appartenente alla Serie dei Depositi Continentali (Olocene – Pleistocene inf.).

Il Complesso dei Depositi Alluvionali Olocenici è costituito da depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, talora debolmente terrazzati, con lenti sabbioso-argillose, fiancheggianti i principali corsi d'acqua; tali depositi sono permeabili per porosità e ospitano una ricca falda idrica a superficie libera in diretto collegamento con la rete idrografica.

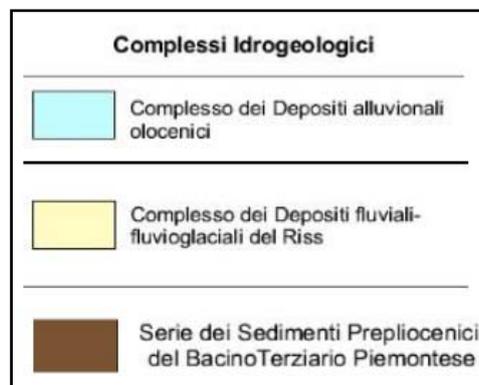
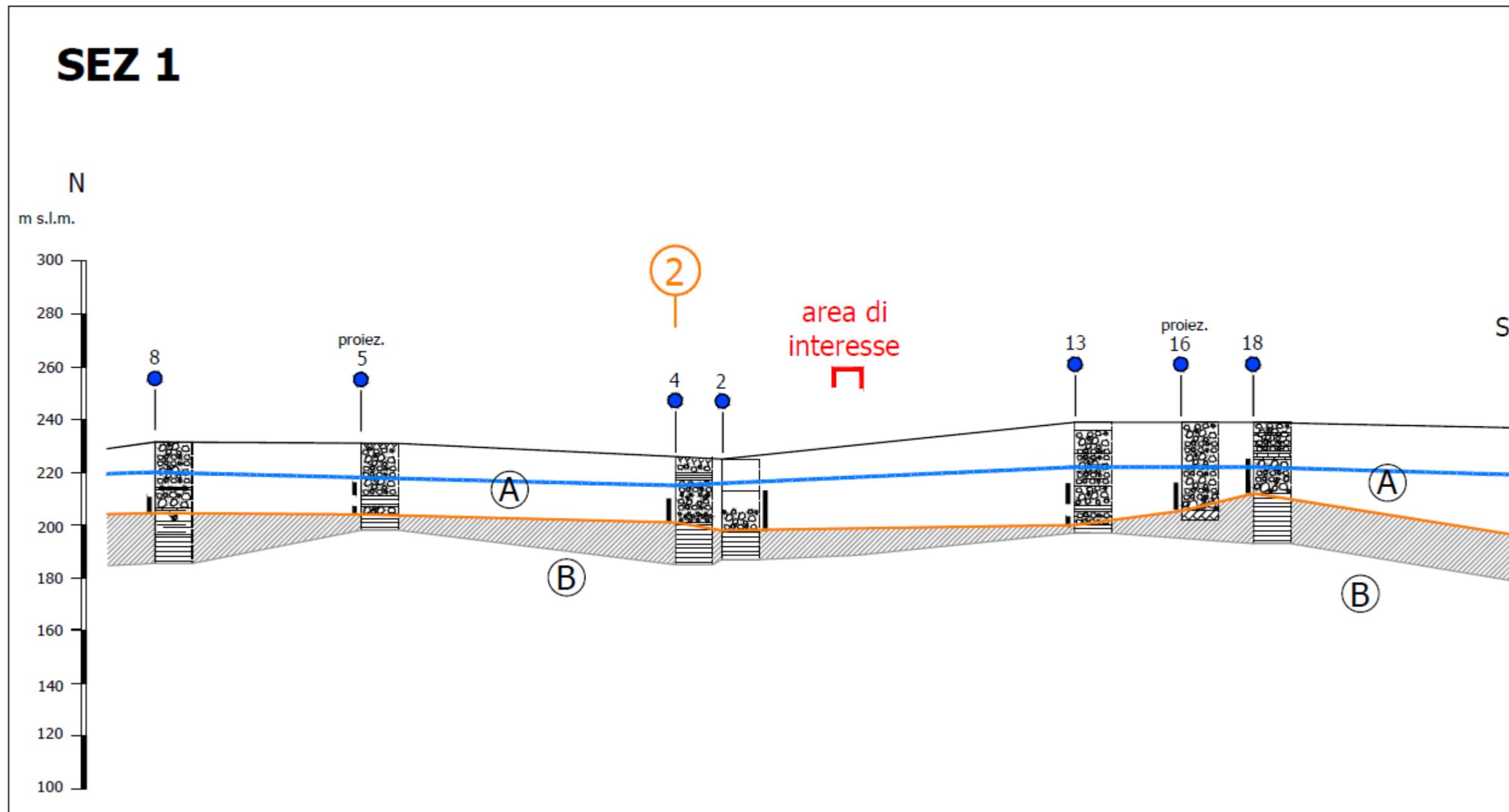


Figura 3- Estratto della "Carta dei Complessi Idrogeologici della Regione Piemonte – Provincia di Torino" 9 ("Idrogeologia della pianura piemontese", REGIONE PIEMONTE, 2005) con indicazione dell'area di studio (freccia rossa)

Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022



Figura 4 - Inquadramento idrogeologico



Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

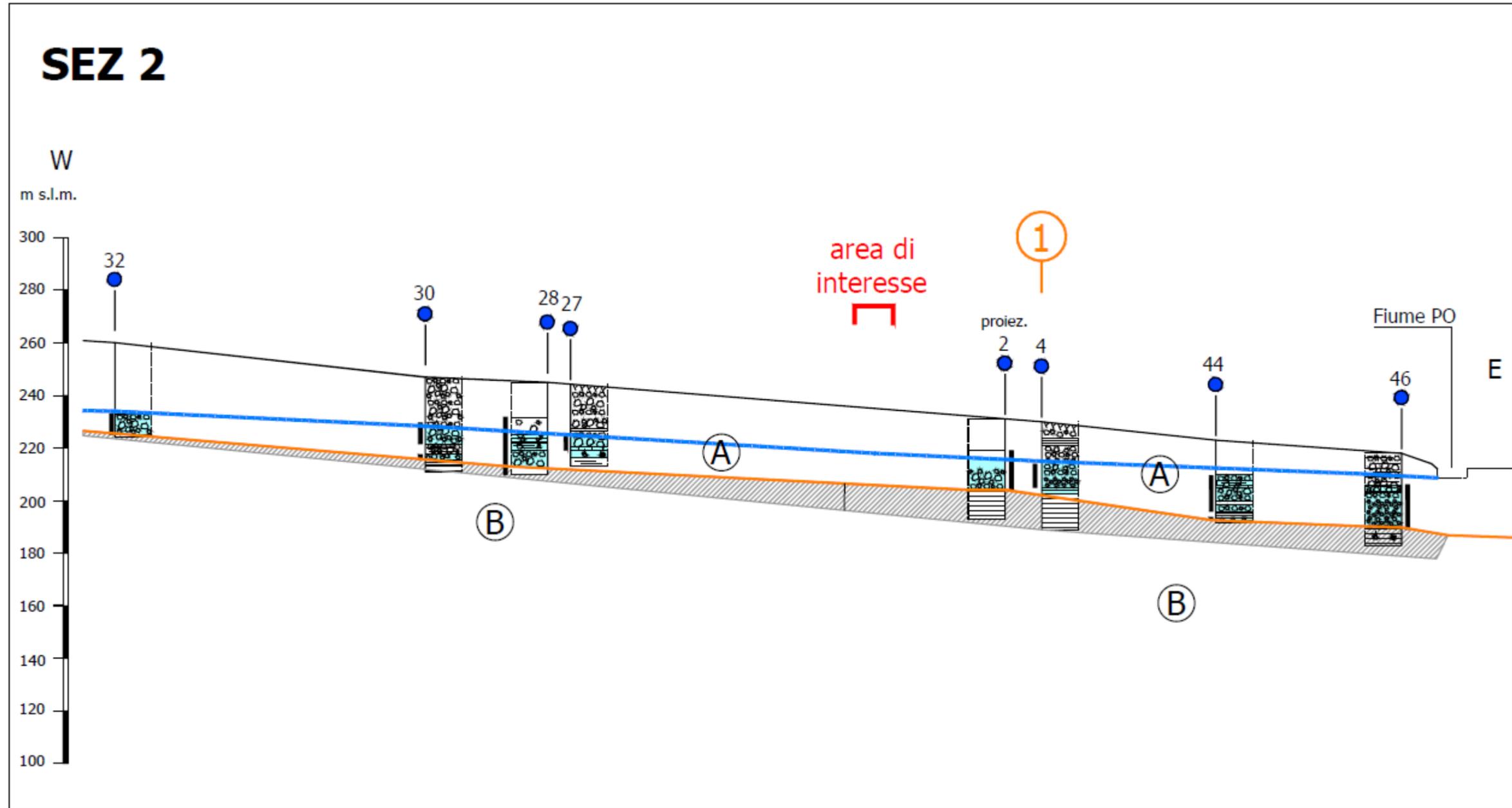


Figura 5 - Sezioni idrogeologiche

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico puntuale del sito in esame, in base alle indicazioni bibliografiche e alle conoscenze dirette dello scrivente, la falda libera si colloca ad una profondità di circa 5 m da p.c., con oscillazioni di carattere stagionale.

Nell'area di studio, si evidenzia una falda, con quote comprese tra 218 e 219 m s.l.m. e una principale direzione del flusso idrico sotterraneo orientata NW-SE.

Non essendo disponibili dati sito specifici, la dinamica nel tempo delle variazioni della superficie piezometrica è illustrata dal grafico seguente ottenuto dalle misure di livello effettuate annualmente da ARPA Piemonte sul piezometro 3011 di Torino (Via Bioglio), punto più prossimo al sito di progetto (800 m Est) ricadente nella fascia di soggiacenza 5-10 m da p.c. ma in linea con la quota piezometrica illustrata in Figura 4.

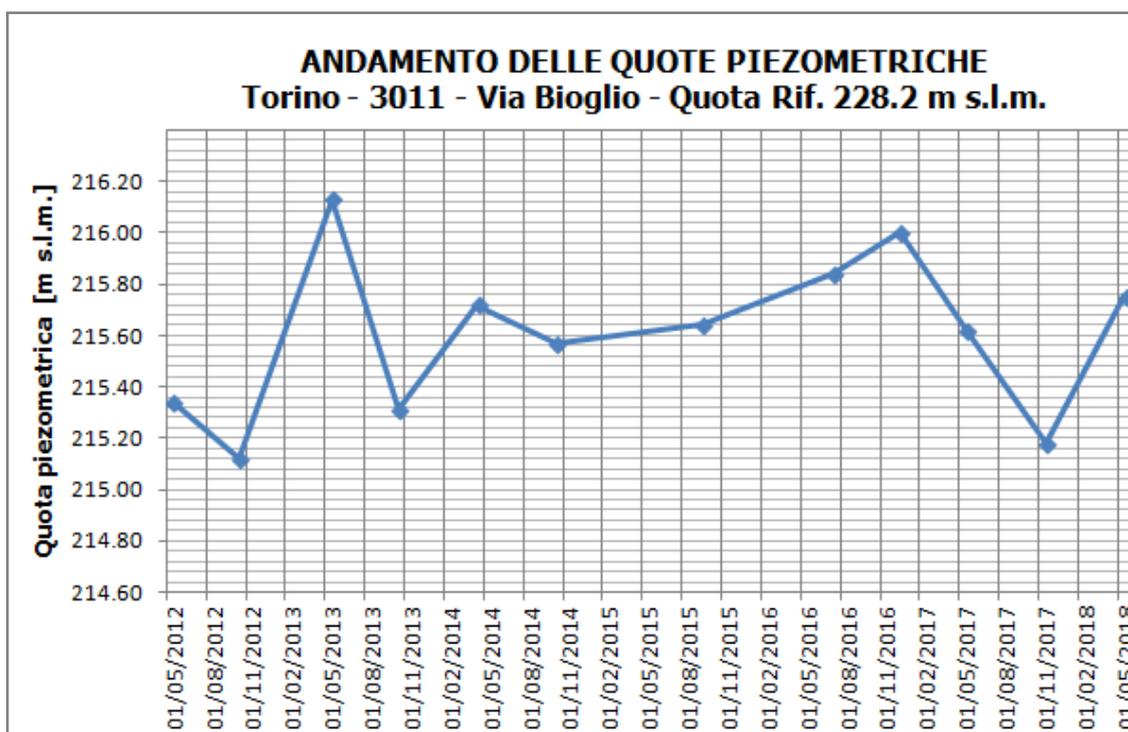


Figura 6 - Andamento delle quote piezometriche (Via Bioglio, Torino)

Come è possibile osservare, la superficie piezometrica subisce variazioni nel tempo, con cicli sia a scala annuale che pluriennale.

L'aumento delle precipitazioni meteoriche registrato dal 2008-09 ha determinato una generalizzata risalita dei livelli in tutta l'area metropolitana torinese. L'andamento successivo evidenzia nuova tendenza alla decrescita (da fine 2016 a fine 2017) dei livelli piezometrici, pur meno marcata seguita da un trend in crescita sino agli ultimi dati disponibili (maggio 2018).

L'andamento descritto, conforme al generale comportamento del territorio Torinese, risulta quindi influenzato da cicli naturali e periodici di ricarica, rispetto all'entità dei prelievi in atto sul territorio, generalmente stazionari o in lieve aumento; all'interno di

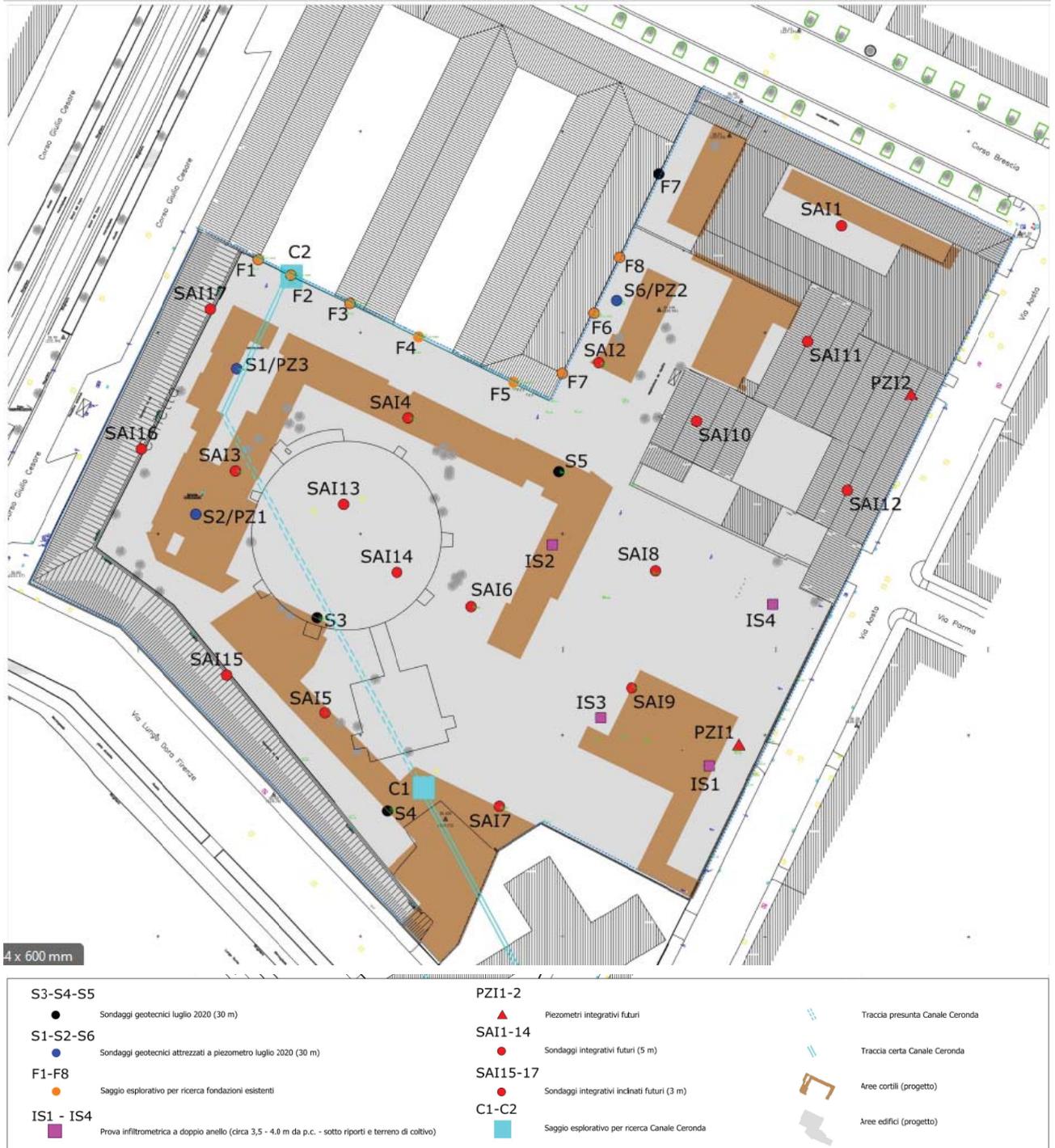
ogni singolo anno si nota un massimo estivo e un minimo invernale in relazione ai cicli stagionali delle precipitazioni.

### **3 INDAGINI IN SITO**

In corrispondenza del sito di progetto, nell'ambito della campagna di indagine appositamente condotta nell'estate 2020, sono state eseguite le seguenti indagini in sito:

- n° 6 sondaggi geognostici (S1 ÷ S6) della profondità di 30 m con esecuzione di n° 10 prove SPT in ciascuna perforazione;
- prelievo di campioni rimaneggiati ed a disturbo limitato di terreno per la successiva esecuzione di analisi e prove geotecniche di laboratorio;
- n° 8 scavi esplorativi per il rilievo della stratigrafia dei terreni in corrispondenza delle fondazioni degli edifici a confine;
- n° 4 scavi esplorativi per l'esecuzione di prove infiltrometriche a doppio anello;
- n° 1 scavo esplorativo per la individuazione del Canale Cerona decorrente all'interno dell'area di progetto;
- n° 1 prospezione sismica di superficie con tecnica MASW.

L'ubicazione delle indagini eseguite è mostrata nella figura che segue.



Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

### 3.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

Nell'area in esame nel corso della campagna 2020 sono stati eseguiti complessivamente n° 6 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo, che hanno raggiunto profondità comprese tra 20 e 30 m da p.c.. I sondaggi sono stati eseguiti a secco con carotiere del diametro di 101 mm e rivestimento di diametro pari a 127 mm.

Nel corso delle perforazioni di sondaggio sono state eseguite prove di resistenza alla penetrazione standard (SPT) e prove di permeabilità Lefranc e sono stati prelevati campioni rimaneggiati e campioni a disturbo limitato di terreno per l'esecuzione di prove geotecniche di laboratorio.

Per maggiori dettagli circa le perforazioni effettuate si rimanda alla relazione geotecnica appositamente predisposta dallo scrivente.

Nella seguente tabella si riporta una sintesi delle profondità raggiunte nel corso delle perforazioni di sondaggio, del numero di campioni prelevati e del numero di prove di resistenza alla penetrazione standard e di prove di permeabilità eseguite, mentre i risultati delle prove di permeabilità condotte sono visibili negli elaborati allegati (cfr. **Allegato 2**).

Sondaggio	Quota [m s.l.m.]	Profondità [m]	Prove SPT [n°]	Prove Lefranc [n°]	Campioni [n°]
S1	226.23	30	10	1	2
S2	226.31	30	10	-	1
S3	226.52	30	10	1	2
S4	225.99	30	10	-	2
S5	226.16	30	10	-	1
S6	226.24	30	10	-	2

Tabella 1 – Sintesi sondaggi geognostici – campagna 2020

Il terreno prelevato è stato catalogato in apposite cassette conservate in cantiere, dalle quali è stato possibile ricostruire la stratigrafia del sottosuolo e prelevare campioni di terreno per la successiva esecuzione di analisi geotecniche di laboratorio.

Al termine delle attività di perforazione i sondaggi S1, S2 ed S6 sono stati attrezzati con piezometri a tubo aperto per il monitoraggio delle oscillazioni della falda.

La misura di soggiacenza effettuata nel PZ2 in data 24.07.2020 è pari a 6 m, corrispondente ad una quota piezometrica di 220,31 m s.l.m.

I sondaggi hanno evidenziato la presenza in tutte le verticali indagate di materiali di riporto antropico recente eterogenei costituiti da resti di laterizi e cls, porzioni di muratura, materiali metallici e resti di guaine in gomma, con spessori compresi tra 1.7 e 3.2 m. Nei sondaggi S1 ed S3 sono state individuate strutture antropiche in mattoni tra le profondità di 5.3 e 7.2 m da p.c.. Al di sotto dei materiali di riporto nelle

perforazioni di sondaggio S2 e S4 è stato individuato un livello di limi sabbiosi e sabbie fini limose, diffuso fino a profondità di  $3.6 \div 4.6$  m da p.c.. Al di sotto dei materiali di riporto e del livello limoso-sabbioso superficiale i sondaggi hanno poi attraversati terreni a prevalente granulometria ghiaioso-sabbiosa e sabbioso-ghiaiosa da debolmente limosa a limosa; a profondità comprese tra 26.0 e 28.6 m da p.c. in tutte le perforazioni di sondaggio sono stati intercettati terreni fini costituiti da limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi attraversati fino alle massime profondità investigate.

### 3.2 PROVE DI PERMEABILITÀ LEFRANC

All'interno delle perforazioni di sondaggio S1 ed S3, alle profondità di 6.0 e 4.5 m rispettivamente, sono state realizzate delle tasche di prova di altezza pari a 50 cm per la esecuzione di prove di permeabilità Lefranc. Non è stato tuttavia possibile procedere alla esecuzione delle prove perchè alla portata di immissione di 200 l/min mantenuta per 20 minuti non si riusciva a saturare il terreno con completa perdita dell'acqua immessa. Si deve evidenziare che le perforazioni di sondaggio S1 ed S3 hanno mostrato la presenza alle profondità di prova di strutture antropiche sepolte legate al Canale Ceronda che verosimilmente hanno drenato completamente le portate idriche immesse. I risultati delle prove condotte sono riportati in Allegato 2.

### 3.3 SCAVI ESPLORATIVI E PROVE INFILTROMETRICHE

In corrispondenza del muro perimetrale dell'edificio a confine con il sito di progetto sono stati scavati n° 8 saggi esplorativi per il rilievo delle strutture di fondazione, spinti a profondità compresa tra 0.5 e 2.5 m da p.c. che hanno consentito l'osservazione diretta dei terreni di fondazione. Le stratigrafie evidenziano la presenza, oltre i materiali di riporto presenti in superficie, di un primo livello di terreni fini di prevalente natura limoso-sabbiosa e sabbioso-limosa presenti fino a profondità di  $1 \div 2$  m da p.c., seguito in profondità da terreni a prevalente composizione ghiaioso-sabbiosa. Si segnala che in corrispondenza del saggio esplorativo F2 è stato intercettato un cunicolo vuoto tra le profondità di 1.4 e 5.0 m da p.c..

Sono inoltre stati scavati n° 4 trincee per l'esecuzione di prove infiltrometriche a doppio anello le cui stratigrafie, riportate in dettaglio in Allegato 3, mostrano la presenza di terreni di riporto eterogenei e scarsamente addensati fino a profondità comprese tra 2.0 e 3.0 m da p.c., seguiti da terreni fini a prevalente granulometria limoso-sabbiosa e sabbioso limosa attraversati fino alla massima profondità indagata, compresa tra 3.4 e 3.7 m da p.c..

Una tabella di sintesi delle quote e delle profondità raggiunte negli scavi esplorativi è mostrata di seguito

Scavo	Quota [m s.l.m.]	Profondità [m]
F1	226.28	0.7
F2	226.32	5.0
F3	226.29	2.3
F4	226.25	0.5
F5	226.12	1.3
F6	226.30	2.0
F7	226.30	2.5
F8	226.30	2.0
IS1	225.80	3.7
IS2	226.10	3.6
IS3	225.94	3.5
IS4	226.00	3.4

Tabella 2 – Sintesi scavi esplorativi – campagna 2020

### 3.4 PROVE INFILTROMETRICHE A DOPPIO ANELLO

All'interno delle trincee esplorative descritte al paragrafo precedente sono state condotte n° 4 prove infiltrometriche a doppio anello per la determinazione del coefficiente di permeabilità dei terreni superficiali. Le prove, i cui risultati sono mostrati per esteso in Allegato 4 hanno permesso di determinare i valori di conducibilità idraulica di seguito sintetizzati.

	<i>IS1</i>	<i>IS2</i>	<i>IS3</i>	<i>IS4</i>
Profondità di prova [m]	3.7	3.6	3.5	3.4
Contenuto d'acqua iniziale [%]	30.32	31.51	31.87	18.92
Peso di volume secco [g/cm <sup>3</sup> ]	1.46	1.41	1.48	1.48
Conducibilità idraulica [m/s]	1.24*10 <sup>-6</sup>	5.04*10 <sup>-6</sup>	3.71*10 <sup>-6</sup>	6.37*10 <sup>-7</sup>
Conducibilità idraulica a 20 °C [m/s]	1.24*10 <sup>-6</sup>	5.04*10 <sup>-6</sup>	3.71*10 <sup>-6</sup>	7.04*10 <sup>-7</sup>

Tabella 3 – Sintesi prove infiltrometriche – campagna 2020

#### **4 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI INVARIANZA**

L'area di intervento è caratterizzata da una superficie totale fondiaria pari a 17.436 mq.

L'intervento si divide in due progetti principali:

- **Campus Urbano:** si tratta della parte costruita che ospiterà prevalentemente funzioni turistico/ricettive e in minor parte terziario. E' composto da corpi di fabbrica connessi al piano terra da spazi ad uso comune e dal livello interrato che ospita locali tecnici e una parte dei parcheggi previsti dalla legge 122/89, la cui restante parte è prevista in esterno.
- **Parco Urbano:** l'intervento prevede la realizzazione di un parco pubblico di circa 5675 m<sup>2</sup>. L'intervento ricade nelle aree in cessione.

Dal punto di vista della gestione delle acque meteoriche, l'area è stata divisa in 4 bacini scolanti, sulla base della relativa disposizione geografica e del regime dell'area (pubblico/privato).

Il bacino 1 e 2 si situano su area privata e costruita. Il bacino 3 è corrispondente all'area del parco urbano. Il bacino 4 è corrispondente all'area del parcheggio privato a raso su superficie di tipo non continua semipermeabile.

La figura che segue illustra i 4 bacini sopra descritti



Le tabelle che seguono illustrano, per l'area totale e per i 4 bacini scolanti, le superfici previste e i relativi coefficienti di deflusso definiti in base al RR 7/2017 della Regione Lombardia, da dati di letteratura e schede tecniche dei materiali previsti (vedi cls drenante), nelle 2 situazioni di configurazione dell'area:

1. Situazione post-demolizioni che rappresenta lo Stato di Fatto SDF attuale dell'area ed è quindi assunta come condizione ante-operam - **SDF**
2. Situazione corrispondente allo stato di progetto previsto per l'area SDP, assunta come condizione post-operam - **PO**

**Area totale**

	Coeff. Permeabilità	SDF	PO
Aree impermeabili	1	9.450	10.398
Aree verde/cortili drenanti	0,3	7.986	3.415
Aree verde pensili	0,7	0	910
Parcheggio drenante	0,7	0	1.056
Percorsi in cls drenante	0,3	0	1.657
Area totale		17.436	17.436
Area impermeabile equivalente		<b>11.846</b>	<b>13.296</b>
Coeff. Permeabilità medio		0,68	0,76

**Area scolante 1**

	Coeff. Permeabilità	SDF	PO
Aree impermeabili	1	3.732	5.713
Aree verde/cortili drenanti	0,3	2.744	0
Aree verde pensili	0,7	0	763
Parcheggio drenante	0,7	0	0
Percorsi in cls drenante	0,3	0	0
Area totale		6.476	6.476
Area impermeabile equivalente		<b>4.555</b>	<b>6.247</b>
Coeff. Permeabilità medio		0,70	0,96

**Area scolante 2**

	Coeff. Permeabilità	SDF	PO
Aree impermeabili	1	1.393	4.020
Aree verde/cortili drenanti	0,3	2.774	0
Aree verde pensili	0,7	0	147
Parcheggio drenante	0,7	0	0
Percorsi in cls drenante	0,3	0	0
Area totale		4.168	4.168
Area impermeabile equivalente		<b>2.226</b>	<b>4.123</b>
Coeff. Permeabilità medio		0,53	0,99

**Area scolante 3**

	Coeff. Permeabilità	SDF	PO
Aree impermeabili	1	4.162	603
Aree verde/cortili drenanti	0,3	1.513	3.415
Aree verde pensili	0,7	0	0
Parcheggio drenante	0,7	0	0
Percorsi in cls drenante	0,3	0	1.657
Area totale		5.675	5.675
Area impermeabile equivalente		<b>4.616</b>	<b>2.125</b>
Coeff. Permeabilità medio		0,81	0,37

**Area scolante 4**

	Coeff. Permeabilità	SDF	PO
Aree impermeabili	1	163	62
Aree verde/cortili drenanti	0,3	954	0
Aree verde pensili	0,7	0	0
Parcheggio drenante	0,7	0	1.056
Percorsi in cls drenante	0,3	0	0
Area totale		1.118	1.118
Area impermeabile equivalente		<b>450</b>	<b>801</b>
Coeff. Permeabilità medio		0,40	0,72

**Area scolante2+4**

	Coeff. Permeabilità	SDF	PO
Aree impermeabili	1	1.557	4.082
Aree verde/cortili drenanti	0,3	3.729	0
Aree verde pensili	0,7	0	147
Parcheggio drenante	0,7	0	1.056
Percorsi in cls drenante	0,3	0	0
Area totale		5.285	5.285
Area impermeabile equivalente		<b>2.675</b>	<b>4.924</b>
Coeff. Permeabilità medio		0,51	0,93

Ai fini della progettazione del sistema di gestione delle acque meteoriche e delle opere di invarianza, i bacini 2 e 4 sono tra loro connessi poiché si prevede di ubicare le opere di invarianza sul bacino 4; per tale motivo le due aree sono considerate come un unico bacino.

Le tabelle evidenziano, ad eccezione del bacino 3, che la situazione post-operam è caratterizzata da una superficie impermeabile equivalente maggiore rispetto a quella dell'area nello SDF attuale. Quindi, come indicato nell'elaborato "DS6 – Disposizioni tecnico-normative in materia di difesa del suolo" del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Torino, "ogni intervento di trasformazione d'uso del territorio che provoca impermeabilizzazione dei suoli ed aumento della velocità di corrivazione delle acque meteoriche deve prevedere azioni correttive volte a mitigarne gli effetti"...e.."A tutti gli interventi di nuova urbanizzazione o di trasformazione urbanistica si applica in generale il principio dell'invarianza idraulica".

Considerato che per il bacino 3 il progetto prevede una riduzione della superficie impermeabile equivalente, tale porzione d'area non sarà assoggettata al rispetto del principio di invarianza idraulica e per essa non sarà previsto alcun sistema di laminazione dei volumi in eccesso. Pertanto il bacino 3 non sarà considerato nella trattazione che segue relativa ai dimensionamenti delle opere necessarie a garantire l'invarianza idraulica.

Ai fini del rispetto del principio dell'invarianza idraulica da parte dell'intervento di trasformazione urbanistica di cui trattasi, si è fatto riferimento a quanto indicato nell'elaborato "DS6 – Disposizioni tecnico-normative in materia di difesa del suolo" del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Torino. Tale documento, nel par. 4.1 "L'invarianza idraulica", indica il metodo per il dimensionamento delle opere necessarie a garantire l'invarianza idraulica da parte degli interventi di nuova urbanizzazione o di trasformazione urbana, come descritto nel paragrafo precedente.

Il metodo deve essere applicato nelle condizioni ante-operam e post-operam. Il confronto tra situazione ante-operam e post-operam permette il dimensionamento delle opere necessarie a garantire l'invarianza.

La normativa piemontese non prescrive un volume minimo parametrico da garantire in ogni caso, né una portata massima ammissibile scaricabile nei recapiti finali (corso d'acqua superficiale o fognatura pubblica), come indicato, per esempio, nella normativa regionale lombarda.

Al fine quindi di determinare il volume di invaso necessario a garantire il rispetto dell'invarianza idraulica mediante il metodo afflussi-deflussi, come indicato nell'elaborato DS6, si è assunto di calcolare le portate mediante il metodo delle sole piogge, non essendo possibile condurre una modellazione idrologica di maggior dettaglio dell'area per assenza di informazioni circa la rete di drenaggio esistente ed essendo il progetto della rete di drenaggio prevista non ancora in una fase definitiva.

Tale metodo può considerarsi in ogni caso cautelativo perché trascura gli effetti di laminazione presenti nel bacino considerato.

Il metodo di dimensionamento utilizzato nel caso specifico fornisce una valutazione del volume d'invaso sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata massima, ipotizzata costante, che si ammette in uscita dalla tubazione di scarico (pompa di svuotamento del volume di invaso). In pratica con questo metodo viene completamente trascurata, ad eccezione delle sole perdite idrologiche, la trasformazione afflussi-deflussi che si realizza nel bacino considerato.

In virtù del succitato metodo, l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa  $Q_{in}(t)$  nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata  $t$  e portata costante  $Q_{in}$  pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso; con questa assunzione, come già indicato, si ammette che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Il volume di pioggia complessivamente entrante è quindi pari a:

$$V_{IN} = S_{POST} \cdot \varphi \cdot h(t) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n$$

in cui  $S$  è la superficie scolante di ogni bacino complessivamente afferente all'invaso nella configurazione POST (PO),  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo nella configurazione POST(PO) calcolabile con i valori standard esposti nelle precedenti tabelle (quindi  $S \cdot \varphi$  è la superficie scolante impermeabile dell'intervento per il singolo bacino considerato),  $t$  è la durata di pioggia,  $a$  e  $n$  sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica espressa nella forma:

$$h = a \cdot t^n$$

Per determinare il volume uscente, si è assunto che ogni bacino abbia come recapito finale delle acque meteoriche di scolo esclusivamente la fognatura; la determinazione di tale portata implica l'indicazione da parte della normativa in materia o del gestore della rete fognaria di una portata massima ammissibile in fognatura.

Nel caso specifico non è disponibile nessuna delle due suddette indicazioni.

Si è assunto quindi che il volume uscente nella condizione POST sia pari al volume generato da ogni area scolante nella configurazione SDF:

$$V_{OUT} = S_{SDF} \cdot \varphi \cdot h(t) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n$$

in cui  $S$  è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso nella configurazione SDF,  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo nella configurazione SDF calcolabile con i valori standard esposti nelle precedenti Tabelle (quindi  $S \cdot \varphi$  è la superficie scolante impermeabile dell'intervento nella configurazione SDF),  $t$  è la durata di pioggia,  $a$  e  $n$  sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica.

Il calcolo del volume di invaso è effettuato mediante il bilancio dei flussi entranti ed uscenti durante l'evento di precipitazione per il tempo di ritorno di interesse, determinando la durata di pioggia critica che massimizza la seguente differenza:

$$V_{in} - V_{out}$$

Nel caso specifico i parametri della curva di possibilità pluviometrica sono stati determinati mediante l'Atlante delle piogge intense di ARPA Piemonte. Tale servizio consente di ricavare in un qualsiasi punto del territorio regionale le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno per le durate da 10 minuti a 24 ore.

L'atlante fornisce i valori  $a$ ,  $n$  e  $K_T$  che consentono di determinare le precipitazioni per il dato tempo di ritorno  $T$  secondo la formula

$$P(t, T) = a \cdot t^n \cdot K_T$$

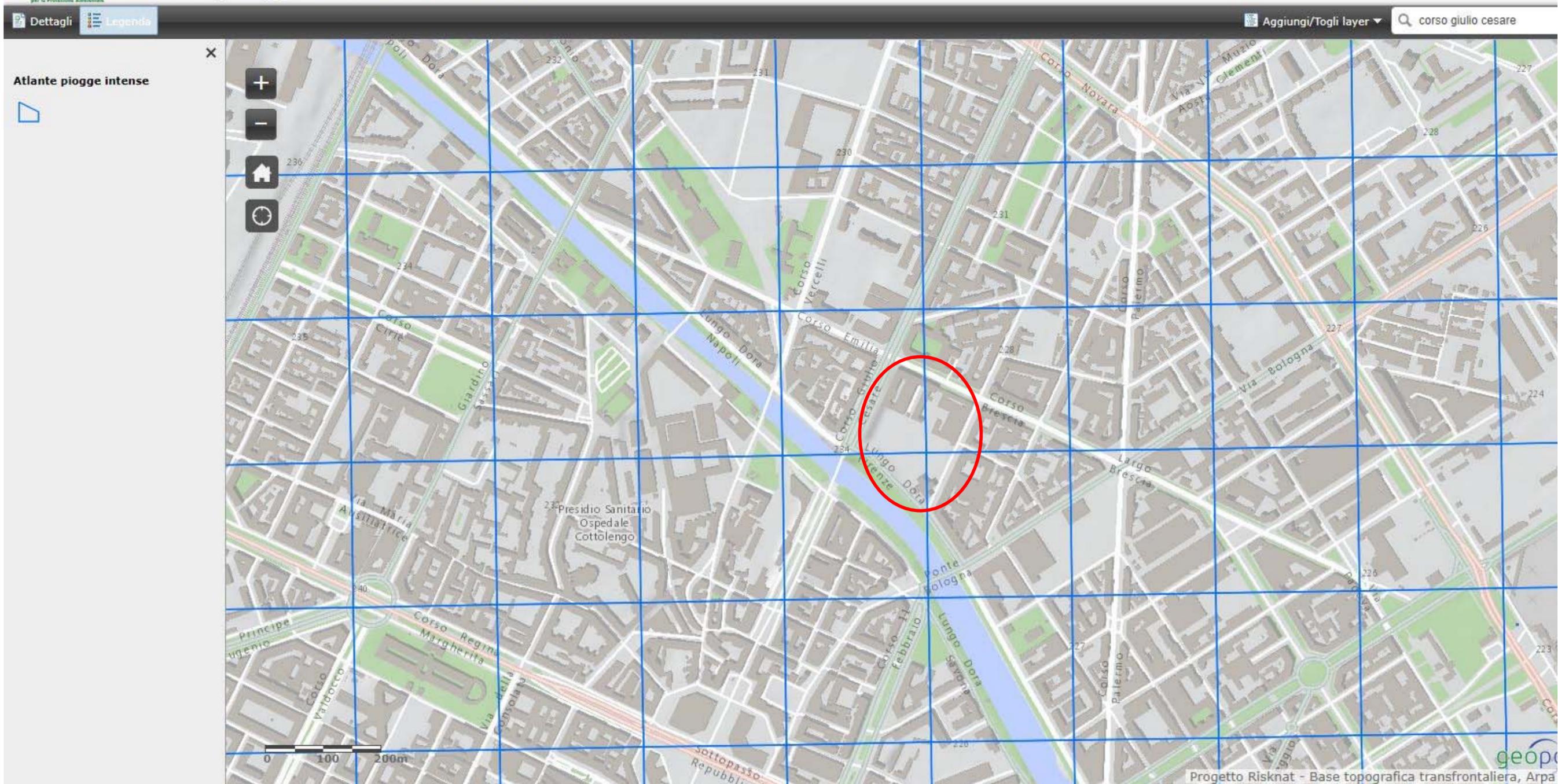
Per le precipitazioni di durata sub-oraria (10, 20 e 30 minuti), la formula analitica per il calcolo dell'altezza di pioggia relativa ad una determinata durata e ad un determinato periodo di ritorno è la seguente:

$$P(d, T) = \left( a \left( \frac{1 + B \cdot d}{1 + B} \right)^{\frac{(n-1)(1+B)}{B}} \right) d K_T$$

Dove  $a$  ed  $n$  sono gli stessi delle durate standard mentre  $B$  è una costante pari a 136.495

Per l'area di intervento si ricava:

# Arpa Piemonte Atlante piogge intense in Piemonte



Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

## Atlante piogge intense in Piemonte (GEV)

Comune di **TORINO** (lat: 4992959.95493 , lon: 396655.454713)

Parametri della curva di probabilità pluviometrica. **a: 32.91 n: 0.23**



CSV

Excel

### Fattore di crescita KT

K2	K5	K10	K20	K50	K100	K200
0.9	1.3	1.5	1.7	2	2.2	2.4

## Piogge di assegnato tempo di ritorno per durate da 10 minuti a 24 ore (mm)

CSV

Excel

Durata	Tempo di ritorno in anni						
	2	5	10	20	50	100	200
10 minuti	19.9	26.7	31.3	35.8	41.9	46.5	51.3
20 minuti	23.7	31.7	37.2	42.6	49.8	55.4	61
30 minuti	26.1	35	41.1	47	55	61.1	67.3
1 ora	30.7	41.2	48.4	55.4	64.7	71.9	79.3
3 ore	39.7	53.3	62.5	71.6	83.7	93	102.4
6 ore	46.7	62.6	73.5	84.2	98.4	109.3	120.4
12 ore	54.9	73.6	86.4	99	115.7	128.5	141.6
24 ore	64.6	86.6	101.6	116.3	136	151.1	166.5

Le tabelle che seguono riportano i dati di input utilizzati e i dettagli di calcolo per ogni durata specifica, determinati con il metodo delle sole piogge per un tempo di ritorno di 50 anni ed assumendo un tempo di corrivazione di 10 minuti

<b>a</b>	<b>n</b>	<b>K<sub>T</sub> (10')</b> <b>T ritorno 50 anni</b>
<b>32,91</b>	<b>0,23</b>	<b>2</b>

Per determinare la portata generata da ogni bacino nella condizione SDF, e quindi la portata scaricabile in fognatura nella condizione POST e quindi il volume uscente V<sub>OUT</sub>, si assume cautelativamente un tempo di corrivazione per ogni bacino pari a 10 minuti (compatibile con le dimensioni ridotte di ogni area scolante).

Ne consegue che l'altezza di pioggia (secondo l'Atlante delle piogge intense) è pari a 41,9 mm (per durata 10' e tempo di ritorno Tr 50 anni), corrispondente ad un'intensità di 0,069 l/s\*mq; quindi le portate uscenti per ogni bacino sono le seguenti:

<b>AREA SCOLANTE</b>	<b>SUPERFICIE IMP. EQ. (SDF)</b>	<b>PORTATA IN USCITA</b>	
	<b>mq</b>	<b>l/s</b>	<b>mc/min</b>
1	4555	318,08	19,085
2+4	2675	186,8	11,21

Le tabelle che seguono riportano per ogni area i dettagli di calcolo del volume di accumulo da prevedere per il rispetto dell'invarianza idraulica

Tabella 4 - Area scolante 1

Tempo di pioggia	Pioggia lorda	Pioggia netta	Volume entrante	Volume in uscita	Volume da invasare
min	mm	mm	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
1	19,91	19,21	124,39	19,08	105,3094
2	26,45	25,52	165,25	38,17	127,0824
3	30,40	29,32	189,90	57,25	132,6434
4	33,25	32,08	207,72	76,34	131,3861
5	35,51	34,25	221,80	95,42	126,3801
6	37,38	36,06	233,51	114,51	118,9996
7	38,99	37,61	243,57	133,59	109,9764
8	40,41	38,98	252,42	152,68	99,7465
9	41,68	40,20	260,35	171,76	88,5906
10	42,83	41,32	267,55	190,85	76,7005

Tabella 5 - Area scolante 2+4

Tempo di pioggia	Pioggia lorda	Pioggia netta	Volume entrante	Volume in uscita	Volume da invasare
min	mm	mm	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
t	$h=a*t^n$	$h^*=h*\varphi$	Qp	Qu	Qi
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
1	19,91	18,55	98,06	11,21	86,8496
2	26,45	24,65	130,27	22,42	107,8483
3	30,40	28,32	149,69	33,63	116,0672
4	33,25	30,98	163,75	44,84	118,9113
5	35,51	33,08	174,85	56,05	118,8005
6	37,38	34,83	184,07	67,25	116,8178
7	38,99	36,33	192,00	78,46	113,5401
8	40,41	37,65	198,98	89,67	109,3112
9	41,68	38,83	205,23	100,88	104,3525
10	42,83	39,90	210,90	112,09	98,8148

La tabella che segue riassume i volumi da prevedere per ogni area scolante

AREA SCOLANTE	VOLUME (mc)
1	133
2+4	119

## 5 SCELTE ALLA BASE DEL PROGETTO DI INVARIANZA

Considerato che all'intervento di cui trattasi deve essere applicato il principio dell'Invarianza Idraulica, come prescritto dalla normativa e nel rispetto del principio di resilienza che ogni nuova urbanizzazione dovrebbe perseguire, le scelte progettuali di invarianza dovrebbero privilegiare l'utilizzo dei cosiddetti SUDS cioè dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile.

Nella realtà, nella condizione attuale in cui si trova l'area di progetto, come descritto nei capitoli 2 e 3, non sussistono le condizioni che permettano di prevedere l'utilizzo dei suddetti sistemi. Infatti l'area presenta, nello strato insaturo indagato, una ridotta capacità di dispersione dell'ordine di  $10^{-7}$  m/s. Tale strato è caratterizzato dalla presenza di terreni di riporto eterogenei e scarsamente addensati fino a profondità comprese tra 2.0 e 3.0 m da p.c., seguiti da terreni fini a prevalente granulometria limoso-sabbiosa e sabbioso limosa. Al di sotto dei materiali di riporto e del livello limoso-sabbioso superficiale i sondaggi effettuati hanno poi attraversato terreni a prevalente granulometria ghiaioso-sabbiosa e sabbioso-ghiaiosa da debolmente limosa a limosa

Purtroppo la ridotta soggiacenza sitospecifica (pari a 5 m) non consente di prevedere sistemi di dispersione che interessino strati più profondi con maggiore coefficiente di permeabilità.

Per i suddetti motivi, allo stato attuale delle conoscenze, sussiste la scelta obbligata di garantire il volume di accumulo ai fini invarianza mediante vasche interrato in cls.

Nello sviluppo successivo del progetto e con l'evolversi delle condizioni dell'area, che dipende anche dagli esiti del piano di caratterizzazione in corso, sarà possibile rimodulare le scelte progettuali relative alla gestione delle acque meteoriche generate dall'intervento, sulla base delle migliori tecniche disponibili ai fini del rispetto dei principi di invarianza idraulica e di resilienza.

**Studio Idrogeotecnico srl**

**Dott. Geol. Efrem Ghezzi**



**Dott. Geol. Pietro Breviglieri**



**Dott. Ing. Giovanna Sguera**





## i.idro DRAIN

### Scheda tecnica

#### Descrizione

i.idro DRAIN è un calcestruzzo pre-confezionato per pavimentazioni pedonabili e carrabili con un'alta capacità drenante garantita da un'accurata selezione degli aggregati, dal mix design e dalla specifica azione del legante cementizio utilizzato nella miscela.

#### Campi d'impiego

i.idro DRAIN è particolarmente indicato per realizzare strade secondarie ( $v < 40$  Km/h) o di accesso, aree di sosta, marciapiedi, parcheggi, aree pedonali, piste ciclabili, viali o strade sottoposte a tutela ambientale, giardini pubblici.

E' fornito in colorazione naturale grigia; previa valutazione tecnica è possibile consegnare il prodotto pigmentato in diverse colorazioni.

#### Specifiche del prodotto\*

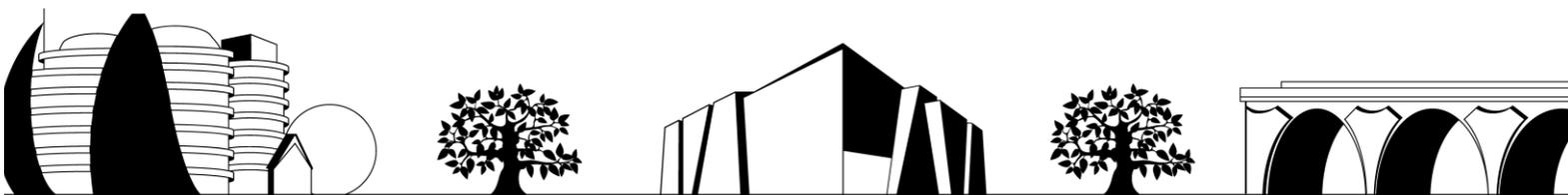
i.idro DRAIN	sfuso - betoniera
Diametro max aggregato	da 8 a 22 mm
Resistenza a compressione a 28 gg (UNI EN 12390 -3)	> 15 Mpa
Massa Volumica Fresco	1.700 – 2.100 Kg/m <sup>3</sup>
capacità di drenaggio (UNI EN 12697 -40)	≥ 200 mm/min
Percentuali di vuoti	> 15% <25%
Area libera superficiale (Drenante)	25 %
Resistenza a flessione	> 1 Mpa

\* in base al livello di costipazione raggiunto

#### Applicazione e posa

i.idro DRAIN può essere messo in opera mediante l'ausilio di vibro finitrici stradali o a mano mediante apposite attrezzature da cantiere (staggie vibranti), a seconda del tipo e dimensione della pavimentazione. La tipologia e il grado di costipazione raggiunta influenzano le prestazioni finali di resistenza meccanica e la percentuale di vuoti.

Prima della sua stesa prevedere la realizzazione di un substrato drenante realizzato con materiale inerte costipato la cui superficie dovrà essere complanare, uniforme, pulita, senza grasso o sale che possono impedire a i.idro DRAIN di aderire perfettamente al substrato. Per una corretta maturazione, si consiglia, a stesa avvenuta, di proteggere la superficie con teli in plastica o con soluzioni alternative.



## Vantaggi

### Sostenibilità ambientale

- i.idro DRAIN è una nuova soluzione per il drenaggio sostenibile delle acque: riduce l'impermeabilizzazione del suolo favorendo il ripristino del ciclo naturale dell'acqua. Aumenta il drenaggio e diminuisce il deflusso – ruscellamento delle acque piovane.
- i.idro DRAIN riduce l'effetto isola di calore: la colorazione chiara della pavimentazione favorisce una maggior riflessione dei raggi solari, diminuendone l'assorbimento, abbattendo così sensibilmente la sensazione di calore superficiale percepito dai pedoni nei periodi molto caldi (es. in una giornata estiva il differenziale di temperatura superficiale può raggiungere anche i 30°C). Per lo stesso motivo durante le ore notturne la maggior riflessione assicura una maggior visibilità.

### Gestione delle acque meteoriche

- i.idro DRAIN riduce i costi connessi alla gestione delle acque meteoriche in quanto il drenaggio delle acque può rappresentare un'importante fonte di risparmio per le pubbliche amministrazioni rispetto alle classiche soluzioni (raccolta puntuale, vasche di accumulo e rilascio in fognatura bianca o mista).
- i.idro DRAIN è anche compatibile con i tradizionali sistemi di raccolta e il riciclo delle acque piovane, che possono essere adeguatamente gestite attraverso la progettazione di opportuni sottoservizi.

### Sicurezza per i cittadini

- i.idro DRAIN aumenta la sicurezza delle pavimentazioni: evita il formarsi di pozzanghere e i pericoli legati all'acquaplaning e alla formazione di lastre di ghiaccio.

### Durabilità e bassi costi

- i.idro DRAIN assicura elevata durabilità e bassi costi di gestione in particolare rispetto a pavimentazioni pedonabili, ciclabili o carrabili realizzate con le tradizionali soluzioni.
- La posa di i.idro DRAIN avviene "a freddo" quindi senza emissioni in atmosfera e rischi per la sicurezza degli operatori e, grazie all'impiego di betoniere e mezzi appropriati, in tempi rapidi.

## Voce di capitolato

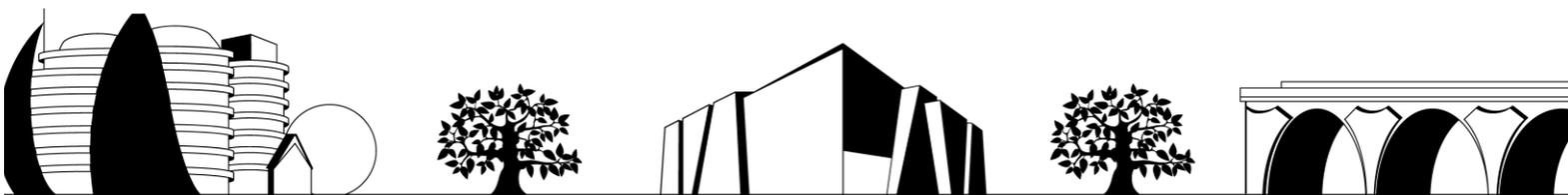
Calcestruzzo drenante pre-confezionato, tipo i.idro DRAIN, a base di leganti idraulici cementizi, aggregati selezionati e di additivi, avente caratteristiche drenanti e traspiranti, con alta percentuale di vuoti, consegnato in autobetoniera, da applicare mediante l'utilizzo di mezzi meccanici oppure a mano, nell'ideale spessore e correttamente compattato, su diversi tipi di substrati, opportunamente protetto a fine getto mediante applicazione di teli in plastica. Al fine di mantenere le proprietà drenanti del prodotto, sia allo stato fresco sia allo stato indurito, non devono essere aggiunte, al di fuori della composizione formulata da Calcestruzzi, sabbie o polveri di alcun genere, che possano occludere i vuoti presenti nel prodotto.

**I dati riportati in questa scheda sono il frutto dell'esperienza Calcestruzzi e sono indicativi e non contrattuali. Il nostro personale tecnico è a disposizione per fornire consulenza ed assistenza per la corretta prescrizione ed utilizzo di i.idro DRAIN®.**

**Calcestruzzi S.p.A.**  
i.lab (Kilometro Rosso)  
Via Stezzano, 87  
24126 Bergamo - Italia  
T +39 035 41 67 111  
www.calcestruzzi.it  
www.i-nova.net

Ultimo aggiornamento settembre 2013

Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022



S.G.B. perforazioni srl

data 15/07/20

Committente: IDROTECNICA  
MUTOVA M.

Cantiere: TORINO

Prove di portata Lefranc n. 1

sondaggio n. S3

diam. Rivestimento: 127

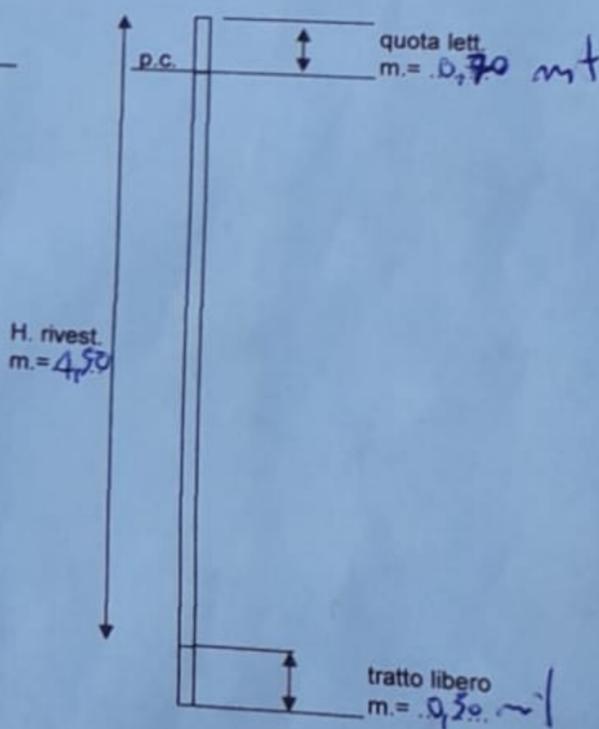
prof. Foro: 4,50 m

prof. Rivestimento: 4,50 m

altezza tratto libero: 0,50 m

diam. Tratto libero: 127

lettura	tempo	quota p.c. metri
1	10 sec	-4,90
2	30 sec	-4,80
3	60 sec	-4,70
4	2 min	-4,62
5	3 min	-4,58
6	4 min	
7	5 min	
8	6 min	
9	8 min	
10	10 min	
11	12 min	
12	15 min	
	20 min	



livello falda 2 6,00 mt

portale litri minuto 200 L/min.

Note

3 min. 10 sec. FINE di  
FORD FINE

S.G.B. perforazioni srl  
24050 grassobbio BG  
via Monte Misma n. 43  
C.F./P.I.V.A. 02607530165

tel. 0039 035 343957  
Fax. 0039 035 3694619  
mail: info@sgbperforazioni.it  
www.sgbperforazioni.it

TABELLA PROVA DI PERMEABILITA'



Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

# S.G.B. perforazioni srl

data 20/07/20

Committente: IDROSEK MIA RAPPOLVANI Cantiere: Tonino

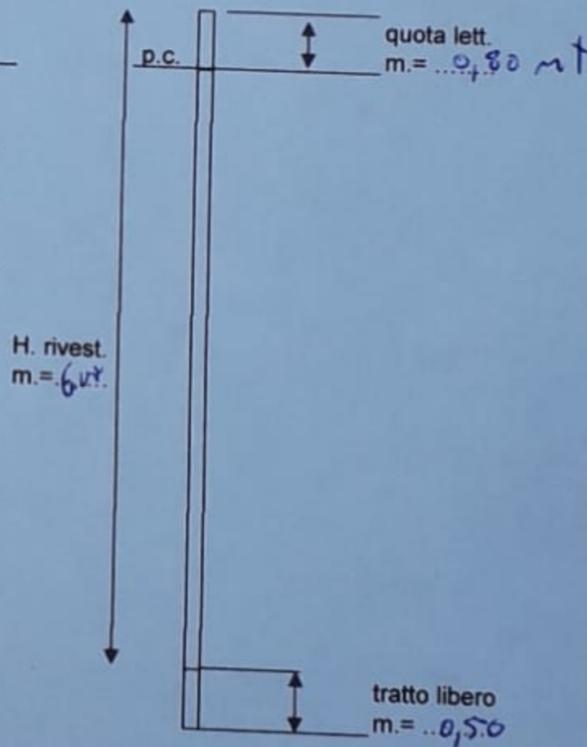
Prove di portata Lefranc n. 2

sondaggio n. SA diam. Rivestimento: 127

prof. Foro: 6,00 mt prof. Rivestimento: 6,00 mt

altezza tratto libero: 0,50 mt diam. Tratto libero: 127

lettura	tempo	quota p.c. metri
1	30 sec	
2	60 sec	
3	2 min	
4	3 min	
5	4 min	
6	5 min	
7	6 min	
8	8 min	
9	10 min	
10	12 min	
11	15 min	
12	20 min	



livello falda 6,00 mt

portale litri minuto 200 L/min

Note

Dopo 20 minuti il foro non satura

Arrivo: AOO 666, W. Prot. 00001405 del 07/06/2022



STUDIO IDROGEOTECNICO Srl  
Società di ingegneria

Bastioni di Porta Volta, 7 - 20121 Milano  
tel. 02/659.78.57 - fax 02/655.10.40  
e-mail: [stid@fastwebnet.it](mailto:stid@fastwebnet.it)  
PEC: [stidsrl@pec.it](mailto:stidsrl@pec.it)  
[www.studioidrogeotecnico.com](http://www.studioidrogeotecnico.com)

# THE STUDENT HOTEL

**TSH Europe B.V.**

**AREA "PONTE MOSCA" IN TORINO TRA VIA AOSTA, LUNGO  
DORA FIRENZE, C.SO G. CESARE E C.SO BRESCIA**

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

### **SOMMARIO**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1	SCAVI ESPLORATIVI PER ESECUZIONE PROVE INFILTROMETRICHE .....	3
2.2	SCAVI ESPLORATIVI PER RICERCA DEL CANALE CERONDA .....	7
2.3	TIPOLOGIA DI MATERIALI SCAVATI .....	9



STUDIO IDROGEOTECNICO Srl  
Società di ingegneria

Bastioni di Porta Volta, 7 - 20121 Milano  
tel. 02/659.78.57 - fax 02/655.10.40  
e-mail: stid@fastwebnet.it  
PEC: stidsrl@pec.it  
www.studioidrogeotecnico.com

## 1 PREMESSA

**TSH Europe B.V.** ha affidato allo Studio Idrogeotecnico Srl di Milano l'incarico per la redazione del presente report fotografico illustrante le caratteristiche dei materiali di riporto e di riempimento costituenti gli strati superficiali dell'area oggetto di riqualificazione nell'ambito degli interventi di realizzazione di una nuova struttura turistico-ricettiva e attività terziaria, ubicata tra Via Aosta, Lungo Dora Firenze, C.so G. Cesare e C.so Brescia nel Comune di Torino.

Il presente documento contiene:

- la stratigrafia indicativa e gli spessori di terreno di riporto;
- la documentazione fotografica degli scavi e dei saggi esplorativi effettuati.
- la documentazione fotografica dei materiali rinvenuti durante le attività.

Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

## 2 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### 2.1 SCAVI ESPLORATIVI PER ESECUZIONE PROVE INFILTROMETRICHE

#### IS1



Figura 1 - Scavo per prova infiltrometrica IS1 (prof. 3,70 m da p.c.)

<b>Profondità [m da p.c.]</b>	<b>Descrizione stratigrafica</b>
0.0-0.9	Ghiaia con blocchi cls in matrice sabbiosa
0.9-3.0	Riporto e macerie costituiti da laterizi, blocchi rocciosi, parti residuali di muratura, mattoni forati, tubi ferro. Non compatto.
3.0-3.7	Limo sabbioso e sabbia limosa

**IS2**

Figura 2 - Scavo per prova infiltrometrica IS2 (prof. 3,60 m da p.c.)

Profondità [m da p.c.]	Descrizione stratigrafica
0.0-0.2	Coltivo
0.2-2.0	Riporto: laterizi, mattoni pieni, rari blocchi rocciosi. Presenti su lato opposto manufatti in mattoni in posto.
2.0-2.6	Sabbia fine con limo color nocciola
2.6-3.6	Sabbia limosa color nocciola-marrone

**IS3**

Figura 3 - Scavo per prova infiltrometrica IS3 (prof. 3,50 m da p.c.)

<b>Profondità [m da p.c.]</b>	<b>Descrizione stratigrafica</b>
0.0-0.5	Riporto costituito da ghiaia e sabbia con blocchi di Ø max 5 cm, in matrice sabbioso-limosa
0.5-2.6	Blocchi metrici di cls, blocchi arrotondati di rocce cristalline, laterizi (mattoni) e asfalto senza nessuna compattazione
2.6-3.5	Limo sabbioso e/o sabbia limosa grigia

**IS4**

Figura 4 - Scavo per prova infiltrometrica IS4 (prof. 3,40 m da p.c.)

<b>Profondità [m da p.c.]</b>	<b>Descrizione stratigrafica</b>
0.0-0.3	Coltivo
0.3-2.5	Riporto: sabbia debolmente limosa con laterizi, manufatti in muratura e blocchi cls
2.5-3.4	Limo sabbioso e sabbia limosa color nocciola

## 2.2 SCAVI ESPLORATIVI PER RICERCA DEL CANALE CERONDA

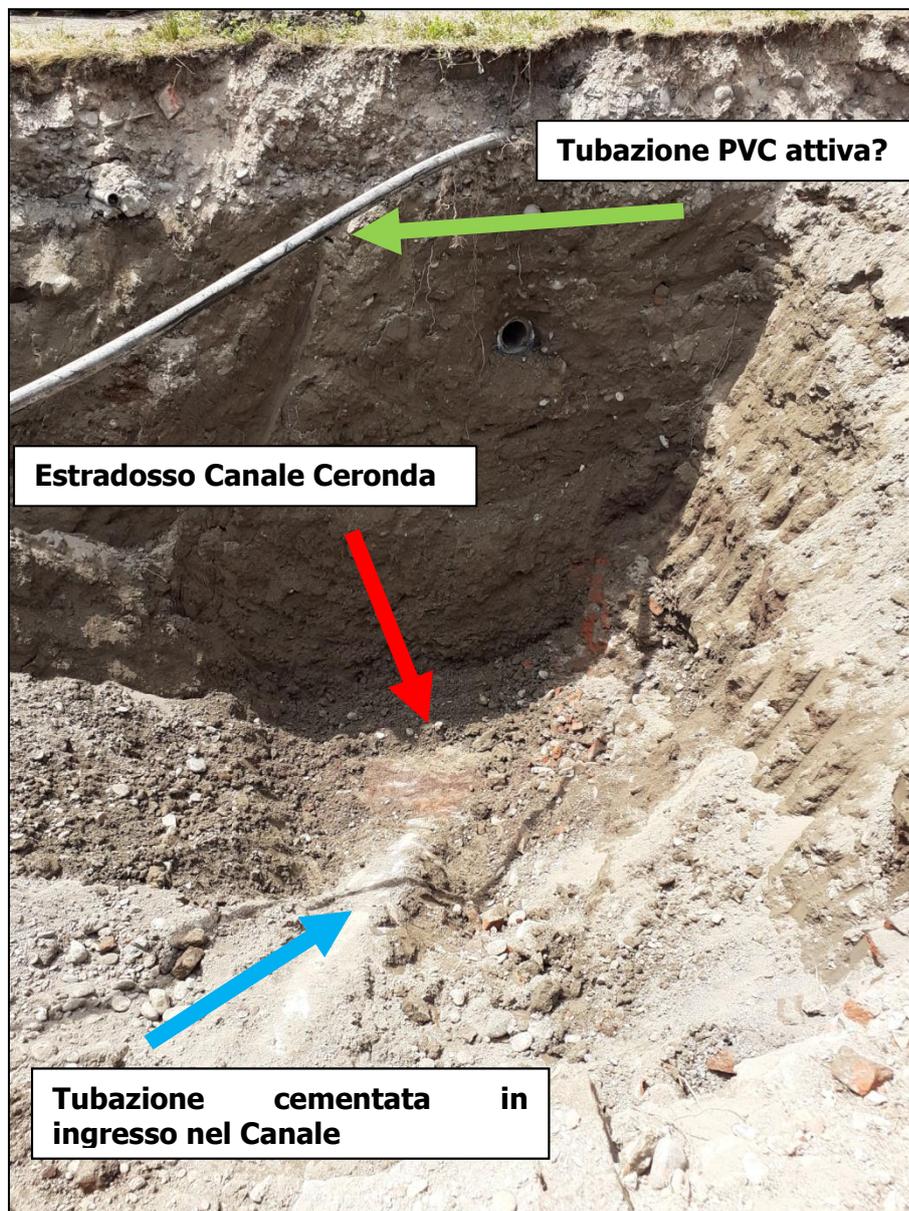


Figura 5 - Estradosso Canale Ceronda visto da Monte verso Valle (prof. 4,60 m da p.c.)

Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

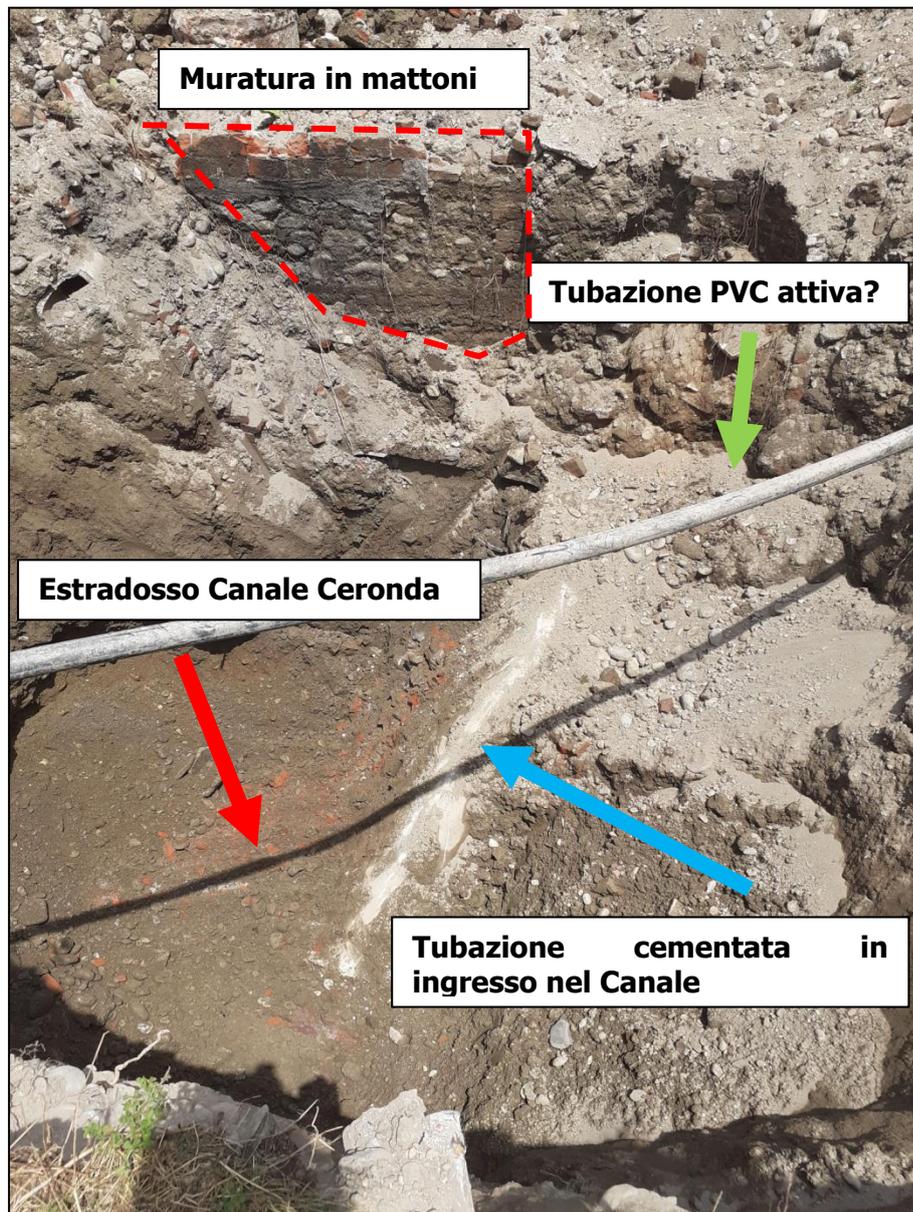


Figura 6 - Estradosso Canale Ceronda visto da Valle verso Monte (prof. 4,60 m da p.c.)

### 2.3 TIPOLOGIA DI MATERIALI SCAVATI



Figura 7 - Blocchi di CLS, manufatti residuali in mattoni e ciottoli decimetrici di origine naturale

Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022



Figura 8 - Blocchi di CLS, manufatti residuali in mattoni e ciottoli decimetrici di origine naturale

### **Il Tecnico incaricato**

**Dott. Geol. Efrem Ghezzi**



# SoilData

SERVICES S.R.L.

GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE  
INDAGINI E MONITORAGGI GEOTECNICI E AMBIENTALI  
GEOTERMIA - ENERGIE RINNOVABILI

## TSH Turin PropCo S.r.l.

### THE STUDENT HOTEL TORINO



## PROVE INFILTROMETRICHE A DOPPIO ANELLO RAPPORTO TECNICO DI PROVA

REVISIONE NR.	DATA	REDATTO	APPROVATO	NOTE
		<i>Previati</i>	<i>Giorgi</i>	
0	21 luglio 2020	Dr. R. Previati	Dr. G. Giorgi	

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PROVE INFILTROMETRICHE A DOPPIO ANELLO.....</b>	<b>4</b>

**ALLEGATI**

<b>1</b>	<b>Determinazione del peso di volume e del contenuto d'acqua – Risultati</b>
<b>2</b>	<b>Prove infiltrometriche – Risultati</b>

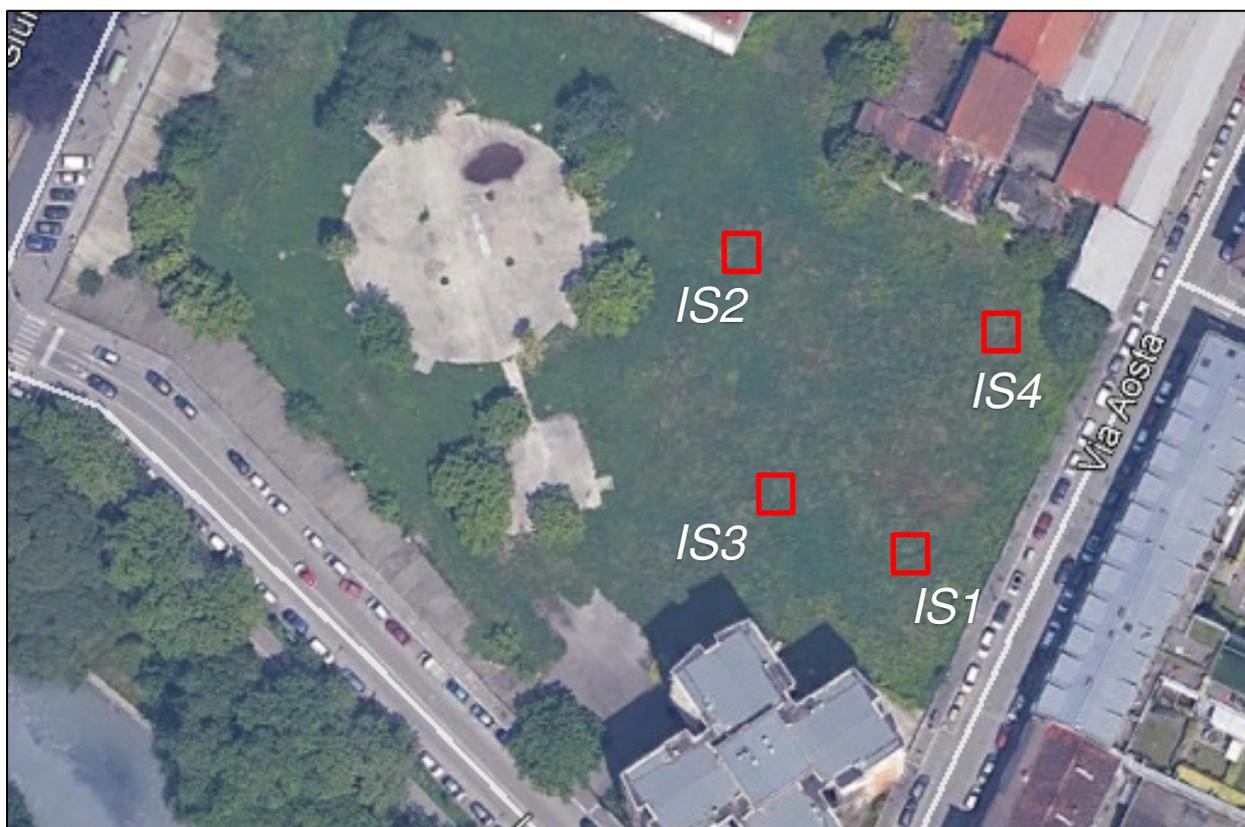
Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

## 1 PREMESSA

Il seguente rapporto contiene le risultanze delle prove infiltrometriche a doppio anello condotte il 9 e il 13 luglio 2020 in comune di Torino in Lungo Dora Firenze, finalizzate alla determinazione sperimentale della conducibilità idraulica da impiegare per il dimensionamento dei sistemi di dispersione delle acque meteoriche.

Le prove sono state condotte al fondo di pozzetti appositamente realizzati approfonditi fino alla profondità di 3.7 (IS1), 3.6 (IS2), 3.5 (IS3), e 3.4 (IS4) m da p.c..

In corrispondenza dei punti di prova è stata inoltre condotta una determinazione della densità e del contenuto naturale d'acqua dei terreni in sito a mezzo volumometro a sabbia calibrata, i cui risultati sono riportati in **Allegato 1**.



*Ubicazione prove infiltrometriche (area in rosso)*

In corrispondenza dei pozzetti di prova si è osservata la presenza di un primo livello di terreno di riporto fino alle profondità di 3.0 (IS1), 2.6 (IS2), 3.0 (IS3), e 2.5 (IS4) m da p.c. costituito da macerie da demolizione e resti di manufatti interrati, seguito fino alla massima profondità raggiunta dagli scavi da limo sabbioso e sabbia con limo.

## 2 PROVE INFILTROMETRICHE A DOPPIO ANELLO

Le prove infiltrometriche a doppio anello sono state condotte a carico costante in accordo alla norma UNI-EN-ISO-22282-5:2012 sul fondo di pozzetti esplorativi impiegando una attrezzatura di prova costituita da:

- anello interno di diametro interno pari a 200 mm ed altezza di 400 mm;
- anello esterno di diametro pari a 400 mm ed altezza di 400 mm;
- serbatoio di alimentazione con buretta graduata per la misura del volume infiltrato;
- aste graduate per la misura del livello idrico all'interno degli anelli di prova;
- tubazioni di collegamento;
- sensore di temperatura.

Di seguito si mostrano la localizzazione delle prove e le apparecchiature di prova impiegate.

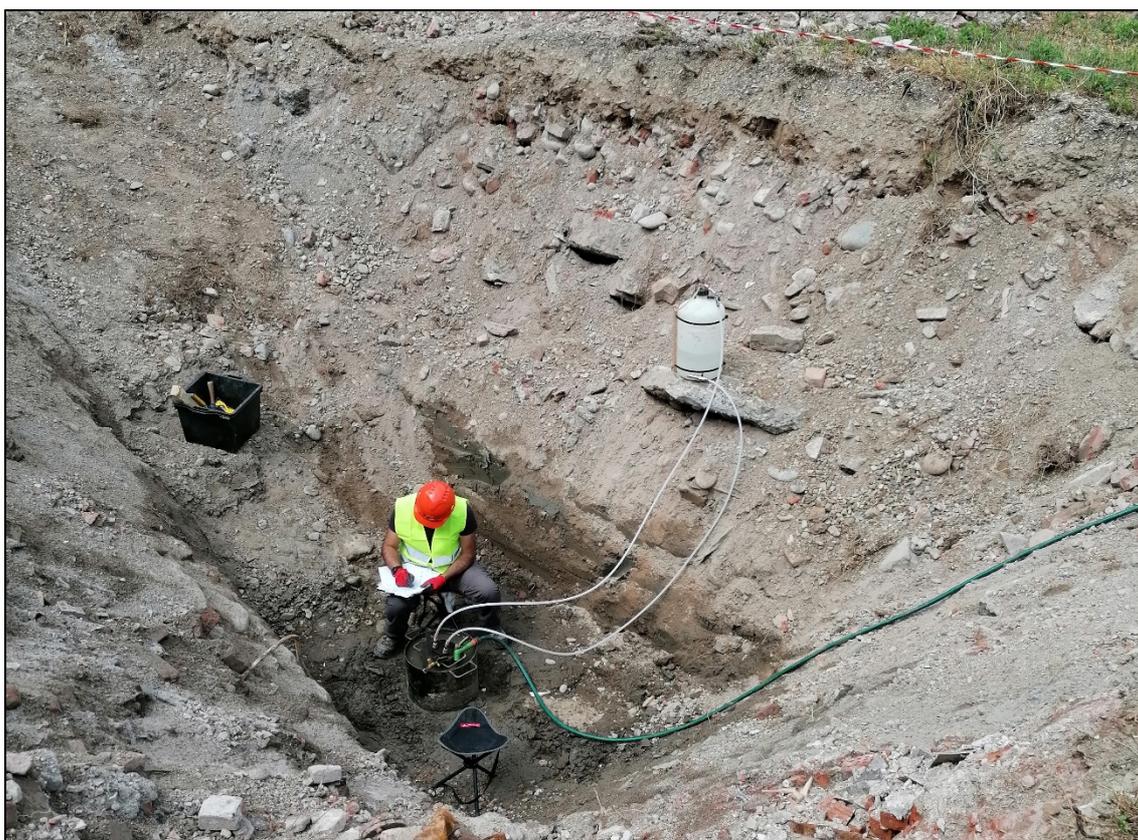


Foto 1 – Prova IS1

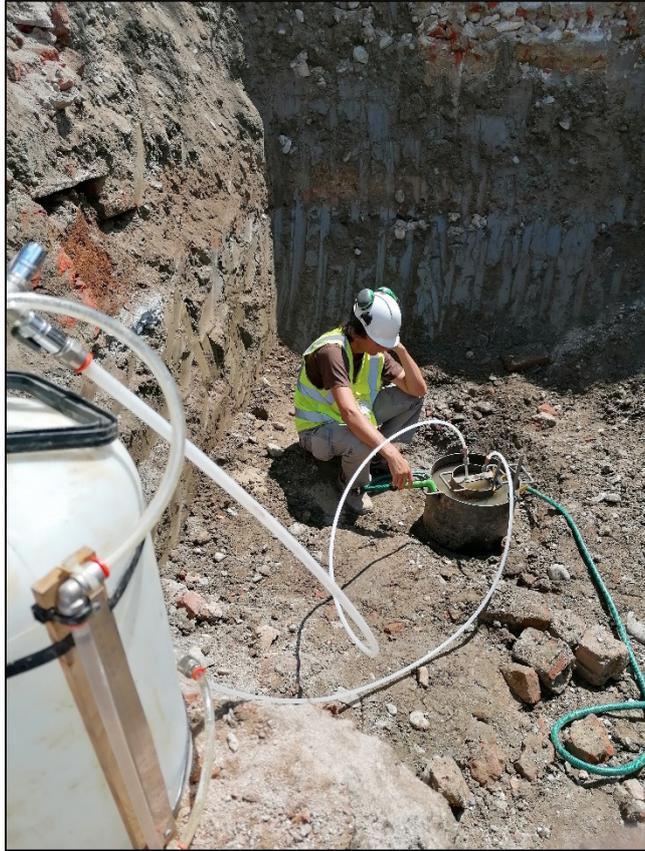


Foto 2 – Prova IS2



Foto 3 – Prova IS3

Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022



*Foto 4 – Prova IS4*

Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

La prova consiste nel misurare il volume di acqua infiltrato in funzione del tempo attraverso l'anello interno di misura e consente di determinare il valore del coefficiente di conducibilità idraulica del terreno; l'anello esterno, al quale si applica un carico idraulico analogo a quello applicato all'anello interno, ha la funzione di assicurare l'instaurarsi di condizioni di flusso verticale al di sotto dell'anello interno di misura.

La prova comprende una prima fase di saturazione preliminare, di durata variabile in funzione della conducibilità idraulica attesa seguita da una fase di misura a regime.

Per la determinazione della conducibilità idraulica vengono utilizzate le seguenti relazioni:

$$k = \frac{v}{i}$$

$$v = \frac{\Delta V}{A \cdot \Delta t}$$

$$i = \frac{z_w + h}{z_w}$$

$$z_w = \frac{V}{A \cdot \Delta \theta}$$

$$\Delta \theta = \theta_s - \theta_i$$

$$\theta_s = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}$$

$$\theta_i = w_i \cdot \frac{\rho_d}{\rho_w}$$

dove:

k : coefficiente di permeabilità

v : velocità di infiltrazione

$\Delta V$  : variazione di volume infiltrato

A : superficie di infiltrazione

- $\Delta t$  : intervallo tempo
- $i$  : gradiente idraulico
- $z_w$  : spessore del fronte di saturazione
- $h$  : carico idraulico di prova
- $\Delta\theta$  : differenza tra il contenuto volumetrico d'acqua a saturazione e quello iniziale
- $\theta_s$  : contenuto volumetrico d'acqua a saturazione
- $\theta_i$  : contenuto volumetrico d'acqua iniziale
- $w_i$  : contenuto gravimetrico d'acqua iniziale
- $\rho_d$  : densità del terreno allo stato secco
- $\rho_s$  : densità dei grani
- $\rho_w$  : densità dell'acqua

La densità del terreno sottoposto a prova è stata determinata a mezzo volumometro a sabbia calibrata, mentre il contenuto gravimetrico d'acqua iniziale è stato determinato su un campione prelevato al fondo del pozzetto di prova in laboratorio mediante essiccazione in stufa a 105°C sino a massa costante. I risultati delle determinazioni condotte sono riportati in **Allegato 1**.

Ù



Foto 5 e 6 – Volumometro a sabbia IS1 e IS2



Foto 6 e 7 – Volumometro a sabbia IS3 E IS4

Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

La velocità istantanea di infiltrazione a regime, impiegata per la determinazione del coefficiente di permeabilità, è stata ottenuta come derivata prima della infiltrazione a mezzo delle seguenti relazioni.

Caso 1 – andamento lineare

$$v = b$$

dove:

t : tempo a regime

a, b : coefficienti della legge di variazione lineare della infiltrazione cumulata  $I_c$  in funzione del tempo

$$I_c = a \cdot t + b$$

Caso 2 – andamento esponenziale

$$v = a \cdot b \cdot t^{(b-1)}$$

dove:

t : tempo a regime

a, b : coefficienti della legge di variazione esponenziale della infiltrazione cumulata  $I_c$  in funzione del tempo

$$I_c = a \cdot t^b$$

Da ultimo è stato calcolato il valore del coefficiente di permeabilità alla temperatura di riferimento di 20 °C  $k_{20}$  a mezzo della seguente relazione:

$$k_{20} = k_T \cdot e^{[2,44 \cdot 10^{-2} \cdot (20-T) + 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot (20-T)^2 + 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot (20-T)^3]}$$

dove:

T : temperatura media dell'acqua di prova

$k_T$  : coefficiente di permeabilità alla temperatura di prova

La prova condotta, riportata per esteso in allegato (cfr. **Al. 2**), ha fornito i risultati sintetizzati nella seguente tabella:

		<i>IS1</i>	<i>IS2</i>	<i>IS3</i>	<i>IS4</i>
Profondità di prova	[m]	3.7	3.6	3.5	3.4
Contenuto d'acqua iniziale	[%]	30.32	31.51	31.87	18.92
Peso di volume secco	[g/cm <sup>3</sup> ]	1.46	1.41	1.48	1.48
Conducibilità idraulica	[m/s]	$1.24 \cdot 10^{-6}$	$5.04 \cdot 10^{-6}$	$3.71 \cdot 10^{-6}$	$6.37 \cdot 10^{-7}$
Conducibilità idraulica a 20 °C	[m/s]	$1.24 \cdot 10^{-6}$	$5.04 \cdot 10^{-6}$	$3.71 \cdot 10^{-6}$	$7.04 \cdot 10^{-7}$

Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

**ALLEGATI**

**ALLEGATO 1**  
**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME**  
**E DEL CONTENUTO D'ACQUA**  
**RISULTATI**

**MISURA DENSITA' IN SITO**

<b>Committente</b>	TSH Turin PropCo S.r.l.
<b>Commessa</b>	The Student Hotel
<b>Località</b>	Torino
<b>Data</b>	13/7/20
<b>Misura di densità in sito n°</b>	D1

<b>Norma di riferimento</b>	ASTM D-1556		
<b>Profondità da p.c.</b>	[m]	3,70	
<b>Contenitore n°</b>	-	1	
<b>Peso iniziale contenitore</b>	[g]	7910	M1
<b>Peso finale contenitore</b>	[g]	5085	M2
<b>Peso tara</b>	[g]	23	Mt
<b>Peso lordo terreno umido</b>	[g]	1824	M3+Mt
<b>Peso terreno umido</b>	[g]	1801	M3
<b>Peso lordo terreno secco</b>	[g]	1405	M4+Mt
<b>Peso terreno secco</b>	[g]	1382	M4

<b>Densità sabbia [g/cm<sup>3</sup>]</b>	1,34
<b>Peso sabbia nel cono [g]</b>	1559
<b>Data calibrazione</b>	19/11/18

**Risultati**

<b>Volume foro di prova</b>	[cm <sup>3</sup> ]	945
<b>Densità in sito <math>\rho</math></b>	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,91
<b>Densità secca in sito <math>\rho_d</math></b>	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,46
<b>Contenuto naturale d'acqua</b>	[%]	30,32

<b>Descrizione del terreno in prova</b>	Limo sabbioso
---	---------------

**MISURA DENSITA' IN SITO**

<b>Committente</b>	TSH Turin PropCo S.r.l.
<b>Commessa</b>	The Student Hotel
<b>Località</b>	Torino
<b>Data</b>	13/7/20
<b>Misura di densità in sito n°</b>	D2

<b>Norma di riferimento</b>	ASTM D-1556		
<b>Profondità da p.c.</b>	[m]	3,70	
<b>Contenitore n°</b>	-	2	
<b>Peso iniziale contenitore</b>	[g]	7156	M1
<b>Peso finale contenitore</b>	[g]	4127	M2
<b>Peso tara</b>	[g]	35	Mt
<b>Peso lordo terreno umido</b>	[g]	2076	M3+Mt
<b>Peso terreno umido</b>	[g]	2041	M3
<b>Peso lordo terreno secco</b>	[g]	1587	M4+Mt
<b>Peso terreno secco</b>	[g]	1552	M4

<b>Densità sabbia [g/cm<sup>3</sup>]</b>	1,34
<b>Peso sabbia nel cono [g]</b>	1559
<b>Data calibrazione</b>	19/11/18

**Risultati**

<b>Volume foro di prova</b>	[cm <sup>3</sup> ]	1097
<b>Densità in sito <math>\rho</math></b>	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,86
<b>Densità secca in sito <math>\rho_d</math></b>	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,41
<b>Contenuto naturale d'acqua</b>	[%]	31,51

<b>Descrizione del terreno in prova</b>	Limo sabbioso
---	---------------

**MISURA DENSITA' IN SITO**

<b>Committente</b>	TSH Turin PropCo S.r.l.
<b>Commessa</b>	The Student Hotel
<b>Località</b>	Torino
<b>Data</b>	13/7/20
<b>Misura di densità in sito n°</b>	D3

<b>Norma di riferimento</b>	ASTM D-1556		
<b>Profondità da p.c.</b>	[m]	3,50	
<b>Contenitore n°</b>	-	3	
<b>Peso iniziale contenitore</b>	[g]	7793	M1
<b>Peso finale contenitore</b>	[g]	4972	M2
<b>Peso tara</b>	[g]	23	Mt
<b>Peso lordo terreno umido</b>	[g]	1856	M3+Mt
<b>Peso terreno umido</b>	[g]	1833	M3
<b>Peso lordo terreno secco</b>	[g]	1413	M4+Mt
<b>Peso terreno secco</b>	[g]	1390	M4

<b>Densità sabbia [g/cm<sup>3</sup>]</b>	1,34
<b>Peso sabbia nel cono [g]</b>	1559
<b>Data calibrazione</b>	19/11/18

**Risultati**

<b>Volume foro di prova</b>	[cm <sup>3</sup> ]	942
<b>Densità in sito <math>\rho</math></b>	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,95
<b>Densità secca in sito <math>\rho_d</math></b>	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,48
<b>Contenuto naturale d'acqua</b>	[%]	31,87

<b>Descrizione del terreno in prova</b>	Limo sabbioso
---	---------------

**MISURA DENSITA' IN SITO**

<b>Committente</b>	TSH Turin PropCo S.r.l.
<b>Commessa</b>	The Student Hotel
<b>Località</b>	Torino
<b>Data</b>	9/7/20
<b>Misura di densità in sito n°</b>	D4

<b>Norma di riferimento</b>	ASTM D-1556		
<b>Profondità da p.c.</b>	[m]	3,40	
<b>Contenitore n°</b>	-	4	
<b>Peso iniziale contenitore</b>	[g]	7353	M1
<b>Peso finale contenitore</b>	[g]	4705	M2
<b>Peso tara</b>	[g]	23	Mt
<b>Peso lordo terreno umido</b>	[g]	1450	M3+Mt
<b>Peso terreno umido</b>	[g]	1427	M3
<b>Peso lordo terreno secco</b>	[g]	1223	M4+Mt
<b>Peso terreno secco</b>	[g]	1200	M4

<b>Densità sabbia [g/cm<sup>3</sup>]</b>	1,34
<b>Peso sabbia nel cono [g]</b>	1559
<b>Data calibrazione</b>	19/11/18

**Risultati**

<b>Volume foro di prova</b>	[cm <sup>3</sup> ]	813
<b>Densità in sito <math>\rho</math></b>	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,76
<b>Densità secca in sito <math>\rho_d</math></b>	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,48
<b>Contenuto naturale d'acqua</b>	[%]	18,92

<b>Descrizione del terreno in prova</b>	Limo sabbioso
---	---------------

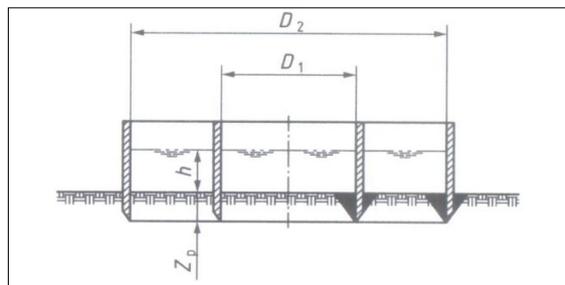
Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022

**ALLEGATO 2**  
**PROVE INFILTROMETRICHE**  
**RISULTATI**

**PROVA INFILTROMETRICA A DOPPIO ANELLO**

<b>Committente</b>	TSH Turin PropCo S.r.l.
<b>Commessa</b>	The Student Hotel
<b>Località</b>	Torino
<b>Data</b>	13/7/20
<b>Prova infiltrometrica n°</b>	IS1

<b>Norma di riferimento</b>	UNI EN ISO 2282-5	
<b>Profondità da p.c.</b>	[m]	3,70
<b>Profondità di infissione <math>Z_p</math></b>	[mm]	100
<b>Diametro anello interno <math>D_1</math></b>	[mm]	200
<b>Diametro anello esterno <math>D_2</math></b>	[mm]	400
<b>Carico idrostatico <math>h</math></b>	[mm]	270
<b>Superficie serbatoio</b>	[cm <sup>2</sup> ]	537,63
<b>Superficie anello interno</b>	[cm <sup>2</sup> ]	314,16



<b>Descrizione del terreno in prova</b>	Limo sabbioso
---	---------------

<b>Fase di saturazione iniziale</b>	
<b>Durata</b> [min]	30
<b>Volume infiltrato</b> [cm <sup>3</sup> ]	125,4

<b>Fase di misura</b>	
<b>Durata</b> [min]	60
<b>Volume infiltrato</b> [cm <sup>3</sup> ]	241,9

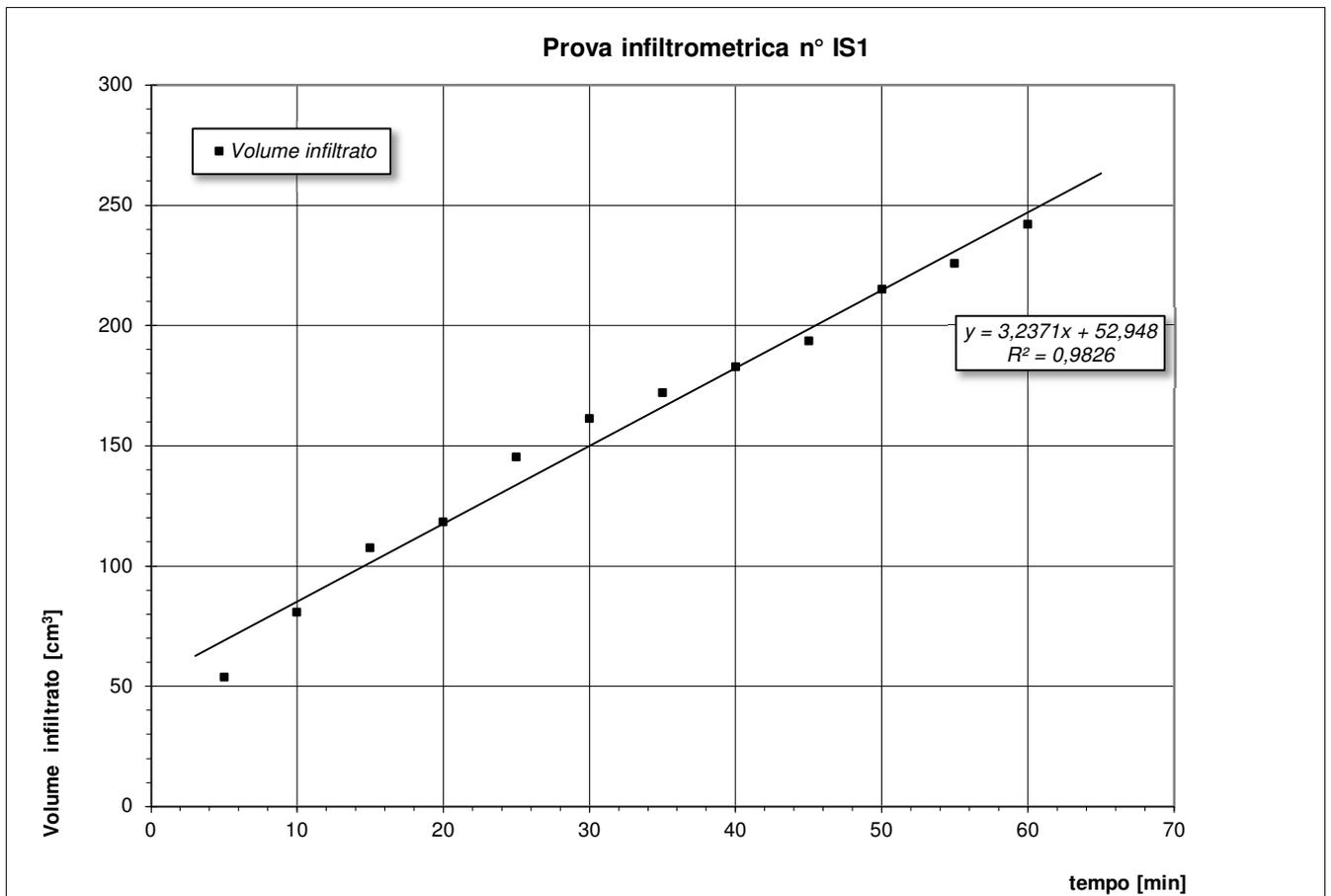
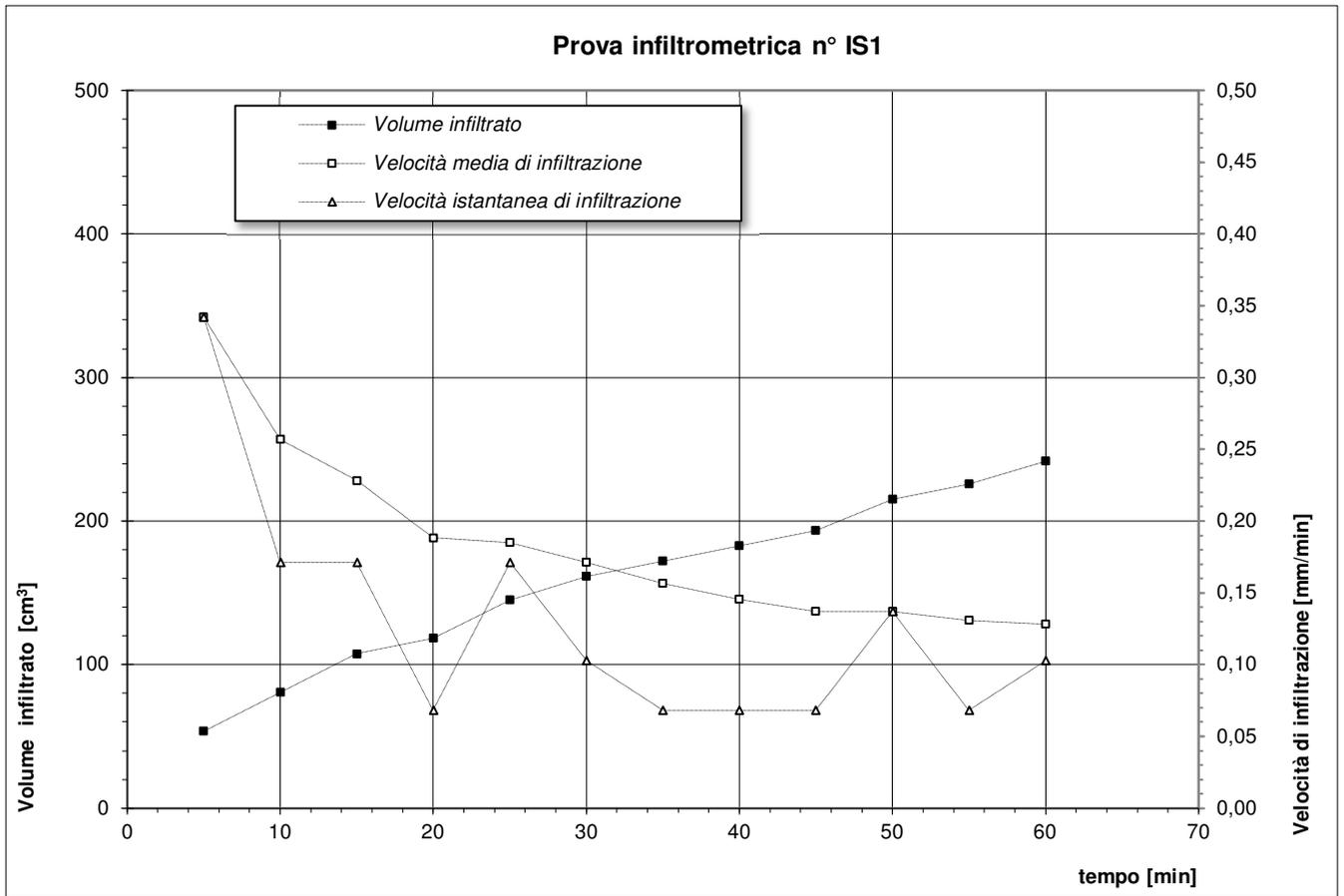
<b>Letture di campagna</b>		
<b>Tempo</b> [h.m.s.]	<b>Livello serbatoio</b> [mm]	<b>T acqua</b> [°C]
00:00:00	142,0	20,0
00:05:00	141,0	20,0
00:10:00	140,5	20,0
00:15:00	140,0	20,0
00:20:00	139,8	20,0
00:25:00	139,3	20,0
00:30:00	139,0	20,0
00:35:00	138,8	20,0
00:40:00	138,6	20,0
00:45:00	138,4	20,0
00:50:00	138,0	20,0
00:55:00	137,8	20,0
01:00:00	137,5	20,0

<b>Elaborazioni</b>					
<b>t</b> [min]	<b>Δt</b> [min]	<b>Volume infiltrato</b>		<b>Velocità flusso</b>	
		<b>Parziale</b> [cm <sup>3</sup> ]	<b>Cumulato</b> [cm <sup>3</sup> ]	<b>Media</b> [mm/min]	<b>Istantanea</b> [mm/min]
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	5,00	53,8	53,8	0,34	0,34
10,00	5,00	26,9	80,6	0,26	0,17
15,00	5,00	26,9	107,5	0,23	0,17
20,00	5,00	10,8	118,3	0,19	0,07
25,00	5,00	26,9	145,2	0,18	0,17
30,00	5,00	16,1	161,3	0,17	0,10
35,00	5,00	10,8	172,0	0,16	0,07
40,00	5,00	10,8	182,8	0,15	0,07
45,00	5,00	10,8	193,5	0,14	0,07
50,00	5,00	21,5	215,1	0,14	0,14
55,00	5,00	10,8	225,8	0,13	0,07
60,00	5,00	16,1	241,9	0,13	0,10

<b>Parametri della retta di regressione</b>			
<b>a</b>	3,24	<b>b</b>	52,95

<b>Determinazione della conducibilità idraulica</b>		
<b>Volume totale filtrato</b>	[cm <sup>3</sup> ]	367
<b>Velocità di infiltrazione a regime</b>	[m/s]	1,72E-06
<b>Spessore del fronte di saturazione</b>	[mm]	704,91
<b>Gradiente idraulico</b>	[-]	1,38
<b>Conducibilità idraulica</b>	[m/s]	1,24E-06
<b>Conducibilità idraulica a 20 °C</b>	[m/s]	1,24E-06

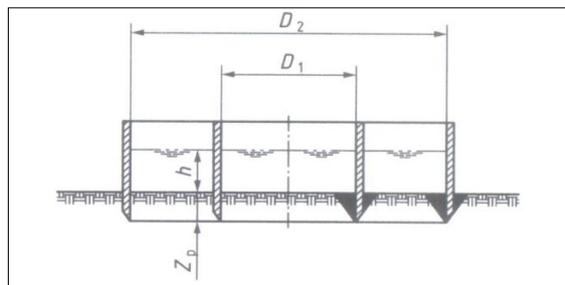
<b>Contenuto d'acqua iniziale [%]</b>	30,32
<b>Densità secca [g/cm<sup>3</sup>]</b>	1,46
<b>Peso specifico dei grani [g/cm<sup>3</sup>]</b>	2,70
<b>Umidità volumetrica iniziale <math>\theta_i</math> [-]</b>	0,44
<b>Umidità volumetrica satura <math>\theta_s</math> [-]</b>	0,46
<b><math>\Delta\theta</math></b>	0,02



**PROVA INFILTROMETRICA A DOPPIO ANELLO**

<b>Committente</b>	TSH Turin PropCo S.r.l.
<b>Commessa</b>	The Student Hotel
<b>Località</b>	Torino
<b>Data</b>	13/7/20
<b>Prova infiltrometrica n°</b>	IS2

<b>Norma di riferimento</b>	UNI EN ISO 2282-5	
<b>Profondità da p.c.</b>	[m]	3,60
<b>Profondità di infissione <math>Z_p</math></b>	[mm]	120
<b>Diametro anello interno <math>D_1</math></b>	[mm]	200
<b>Diametro anello esterno <math>D_2</math></b>	[mm]	400
<b>Carico idrostatico <math>h</math></b>	[mm]	270
<b>Superficie serbatoio</b>	[cm <sup>2</sup> ]	537,63
<b>Superficie anello interno</b>	[cm <sup>2</sup> ]	314,16



<b>Descrizione del terreno in prova</b>	Sabbia limosa
---	---------------

<b>Fase di saturazione iniziale</b>	
<b>Durata [min]</b>	30
<b>Volume infiltrato [cm<sup>3</sup>]</b>	887,0

122

<b>Fase di misura</b>	
<b>Durata [min]</b>	60
<b>Volume infiltrato [cm<sup>3</sup>]</b>	1774,2

<b>Letture di campagna</b>		
<b>Tempo</b>	<b>Livello serbatoio</b>	<b>T acqua</b>
[h.m.s.]	[mm]	[°C]
00:00:00	142,0	20,0
00:05:00	120,0	20,0
00:10:00	118,5	20,0
00:15:00	118,0	20,0
00:20:00	117,0	20,0
00:25:00	116,0	20,0
00:30:00	115,0	20,0
00:35:00	113,0	20,0
00:40:00	112,5	20,0
00:45:00	112,0	20,0
00:50:00	111,0	20,0
00:55:00	110,5	20,0
01:00:00	109,0	20,0

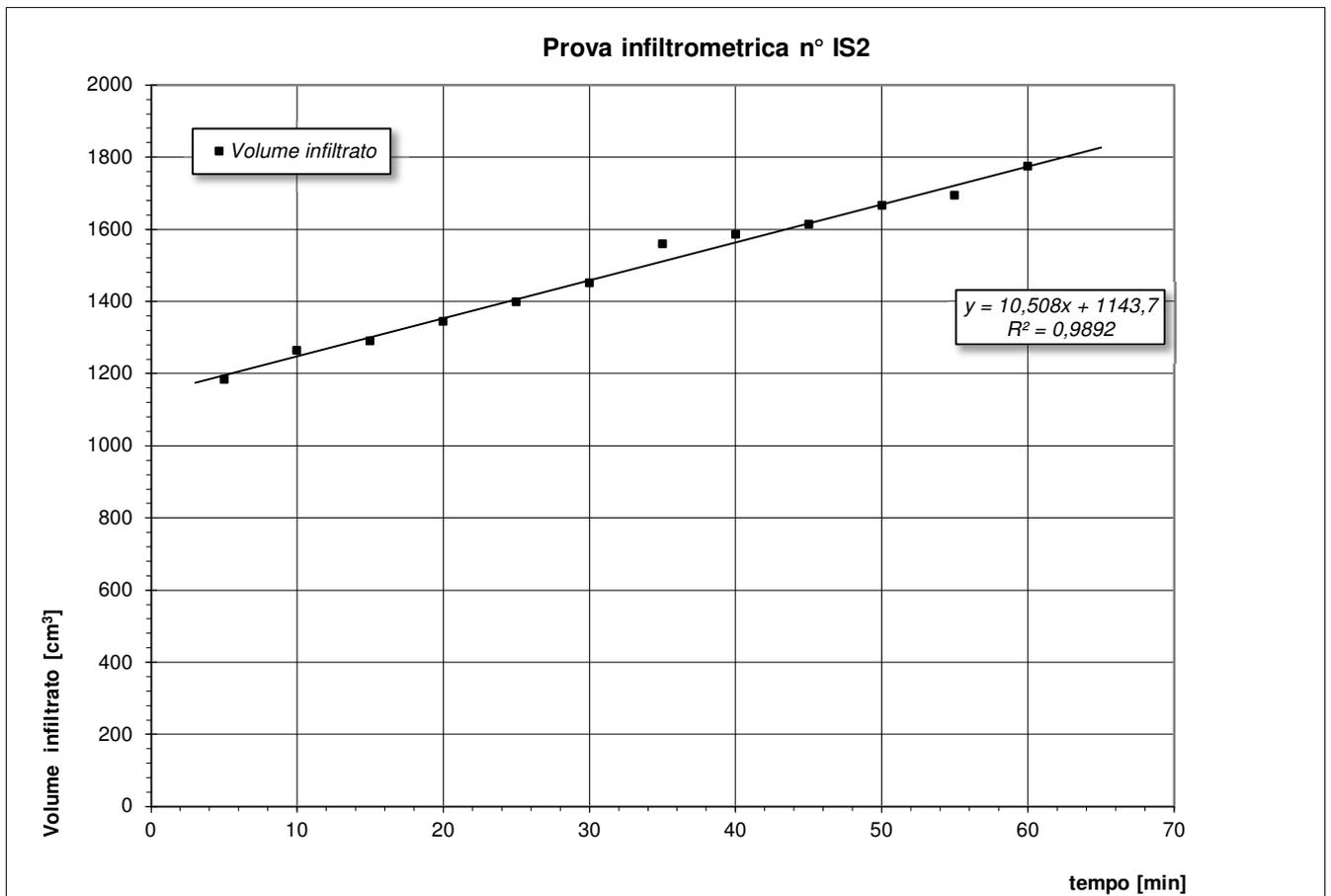
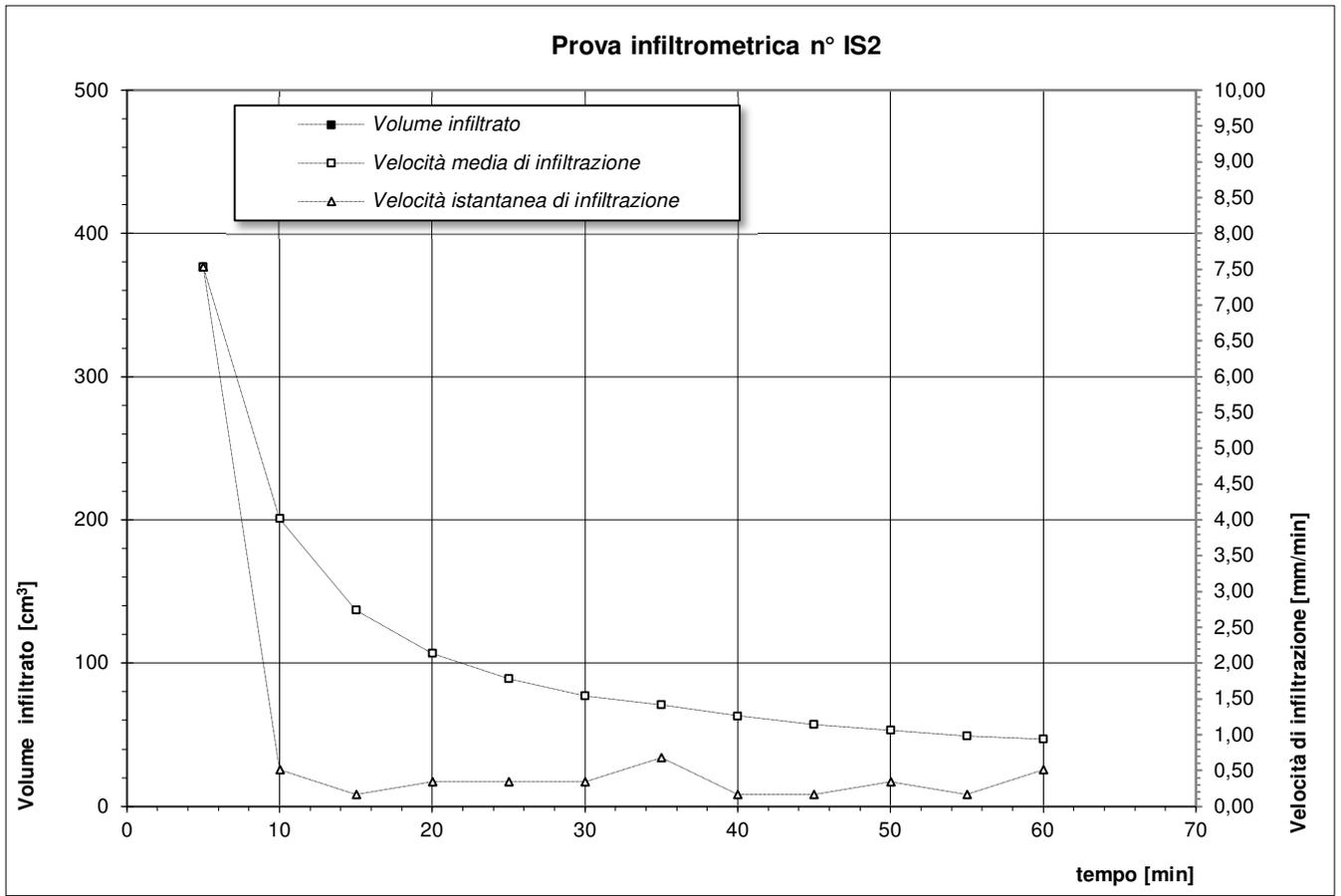
<b>Elaborazioni</b>					
<b>t</b>	<b>Δt</b>	<b>Volume infiltrato</b>		<b>Velocità flusso</b>	
		<b>Parziale</b>	<b>Cumulato</b>	<b>Media</b>	<b>Istantanea</b>
[min]	[min]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[mm/min]	[mm/min]
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	5,00	1182,8	1182,8	7,53	7,53
10,00	5,00	80,6	1263,4	4,02	0,51
15,00	5,00	26,9	1290,3	2,74	0,17
20,00	5,00	53,8	1344,1	2,14	0,34
25,00	5,00	53,8	1397,8	1,78	0,34
30,00	5,00	53,8	1451,6	1,54	0,34
35,00	5,00	107,5	1559,1	1,42	0,68
40,00	5,00	26,9	1586,0	1,26	0,17
45,00	5,00	26,9	1612,9	1,14	0,17
50,00	5,00	53,8	1666,7	1,06	0,34
55,00	5,00	26,9	1693,5	0,98	0,17
60,00	5,00	80,6	1774,2	0,94	0,51

<b>Parametri della retta di regressione</b>			
<b>a</b>	10,51	<b>b</b>	1143,70

<b>Determinazione della conducibilità idraulica</b>		
<b>Volume totale filtrato</b>	[cm <sup>3</sup> ]	2661
<b>Velocità di infiltrazione a regime</b>	[m/s]	5,57E-06
<b>Spessore del fronte di saturazione</b>	[mm]	2529,59
<b>Gradiente idraulico</b>	[-]	1,11
<b>Conducibilità idraulica</b>	[m/s]	5,04E-06
<b>Conducibilità idraulica a 20 °C</b>	[m/s]	5,04E-06

<b>Contenuto d'acqua iniziale [%]</b>	31,51
<b>Densità secca [g/cm<sup>3</sup>]</b>	1,41
<b>Peso specifico dei grani [g/cm<sup>3</sup>]</b>	2,70
<b>Umidità volumetrica iniziale <math>\theta_i</math> [-]</b>	0,44
<b>Umidità volumetrica satura <math>\theta_s</math> [-]</b>	0,48
<b><math>\Delta\theta</math></b>	0,03

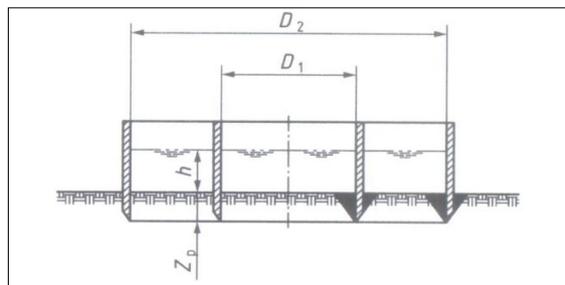
Arrivo: AOO 055, N. Prot. 00001405 del 07/06/2022



**PROVA INFILTROMETRICA A DOPPIO ANELLO**

<b>Committente</b>	TSH Turin PropCo S.r.l.
<b>Commessa</b>	The Student Hotel
<b>Località</b>	Torino
<b>Data</b>	13/7/20
<b>Prova infiltrometrica n°</b>	IS3

<b>Norma di riferimento</b>	UNI EN ISO 2282-5	
<b>Profondità da p.c.</b>	[m]	3,50
<b>Profondità di infissione <math>Z_p</math></b>	[mm]	110
<b>Diametro anello interno <math>D_1</math></b>	[mm]	200
<b>Diametro anello esterno <math>D_2</math></b>	[mm]	400
<b>Carico idrostatico <math>h</math></b>	[mm]	260
<b>Superficie serbatoio</b>	[cm <sup>2</sup> ]	537,63
<b>Superficie anello interno</b>	[cm <sup>2</sup> ]	314,16



<b>Descrizione del terreno in prova</b>	Limo sabbioso
---	---------------

<b>Fase di saturazione iniziale</b>	
<b>Durata [min]</b>	30
<b>Volume infiltrato [cm<sup>3</sup>]</b>	323,0

122

<b>Fase di misura</b>	
<b>Durata [min]</b>	60
<b>Volume infiltrato [cm<sup>3</sup>]</b>	645,2

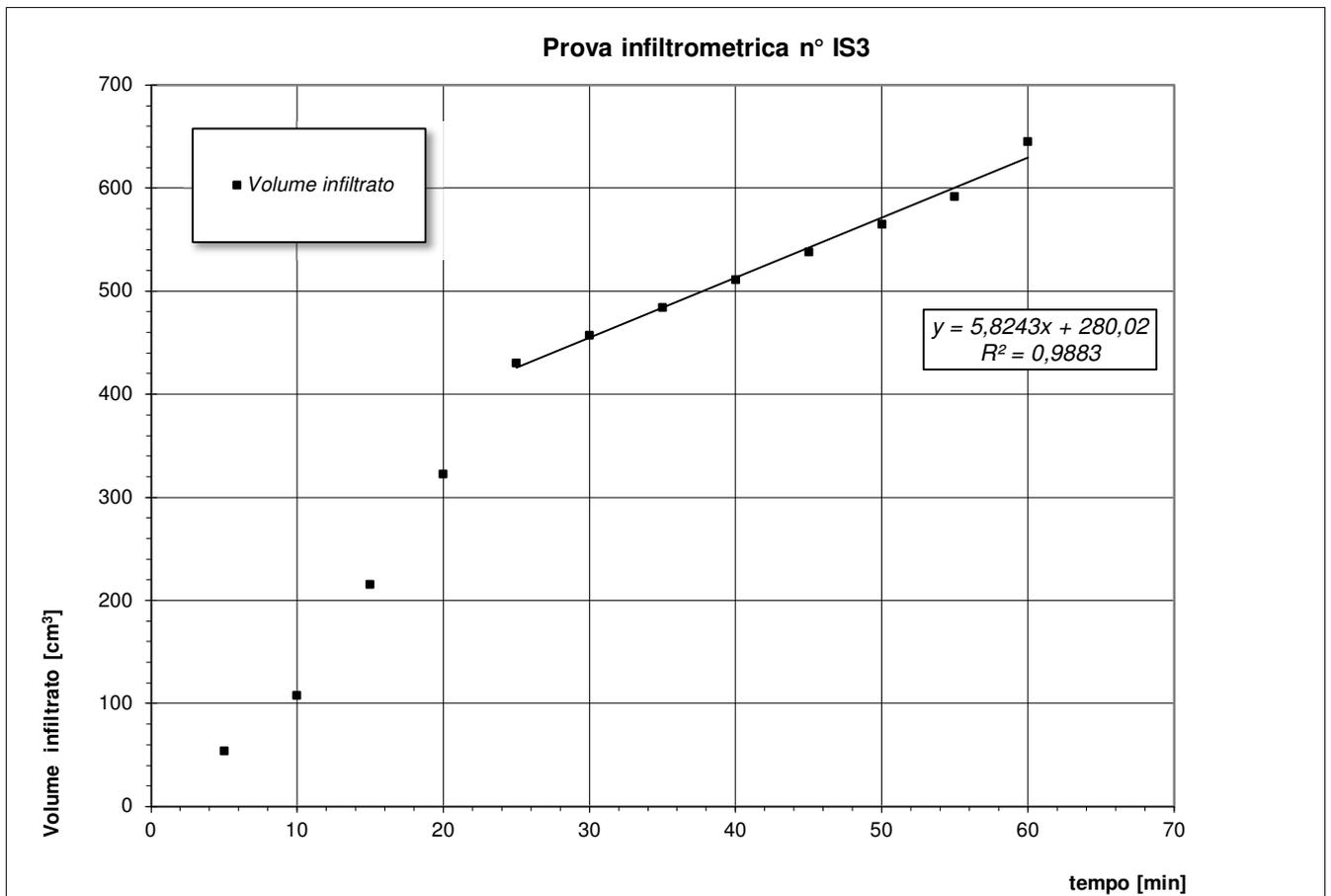
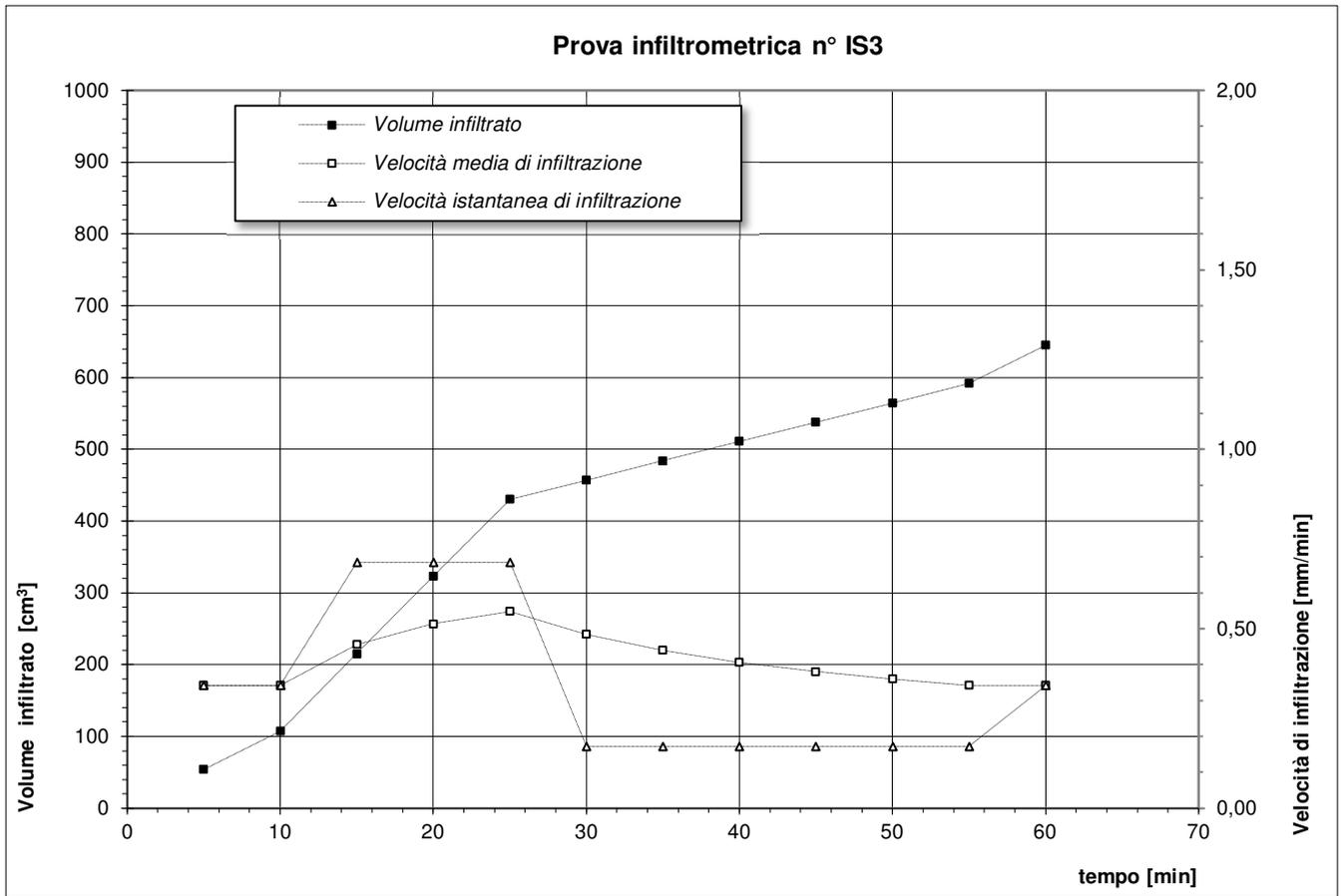
<b>Letture di campagna</b>		
<b>Tempo</b> [h.m.s.]	<b>Livello serbatoio</b> [mm]	<b>T acqua</b> [°C]
00:00:00	297,0	20,0
00:05:00	296,0	20,0
00:10:00	295,0	20,0
00:15:00	293,0	20,0
00:20:00	291,0	20,0
00:25:00	289,0	20,0
00:30:00	288,5	20,0
00:35:00	288,0	20,0
00:40:00	287,5	20,0
00:45:00	287,0	20,0
00:50:00	286,5	20,0
00:55:00	286,0	20,0
01:00:00	285,0	20,0

<b>Elaborazioni</b>					
<b>t</b> [min]	<b>Δt</b> [min]	<b>Volume infiltrato</b>		<b>Velocità flusso</b>	
		<b>Parziale</b> [cm <sup>3</sup> ]	<b>Cumulato</b> [cm <sup>3</sup> ]	<b>Media</b> [mm/min]	<b>Istantanea</b> [mm/min]
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	5,00	53,8	53,8	0,34	0,34
10,00	5,00	53,8	107,5	0,34	0,34
15,00	5,00	107,5	215,1	0,46	0,68
20,00	5,00	107,5	322,6	0,51	0,68
25,00	5,00	107,5	430,1	0,55	0,68
30,00	5,00	26,9	457,0	0,48	0,17
35,00	5,00	26,9	483,9	0,44	0,17
40,00	5,00	26,9	510,7	0,41	0,17
45,00	5,00	26,9	537,6	0,38	0,17
50,00	5,00	26,9	564,5	0,36	0,17
55,00	5,00	26,9	591,4	0,34	0,17
60,00	5,00	53,8	645,2	0,34	0,34

<b>Parametri della retta di regressione</b>			
<b>a</b>	5,82	<b>b</b>	280,02

<b>Determinazione della conducibilità idraulica</b>		
<b>Volume totale filtrato</b>	[cm <sup>3</sup> ]	968
<b>Velocità di infiltrazione a regime</b>	[m/s]	3,09E-06
<b>Spessore del fronte di saturazione</b>	[mm]	-1554,54
<b>Gradiente idraulico</b>	[-]	0,83
<b>Conducibilità idraulica</b>	[m/s]	3,71E-06
<b>Conducibilità idraulica a 20 °C</b>	[m/s]	3,71E-06

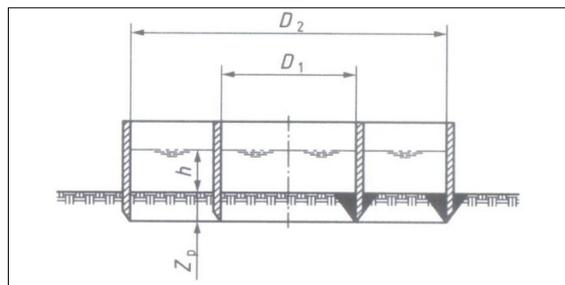
<b>Contenuto d'acqua iniziale [%]</b>	31,87
<b>Densità secca [g/cm<sup>3</sup>]</b>	1,48
<b>Peso specifico dei grani [g/cm<sup>3</sup>]</b>	2,70
<b>Umidità volumetrica iniziale <math>\theta_i</math> [-]</b>	0,47
<b>Umidità volumetrica satura <math>\theta_s</math> [-]</b>	0,45
<b><math>\Delta\theta</math></b>	-0,02



**PROVA INFILTROMETRICA A DOPPIO ANELLO**

<b>Committente</b>	TSH Turin PropCo S.r.l.
<b>Commessa</b>	The Student Hotel
<b>Località</b>	Torino
<b>Data</b>	7/7/20
<b>Prova infiltrometrica n°</b>	IS4

<b>Norma di riferimento</b>	UNI EN ISO 2282-5	
<b>Profondità da p.c.</b>	[m]	3,50
<b>Profondità di infissione <math>Z_p</math></b>	[mm]	110
<b>Diametro anello interno <math>D_1</math></b>	[mm]	200
<b>Diametro anello esterno <math>D_2</math></b>	[mm]	400
<b>Carico idrostatico <math>h</math></b>	[mm]	250
<b>Superficie serbatoio</b>	[cm <sup>2</sup> ]	537,63
<b>Superficie anello interno</b>	[cm <sup>2</sup> ]	314,16



<b>Descrizione del terreno in prova</b>	Limo sabbioso
---	---------------

<b>Fase di saturazione iniziale</b>		122
<b>Durata</b> [min]	30	
<b>Volume infiltrato</b> [cm <sup>3</sup> ]	165,3	

<b>Fase di misura</b>	
<b>Durata</b> [min]	60
<b>Volume infiltrato</b> [cm <sup>3</sup> ]	322,6

<b>Letture di campagna</b>		
<b>Tempo</b> [h.m.s.]	<b>Livello serbatoio</b> [mm]	<b>T acqua</b> [°C]
00:00:00	325,0	16,0
00:05:00	324,0	16,0
00:10:00	323,0	16,0
00:15:00	322,8	16,0
00:20:00	322,5	16,0
00:25:00	322,0	16,0
00:30:00	321,5	16,0
00:35:00	321,0	16,0
00:40:00	320,8	16,0
00:45:00	320,5	16,0
00:50:00	320,0	16,0
00:55:00	319,5	16,0
01:00:00	319,0	16,0

<b>Elaborazioni</b>					
<b>t</b> [min]	<b>Δt</b> [min]	<b>Volume infiltrato</b>		<b>Velocità flusso</b>	
		<b>Parziale</b> [cm <sup>3</sup> ]	<b>Cumulato</b> [cm <sup>3</sup> ]	<b>Media</b> [mm/min]	<b>Istantanea</b> [mm/min]
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	5,00	53,8	53,8	0,34	0,34
10,00	5,00	53,8	107,5	0,34	0,34
15,00	5,00	10,8	118,3	0,25	0,07
20,00	5,00	16,1	134,4	0,21	0,10
25,00	5,00	26,9	161,3	0,21	0,17
30,00	5,00	26,9	188,2	0,20	0,17
35,00	5,00	26,9	215,1	0,20	0,17
40,00	5,00	10,8	225,8	0,18	0,07
45,00	5,00	16,1	241,9	0,17	0,10
50,00	5,00	26,9	268,8	0,17	0,17
55,00	5,00	26,9	295,7	0,17	0,17
60,00	5,00	26,9	322,6	0,17	0,17

<b>Parametri della retta di regressione</b>			
<b>a</b>	4,52	<b>b</b>	47,57

<b>Determinazione della conducibilità idraulica</b>		
<b>Volume totale filtrato</b>	[cm <sup>3</sup> ]	488
<b>Velocità di infiltrazione a regime</b>	[m/s]	2,40E-06
<b>Spessore del fronte di saturazione</b>	[mm]	90,37
<b>Gradiente idraulico</b>	[-]	3,77
<b>Conducibilità idraulica</b>	[m/s]	6,37E-07
<b>Conducibilità idraulica a 20 °C</b>	[m/s]	7,04E-07

<b>Contenuto d'acqua iniziale [%]</b>	18,92
<b>Densità secca [g/cm<sup>3</sup>]</b>	1,48
<b>Peso specifico dei grani [g/cm<sup>3</sup>]</b>	2,70
<b>Umidità volumetrica iniziale <math>\theta_i</math> [-]</b>	0,28
<b>Umidità volumetrica satura <math>\theta_s</math> [-]</b>	0,45
<b><math>\Delta\theta</math></b>	0,17

