



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA

Finanziato dal Unione Europea dell'iniziativa NextGenerationEU Misura M2C2 - 4.2 Sviluppo  
trasporto rapido di Massa

CUP B31E20000230001



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
**ALBERTO BITOSSI**  
IL DIRETTORE ESECUTORE DEL CONTRATTO  
**ANTONIO ROSSA**

COMUNE DI GENOVA

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL  
TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE  
CONNESSE)**

**PROGETTAZIONE**

**MANDANTARIA**



**MANDANTE**

**MANDANTE**

**MANDANTE**



**ABDR s.r.l. , TECHNITAL S.p.A.**

**OFFICINA/PARCHEGGIO STAGLIENO**

**STUDIO ARCHITETTONICO**

**RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA DELLA PERMEABILITÀ DEL SUOLO**

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Dot. Ing. Alessandro Peresso

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

E 2 1 D 0 0 D Z Z R H F A 1 5 0 0 0 0 1 A

| Rev. | Descrizione         | Redatto | Data       | Verificato  | Data       | Approvato  | Data       |
|------|---------------------|---------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| A    | EMISSIONE ESECUTIVA | ABDR    | 29/06/2023 | P. Desideri | 29/06/2023 | A. Peresso | 29/06/2023 |
|      |                     |         |            |             |            |            |            |
|      |                     |         |            |             |            |            |            |
|      |                     |         |            |             |            |            |            |



File: E21D-00-D-ZZ-RH-FA1500-001-A

n. Elab.:

|  | <b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>  |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO</b>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D ZZ</td> <td>RH</td> <td>FA1500 001</td> <td>A</td> <td>2 di 20</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | E21D | 00 D ZZ | RH | FA1500 001 | A | 2 di 20 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| E21D   | 00 D ZZ  | RH       | FA1500 001 | A        | 2 di 20   |      |        |      |         |    |            |   |         |

## Sommario

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUZIONE.....  | 3  |
| 2. DESCRIZIONE DEI LUOGHI.....  | 3  |
| 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....   | 4  |
| 4. LINEE GUIDA PER LA PREVENZIONE E GESTIONE DELL'ACQUA DI PRIMA PIOGGIA E INVARIANZA IDRAULICA ..... | 5  |
| 5. DIMENSIONAMENTO VASCA DI LAMINAZIONE .....   | 11 |
| 5.1 Definizione del rapporto di permeabilità dello stato attuale.....                                 | 11 |
| 5.2 Definizione del rapporto di permeabilità dello stato di progetto.....                             | 13 |
| 5.3 Definizione del volume della vasca di laminazione e del tubo di scarico .....                     | 15 |
| ALLEGATO coefficienti di deflusso .....   | 17 |

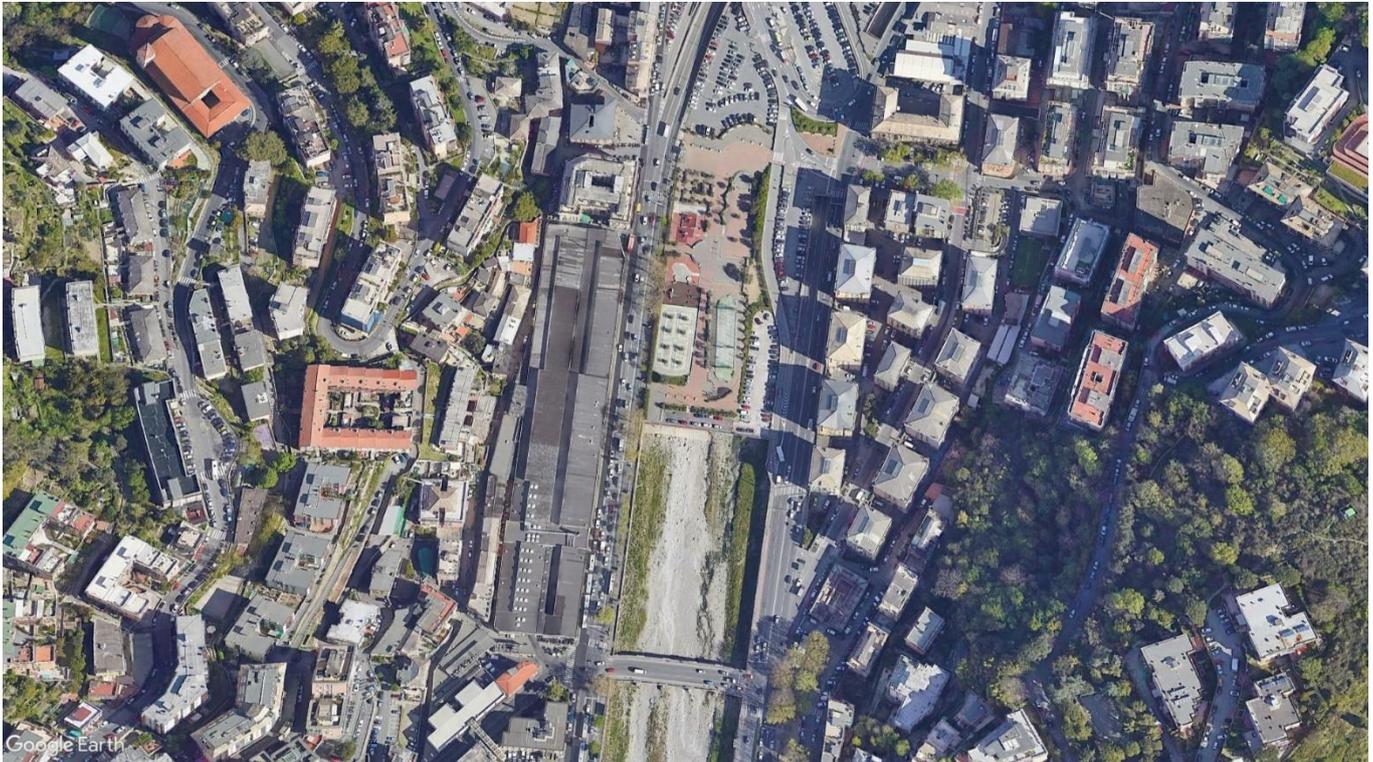
|  | <b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>  |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO</b>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D ZZ</td> <td>RH</td> <td>FA1500 001</td> <td>A</td> <td>3 di 20</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | E21D | 00 D ZZ | RH | FA1500 001 | A | 3 di 20 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| E21D   | 00 D ZZ  | RH       | FA1500 001 | A        | 3 di 20   |      |        |      |         |    |            |   |         |

## 1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato riguarda l'analisi dell'invarianza della permeabilità del suolo del progetto del Deposito Staglieno a servizio della nuova rete filoviaria Assi di Forza del Trasporto Pubblico Locale del Comune di Genova.

## 2. DESCRIZIONE DEI LUOGHI

L'intervento ricade in un ambito non sottoposto a vincoli e/o tutele sotto il profilo paesaggistico, e pertanto escluso dall'obbligo di autorizzazione paesaggistica. La costruzione dell'edificio pubblico risale a oltre 70 anni e pertanto la Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio della città metropolitana di Genova ha verificato la non sussistenza dell'interesse artistico, storico, archeologico ai sensi dell'art.12 del Codice (D.Lgs. 42/2004).



### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutti gli impianti dovranno integralmente rispettare, salvo esplicite deroghe previste dal presente progetto, le seguenti disposizioni legislative e normative; ad esse si farà riferimento in sede di accettazione e verifiche preliminari degli impianti e in sede di collaudo finale.

- Circolare Ministero LL.PP. n. 11633/74: Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque reflue;
- D.Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152: Norme in materia ambientale;

|  | <b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>  |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO</b>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D ZZ</td> <td>RH</td> <td>FA1500 001</td> <td>A</td> <td>5 di 20</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | E21D | 00 D ZZ | RH | FA1500 001 | A | 5 di 20 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| E21D   | 00 D ZZ  | RH       | FA1500 001 | A        | 5 di 20   |      |        |      |         |    |            |   |         |

- Legge regionale 28 ottobre 2008 n.39: Istituzione delle Autorità d'ambito per l'esercizio delle funzioni degli enti locali in materia di risorse idriche e gestione rifiuti ai sensi del Sito esterno decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale);
- Regolamento 10 luglio 2009, n. 4: Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne. (Legge regionale 28 ottobre 2008, n. 39);
- Piano Urbanistico Comunale di Genova Agg. Febbraio 2023.

#### **4. LINEE GUIDA PER LA PREVENZIONE E GESTIONE DELL'ACQUA DI PRIMA PIOGGIA E INVARIANZA IDRAULICA**

La tutela dei corpi idrici dall'inquinamento è disciplinata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche/integrazioni. Il D.Lgs. 152/2006 demanda alle Regioni la definizione e la disciplina delle "acque di prima pioggia". Per la quantificazione delle acque di prima pioggia, il riferimento normativo principale è il Regolamento Regionale 10 Luglio 2009 n.4 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne" (Legge regionale 28 ottobre 2008 n.39).

Sulla base di questo documento, le acque di prima pioggia sono definite come "quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche".

|  | <b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>  |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO</b>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D ZZ</td> <td>RH</td> <td>FA1500 001</td> <td>A</td> <td>6 di 20</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | E21D | 00 D ZZ | RH | FA1500 001 | A | 6 di 20 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| E21D   | 00 D ZZ  | RH       | FA1500 001 | A        | 6 di 20   |      |        |      |         |    |            |   |         |

La prevenzione e gestione delle acque di prima pioggia sono correlate alle caratteristiche tipologiche e dimensionali dell'insediamento e delle relative installazioni, devono tenere conto dei criteri generali di seguito esposti.

Le superfici scolanti, da rendere impermeabili ove interessate da operazioni dalle quali possa derivare un rischio di inquinamento, sono gestite in modo tale da mantenere senza soluzione di continuità condizioni tali da limitare la contaminazione delle acque di prima pioggia e di lavaggio, provvedendo alla loro pulizia con idonea frequenza. In caso di versamenti accidentali, la pulizia delle superfici interessate è tempestivamente eseguita a secco o con idonei materiali inerti assorbenti in relazione alla tipologia di materiali sversati; i materiali residui derivati dalle predette operazioni sono smaltiti in conformità alla vigente normativa. Le acque meteoriche di dilavamento e di lavaggio sono destinate ad una rete di raccolta e convogliamento, munita di un sistema di alimentazione ai successivi trattamenti, che escluda automaticamente le acque di seconda pioggia o che comunque consenta il trattamento completo delle acque di prima pioggia; tale rete è di norma dimensionata assumendo un coefficiente di afflusso pari a uno per tutte le superfici scolanti; per eventuali altre superfici oggetto di dilavamento, saranno adottati adeguati coefficienti di afflusso correlati alle caratteristiche delle superfici interessate. Le acque di prima pioggia sono di norma accumulate in appositi manufatti dimensionati per contenere un volume, da avviare a successivo trattamento, non inferiore a cinquanta metri cubi per ettaro di superficie scolante. Le acque di prima pioggia e di lavaggio stoccate nelle vasche di accumulo sono avviate gradualmente ai sistemi di trattamento normalmente in un arco di tempo compreso tra le 48 e le 60 ore successive al termine dell'ultimo evento di pioggia. I sistemi di trattamento ed i materiali

|  | <b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>  |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO</b>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D ZZ</td> <td>RH</td> <td>FA1500 001</td> <td>A</td> <td>7 di 20</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | E21D | 00 D ZZ | RH | FA1500 001 | A | 7 di 20 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| E21D   | 00 D ZZ  | RH       | FA1500 001 | A        | 7 di 20   |      |        |      |         |    |            |   |         |

adottati dovranno essere conformi alle disposizioni ed alle normative tecniche nazionali ed internazionali vigenti e dovranno essere realizzati od adeguati utilizzando le migliori tecnologie disponibili.

Il concetto d'invarianza idraulica prevede la restituzione nel recettore finale di una portata proveniente da una superficie di nuovo insediamento pari a quella che arriverebbe al corpo idrico in condizioni indisturbate del territorio, onde perseguire la cosiddetta invarianza idraulica del territorio.

La normativa di riferimento in questo ambito è il Piano Urbanistico Comunale (PUC) della città di Genova.

In particolare, all'art. 14 relativo alle norme di rilevanza ambientale viene specificato che nella realizzazione di tutti i tipi di intervento si deve minimizzare l'impermeabilizzazione attraverso l'uso più esteso possibile di materiali che permettano la percolazione e la ritenzione temporanea delle acque nel terreno. Gli interventi edilizi di sostituzione edilizia, di nuova costruzione, con esclusione degli ampliamenti volumetrici, o di sistemazione degli spazi liberi, nonché per la realizzazione di serre, devono garantire il miglioramento dell'efficienza idraulica, nel rispetto delle disposizioni di seguito definite. L'efficienza idraulica delle aree viene valutata attraverso il calcolo del Rapporto di permeabilità, per il quale vengono fornite le definizioni tecniche necessarie al corretto calcolo di detto rapporto:

- Superficie di riferimento (Sr): La superficie di riferimento o lotto di intervento è costituita dal complesso degli immobili nella disponibilità del richiedente, riferita su base catastale ai mappali oggetto dell'intervento; il perimetro di detta superficie e la sua estensione areale

|  | <b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>  |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO</b>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D ZZ</td> <td>RH</td> <td>FA1500 001</td> <td>A</td> <td>8 di 20</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | E21D | 00 D ZZ | RH | FA1500 001 | A | 8 di 20 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| E21D   | 00 D ZZ  | RH       | FA1500 001 | A        | 8 di 20   |      |        |      |         |    |            |   |         |

devono sempre essere riportati in apposita planimetria in scala, nella documentazione a corredo del progetto.

- **Superficie permeabile (Sp):** La superficie permeabile è la porzione della superficie di riferimento lasciata a terreno naturale o trattata con sistemazioni superficiali in grado di garantire l'infiltrazione e/o la detenzione di parte delle acque meteoriche che precipitano su di essa; il contributo alla permeabilità e all'efficienza della detenzione di ciascuna superficie deve essere quantificato in ragione del "coefficiente di deflusso" caratteristico delle varie tipologie di superficie considerate.
- **Coefficiente di deflusso ( $\Psi$ ):** Il coefficiente di deflusso, espresso mediante la lettera greca  $\Psi$  (psi), rappresenta, per una determinata superficie, il rapporto tra l'acqua piovana che viene rilasciata verso il corpo ricettore e l'intero volume d'acqua piovana che viene captato dalla superficie in uno specifico intervallo di tempo. Il coefficiente  $\Psi$  varia tra 0 e 1; a coefficiente uguale a zero corrispondono superfici per le quali è nulla la quantità di acqua rilasciata nella rete di smaltimento, a coefficiente uguale a 1 corrispondono invece superfici che rilasciano verso la rete di smaltimento il 100% dell'acqua captata. I valori dei coefficienti di deflusso adottati nei calcoli di progetto dovranno essere in via preferenziale desunti dalla letteratura esistente in materia (norme DIN, A.T.V., UNI 11235, ecc.) riportando gli estremi della relativa norma di riferimento utilizzata; l'utilizzo di coefficienti diversi da quelli riportati in letteratura deve essere sempre giustificato nelle relazioni tecniche di progetto dal professionista incaricato allegando anche le specifiche tecniche (coefficienti di deflusso calcolati) dei materiali utilizzati.

|  | <b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>  |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO</b>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D ZZ</td> <td>RH</td> <td>FA1500 001</td> <td>A</td> <td>9 di 20</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | E21D | 00 D ZZ | RH | FA1500 001 | A | 9 di 20 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| E21D   | 00 D ZZ  | RH       | FA1500 001 | A        | 9 di 20   |      |        |      |         |    |            |   |         |

- **Superficie Permeabile Equivalente (Spe):** Si definisce superficie permeabile equivalente il contributo (valutato sempre in termini di superficie) che ciascuna porzione di superficie permeabile (Sp) fornisce alla permeabilità, considerando il relativo coefficiente di deflusso caratteristico della porzione considerata. In particolare con diverse tipologie di sistemazione superficiale:  $Spe_1 = Sp_1 \cdot (1 - \Psi_1)$  ;  $Spe_{tot} = Spe_1 + Spe_2 + Spe_3 + \dots$
- **Rapporto di permeabilità (Rp):** Per rapporto di permeabilità si intende il rapporto, espresso in percentuale, tra la Superficie permeabile equivalente (Spe) calcolata sommando i contributi di ciascuna tipologia di superficie permeabile considerata e la Superficie di riferimento (Sr).

Per tutti gli Ambiti e i Distretti, fatte salve specifiche prescrizioni di cui alle norme di conformità e congruenza, qualora siano previsti interventi di sostituzione edilizia, nuova costruzione o di sistemazione degli spazi liberi, deve essere garantito il rispetto di un Rp secondo le seguenti disposizioni assunte per il principio dell'invarianza dell'efficienza idraulica.

Il valore minimo di Rp da rispettare a progetto varia secondo il valore di Rp nella situazione attuale delle aree (situazione ex ante), in particolare:

- $Rp = Rp_{ex\ ante}$  qualora Rp ex ante maggiore o uguale al 70%
- $Rp = 70\%$  qualora Rp ex ante minore del 70%

Il mantenimento o il miglioramento dell'efficienza idraulica viene valutato dal confronto del Rp nella situazione di progetto (situazione ex post) che deve sempre risultare maggiore o uguale al valore minimo del Rp prima definito.

|  | <b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| <b>RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO</b>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D ZZ</td> <td>RH</td> <td>FA1500 001</td> <td>A</td> <td>10 di 20</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | E21D | 00 D ZZ | RH | FA1500 001 | A | 10 di 20 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| E21D   | 00 D ZZ   | RH       | FA1500 001 | A        | 10 di 20  |      |        |      |         |    |            |   |          |

$$R_{p_{ex\ post}} \geq R_p$$

Il bilancio del  $R_p$  può essere ottenuto oltre che attraverso le diverse tipologie di superfici previste a progetto (qualità del progetto) anche mediante l'adozione di sistemi di ritenzione temporanea delle acque meteoriche (vasche di laminazione) ai quali possono essere recapitati i deflussi delle superfici impermeabili o parzialmente permeabili ( $S_{pe}$ ) previsti a progetto.

Qualora indispensabile, la vasca di laminazione deve essere dimensionata per contenere per 30 minuti una pioggia avente intensità pari a 60 mm in 30 minuti cui corrisponde un deflusso istantaneo pari a 333,33 l/sec per ettaro e deve essere dotata di scarico di fondo e scarico di troppo pieno. La portata dello scarico di fondo (tubo di controllo di flusso) concessa nel corpo ricettore (fognatura, corso d'acqua, infiltrazione nel terreno) è di 20 l/s per ettaro di superficie addotta alla vasca, la quale corrisponde al deflusso che si avrebbe se l'intera superficie recapitata alla vasca risultasse coperta a bosco naturale. Il dimensionamento dello scarico di fondo deve essere effettuato considerando che quando la vasca di laminazione è piena (situazione di massimo carico idrostatico) possa comunque defluire la portata concessa in base all'entità delle superfici addotte alla vasca.

|  | <b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| <b>RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO</b>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>00 D ZZ</td> <td>RH</td> <td>FA1500 001</td> <td>A</td> <td>11 di 20</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | E21D | 00 D ZZ | RH | FA1500 001 | A | 11 di 20 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| E21D   | 00 D ZZ   | RH       | FA1500 001 | A        | 11 di 20  |      |        |      |         |    |            |   |          |

## 5. DIMENSIONAMENTO VASCA DI LAMINAZIONE

Come indicato all'art. 14 relativo alle norme di rilevanza ambientale del Piano Urbanistico Comunale (PUC) della città di Genova, è possibile utilizzare il foglio di calcolo denominato "Permeabilità e Vasche di Laminazione", scaricabile dal sito della Civica Amministrazione, riporta la metodologia utilizzabile per il bilancio del Rp e per il dimensionamento di dette vasche qualora necessarie. Unitamente al foglio di calcolo sono inoltre scaricabili il "Manuale per la verifica della permeabilità dei suoli e il dimensionamento dei sistemi di laminazione delle acque meteoriche" e un allegato di riferimento che riporta i "Coefficienti di deflusso tratti dalla letteratura" esistente in materia (norme DIN, A.T.V., UNI 11235, ecc.). Di regola i contributi di deflusso idrico delle aree oggetto d'intervento devono rimanere a carico del bacino idrografico di naturale competenza.

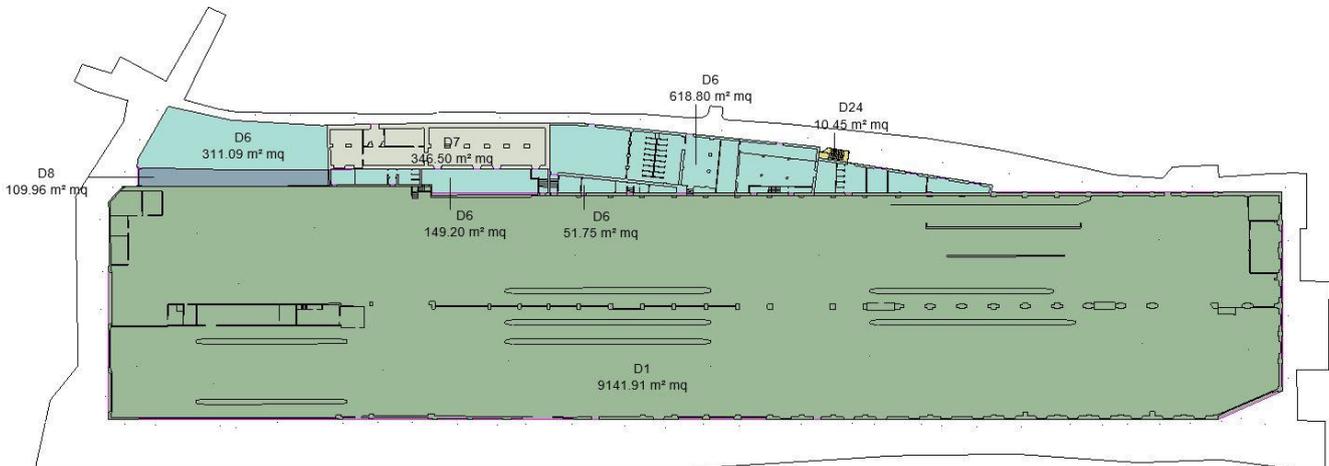
### 5.1 Definizione del rapporto di permeabilità dello stato attuale

Lo stato attuale dell'area oggetto di intervento risulta occupata principalmente da un edificio adibito a rimessa per il tpl, mentre la restante parte da edifici residenziali da demolire e ricostruire. In particolare, l'area adibita a rimessa occupa circa 9141,91 mq, formata da copertura metallica inclinata con inclinazione superiore al 3%. Il volume trapezoidale dei servizi ha una copertura continua con finitura metallica sigillante, di 618,80 mq, anch'essa con inclinazione superiore al 3%. Gli edifici residenziali presentano coperture di tipo diverso come la (piano continua e a falda inclinata con tegole), per un totale di 657,60 mq. Le restanti superfici sono occupate da una fascia in asfalto di 109,96 mq e di manufatti in calcestruzzo che occupano una superficie di circa 10,45

RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| E21D     | 00 D ZZ | RH       | FA1500 001 | A    | 12 di 20 |

mq. Nella figura e tabella seguente vengono riportate le tipologie di superficie presenti nello stato attuale con indicazione della categoria di riferimento per i coefficienti di deflusso.



Tipologia pavimentazioni

-  D1 Coperture metalliche con inclinazione >3°
-  D6 Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione <3°
-  D7 Coperture discontinue (tegole in laterizio o simile)
-  D8 Pavimento in asfalto o cls
-  D24 Superfici di manufatti diversi in cls o altri materiali impermeabili o impermeabilizzati esposti alla pioggia, e non attribuibili alle altre categorie, come muretti, plinti, gradinate, scale, ecc

In particolare, nella tabella sono riportate i valori calcolati delle superfici di riferimento (Sr), di permeabilità equivalente (Spe) e del coefficiente di deflusso.

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|  | <b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO</b>                    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">COMMESSA</td> <td style="width: 12.5%;">LOTTO</td> <td style="width: 12.5%;">CODIFICA</td> <td style="width: 12.5%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 12.5%;">REV.</td> <td style="width: 12.5%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E21D</td> <td style="text-align: center;">00 D ZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">FA1500 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">13 di 20</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | E21D | 00 D ZZ | RH | FA1500 001 | A | 13 di 20 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| E21D   | 00 D ZZ   | RH       | FA1500 001 | A        | 13 di 20  |      |        |      |         |    |            |   |          |

È possibile notare come attualmente il rapporto di permeabilità si attesti al 6%, quindi inferiore al valore del 70% indicato nell'art.14 del PUC della città di Genova.

### STATO ATTUALE

#### TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE)

|   |                              |
|---|------------------------------|
| Coperture metalliche con inclinazione > 3°  | 9142,0 m <sup>2</sup>        |
| Coperture discontinue (tegole in laterizio o simile)  | 347,0 m <sup>2</sup>         |
| Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione < 3°   | 1131,0 m <sup>2</sup>        |
| Pavimento in asfalto o cls  | 110,0 m <sup>2</sup>         |
| Superfici di materiali diversi in cls o altri materiali impermeabili o impermeabilizzati esposti alla pioggia, e non attribuibili alle altre categorie, come muretti, plinti, gradinate, ecc. | 10,0 m <sup>2</sup>          |
| Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole  | m <sup>2</sup>               |
| Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole  | m <sup>2</sup>               |
| <b>SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale</b>  | <b>10740,0 m<sup>2</sup></b> |

RAPPORTO PERMEABILITÀ ATTUALE Rp = **6%**

| Cd RIF.       | Cd CALC.  | SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE     |
|---------------|-----------|---------------------------------------|
| $\Psi = 0,95$ | $\Psi' =$ | Spe = 457,1 m <sup>2</sup>            |
| $\Psi = 0,90$ | $\Psi' =$ | Spe = 34,7 m <sup>2</sup>             |
| $\Psi = 0,85$ | $\Psi' =$ | Spe = 169,7 m <sup>2</sup>            |
| $\Psi = 0,90$ | $\Psi' =$ | Spe = 11,0 m <sup>2</sup>             |
| $\Psi = 0,95$ | $\Psi' =$ | Spe = 0,5 m <sup>2</sup>              |
| $\Psi = 0,10$ | $\Psi' =$ | Spe = 0,0 m <sup>2</sup>              |
| $\Psi = 0,10$ | $\Psi' =$ | Spe = 0,0 m <sup>2</sup>              |
|               |           | <b>TOTALE Spe 673,0 m<sup>2</sup></b> |

## 5.2 Definizione del rapporto di permeabilità dello stato di progetto

Lo stato di progetto presenta quattro tipi di coperture che si trovano a diverse quote l'una dall'altra. La tipologia che occupa l'area maggiore, di circa 6382 mq, è formata da una copertura continua con finiture in materiali sigillanti (pavimento industriale). Il livello superiore è occupato anche da una serie di pensiline formate da pannelli fotovoltaici con inclinazione del 5%, per un totale di 2545 mq. Inoltre, è presente una copertura formata da verde estensivo pensile di 1558,92 mq, con spessore di substrato che va tra i 15 cm e i 25 cm. Infine sulle rampe di ingresso e di uscita del parcheggio e nelle aree esterne al piano terra troviamo pavimentazioni in calcestruzzo o in asfalto, per un totale di 653 mq. È possibile notare come il rapporto di permeabilità in fase di

RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| E21D     | 00 D ZZ | RH       | FA1500 001 | A    | 14 di 20 |

progetto porti ad un miglioramento della situazione attuale con valori di  $R_p$  pari al 20% in confronto alla situazione ante-operam del 6%. Si richiede l'inserimento di una vasca di laminazione al fine di garantire un rapporto di permeabilità di progetto pari a minimo il 70%, in accordo con l'articolo 14 delle Norme generali del PUC.



Tipologia pavimentazioni

-  D2 Coperture metalliche con inclinazione  $<3^\circ$
-  D6 Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione  $<3^\circ$
-  D8 Pavimento in asfalto o cls
-  N9 Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio  $15 < s < 25$  cm con Inclinazione max  $12^\circ$  (Sistema a tre strati - UNI 11235/2007)

**RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO**

|          |         |          |            |      |          |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
| E21D     | 00 D ZZ | RH       | FA1500 001 | A    | 15 di 20 |

**STATO DI PROGETTO**

RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO  $R_p = 19\%$        $R_p \text{ Equiv. } \times \text{ ritenzione} = 71\%$

**TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO DI PROGETTO)**

**SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE**

|   |                              | SUPERFICI ADDOTTE IN VASCA  | Cd RIF.       | Cd CALC.       |  | PORTATE ADDOTTE IN VASCA |
|---|------------------------------|-----------------------------|---------------|----------------|--|--------------------------|
| Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione < 3° | 6382,0 m <sup>2</sup>        | 6382,0 m <sup>2</sup>       | $\Psi = 0,85$ | $\Psi' =$      | Spe = 957,3 m <sup>2</sup>               | Q = 180,82 l/s           |
| Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio 15 < s < 25 cm con Inclinazione max 12° (Sistema a tre strati - UNI 11235/2007)   | 1160,0 m <sup>2</sup>        |                             | $\Psi = 0,35$ | $\Psi' = 0,31$ | Spe = 800,4 m <sup>2</sup>               | Q = 0,00 l/s             |
| Pavimento in asfalto o cls  | 653,0 m <sup>2</sup>         |                             | $\Psi = 0,90$ | $\Psi' =$      | Spe = 65,3 m <sup>2</sup>                | Q = 0,00 l/s             |
| Coperture metalliche con inclinazione < 3°  | 2545,0 m <sup>2</sup>        | 100,0 m <sup>2</sup>        | $\Psi = 0,90$ | $\Psi' =$      | Spe = 254,5 m <sup>2</sup>               | Q = 3,00 l/s             |
| Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione > 3° |                              |                             | $\Psi = 0,90$ | $\Psi' =$      | Spe = 0,0 m <sup>2</sup>                 | Q = 0,00 l/s             |
| Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo impermeabile  |                              |                             | $\Psi = 1,00$ | $\Psi' =$      | Spe = 0,0 m <sup>2</sup>                 | Q = 0,00 l/s             |
| Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole  |                              |                             | $\Psi = 0,10$ | $\Psi' =$      | Spe = 0,0 m <sup>2</sup>                 | Q = 0,00 l/s             |
| Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole  |                              |                             | $\Psi = 0,10$ | $\Psi' =$      | Spe = 0,0 m <sup>2</sup>                 | Q = 0,00 l/s             |
| Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole  |                              |                             | $\Psi = 0,10$ | $\Psi' =$      | Spe = 0,0 m <sup>2</sup>                 | Q = 0,00 l/s             |
| Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole  |                              |                             | $\Psi = 0,10$ | $\Psi' =$      | Spe = 0,0 m <sup>2</sup>                 | Q = 0,00 l/s             |
| <b>SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto</b>   | <b>10740,0 m<sup>2</sup></b> | <b>6482,0 m<sup>2</sup></b> |               |                | <b>TOTALE Spe = 2077,5 m<sup>2</sup></b> | <b>Qp = 183,82 l/s</b>   |

VERIFICA Sr Attuale = Progetto ..... **OK!**

**5.3 Definizione del volume della vasca di laminazione e del tubo di scarico**

Alla luce delle nuove coperture previste in progetto e alla distribuzione delle superfici che adducono alla vasca di laminazione, si riporta di seguito il dimensionamento del volume minimo da assegnare alla vasca.

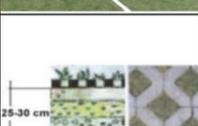
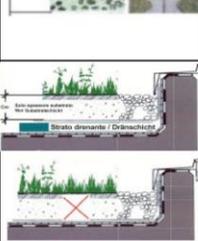
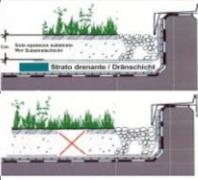
|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|  | <b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO</b>                    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E21D</td> <td style="text-align: center;">00 D ZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">FA1500 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">16 di 20</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | E21D | 00 D ZZ | RH | FA1500 001 | A | 16 di 20 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| E21D   | 00 D ZZ   | RH       | FA1500 001 | A        | 16 di 20  |      |        |      |         |    |            |   |          |

| DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE  |   |
|---|---|
| <b>ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA</b>   |   |
| Altezza di precipitazione critica   | 60 mm   |
| Durata pioggia critica  | 30 min.   |
| Deflusso istantaneo per ettaro  | 333.33 l/s*ha   |
| <b>SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE</b>   |   |
| Qscarico  | 12.96 l/s   |
| Portata da laminare   | 170.86 l/s  |
| Ritardo da conseguire   | 30 min.   |
| V vasca =   | 307547 litri  |
| V vasca =   | 307.5 m <sup>3</sup>  |
| <b>DIMENSIONAMENTO DEL TUBO DI CONTROLLO DI FLUSSO (scarico della vasca di laminazione)</b> |   |
| Asez.tubo = $\frac{Q}{0,6 \cdot \sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot h)}}$                             | 0.6 parametro idraulico fisso (adimensionale)   |
| h   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- tirante utile nella vasca di laminazione espresso in m. (vedi <i>Istruzioni</i>, punto 3. 5)</li> <li>- oppure, nel caso di vasca di laminazione dotata di pompa di sollevamento, tirante utile nel pozzetto con scarico di fondo tarato, espresso in m. (vedi <i>Istruzioni</i>, punto 3. 5.ter)</li> </ul> |
| Q   | Qscarico calcolata al punto 6)  |
| h =   | 2.50 m  |
| Asez.tubo =   | 0.00309 m <sup>2</sup>  |
| Diametro = $2 \cdot \sqrt{(Asez.tubo/\pi)}$   | 62.7 mm   |
| VASCA COMPENSAZIONE CORRETTAMENTE DIMENSIONATA <b>SI</b>                                    |   |

Il volume minimo di laminazione è di 307.5 m<sup>3</sup>. Nel progetto in oggetto sono state adottate vasche prefabbricate con moduli di 52 m<sup>3</sup> ciascuna con un volume complessivo di 312 m<sup>3</sup>.

Il diametro massimo di progetto invece da assegnare alla tubazione di scarico è pari a 62.7 mm

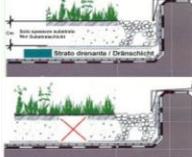
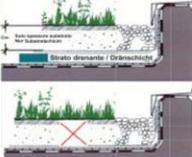
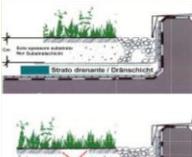
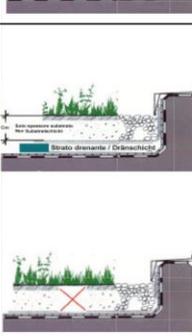
## ALLEGATO COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

| I valori dei coefficienti di deflusso $\Psi$ applicati sono tratti dalla letteratura, in particolare: Norme DIN, FLL, A.T.V., scala Frühling, UNI 11235. |  |   |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|
| N.rif.   | Categoria di superficie  | Sezione indicativa o immagine tipo  | Specifiche o varianti                              | Norme di riferimento, valori limite o indicazioni  | $\Psi$   |
| N1   | Superfici a verde su suolo profondo, prati, orti, superfici boscate ed agricole  |    |  |  | 0,10   |
| N2   | Corsi d'acqua in alveo naturale  |    |  |  | 0,10   |
| N3   | Specchi d'acqua, stagni o bacini di accumulo e infiltrazione con fondo naturale  |   |  |  | 0,10   |
| N4   | Incolto, sterrato, superfici naturali degradate  |  |  |  | 0,20   |
| N5   | Pavimentazione in lastre posate a opera incerta con fuga inerbita  |  | Percentuale di superficie inerbita >40% del totale | Con coefficiente di permeabilità del sottofondo $k_f$ in $m/s$ $10^0 - 10^{-5}$  | 0,40   |
|  |  |   | Qualsiasi tipologia                                | Con coefficiente di permeabilità del sottofondo $k_f$ in $m/s$ $< 10^{-5}$   | 1,00   |
| N6   | Area di impianto sportivo con sistemi drenanti e superfici a prato   |  |  | Con coefficiente di permeabilità del sistema $k_f$ in $m/s$ $10^0 - 10^{-5}$   | 0,30   |
|  |  |   |  | Con coefficiente di permeabilità del sistema $k_f$ in $m/s$ $< 10^{-5}$  | 1,00   |
| N7   | Pavimentazione in prefabbricati in cls o materiale sintetico, riempiti di substrato e inerbiti posati su apposita stratificazione di supporto (Grigliati garden) |  | Percentuale di superficie inerbita >40% del totale | Con coefficiente di permeabilità del sottofondo $k_f$ in $m/s$ $10^0 - 10^{-5}$  | 0,40   |
|  |  |   | Percentuale di superficie inerbita <40% del totale | Con coefficiente di permeabilità del sottofondo $k_f$ in $m/s$ $10^0 - 10^{-5}$  | Valore da determinare analiticamente e documentare |
|  |  |   | Qualsiasi tipologia                                | Con coefficiente di permeabilità del sottofondo $k_f$ in $m/s$ $< 10^{-5}$   | 1,00   |
| N8   | Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio $8 \leq s \leq 15$ cm Fino ad un'inclinazione di $12^\circ$                                    |  | Sistema a tre strati                               | Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235:2007 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde" | 0,45   |
|  |  |   | Sistema monostrato                                 | Non idoneo.  | 1,00   |
| N9   | Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio $15 \leq s \leq 25$ cm Fino ad un'inclinazione di $12^\circ$                                   |  | Sistema a tre strati                               | Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235:2007 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde" | 0,35   |
|  |  |   | Sistema monostrato                                 | Non idoneo.  | 1,00   |

**RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO**

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
E21D 00 D ZZ RH FA1500 001 A 18 di 20

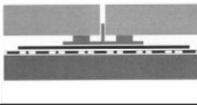
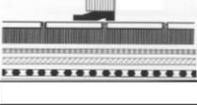
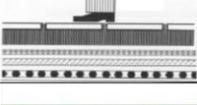
I valori dei coefficienti di deflusso  $\Psi$  applicati sono tratti dalla letteratura, in particolare: Norme DIN, FLL, A.T.V., scala Frühling, UNI 11235.

| N.rif. | Categoria di superficie  | Sezione indicativa o immagine tipo  | Specifiche o varianti   | Norme di riferimento, valori limite o indicazioni  | $\Psi$ |
|--------|--|---|---|--|--------|
| N10    | Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio $25 \leq s \leq 35$ cm<br>Fino ad un'inclinazione di $12^\circ$                                    |    | Sistema a tre strati  | Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235:2007 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde"   | 0,25   |
|        |  |   | Sistema monostrato  | Non idoneo.  | 1,00   |
| N11    | Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato medio $35 \leq s \leq 50$ cm<br>Fino ad un'inclinazione di $12^\circ$                                    |    | Sistema a tre strati  | Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235:2007 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde"   | 0,20   |
|        |  |   | Sistema monostrato  | Non idoneo.  | 1,00   |
| N12    | Copertura a verde pensile con spessore totale del substrato o terreno naturale (solo su volumi interrati) medio $> 50$ cm<br>Fino ad un'inclinazione di $12^\circ$   |   | Sistema a tre strati  | Realizzato con substrato o terreno naturale con caratteristiche completamente rispondenti a quanto previsto dalla normativa di riferimento: UNI 11235:2007 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde"  | 0,10   |
|        |  |   | Sistema monostrato  | Non idoneo.  | 1,00   |
| N13    | Copertura a verde pensile di volumi interrati con uso di terreno naturale con spessore medio $> 50$ cm con strato filtrante e strato drenante a norma UNI 11235:2007 |  | Sistema a tre strati  | Realizzato con terreno naturale con caratteristiche NON rispondenti a quanto previsto nella normativa UNI 11235, ma con la certificazione delle seguenti prestazioni:<br>A) Permeabilità a carico costante $\geq 0,3$ mm/min.<br>B) Contenuto in particelle di diametro inferiore a $0,05$ mm $< 60\%$<br>C) Contenuto in sostanza organica (C organico * 1,724) $> 1,5$ %<br>D) valore pH compreso tra 5,5 e 8,5. | 0,30   |
|        |  |   | Sistema a tre strati  | Con caratteristiche del terreno difformi da quanto sopra previsto. (Non idoneo)  | 1,00   |
|        |  |   | Sistema monostrato  | Non idoneo.  | 1,00   |
| N14    | Copertura a verde pensile su falda inclinata con spessore totale del substrato medio $8 \leq s \leq 10$ cm e con inclinazione $> 12^\circ$                           |  | Con applicazione di soluzioni specifiche per le coperture inclinate | Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235:2007 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde" con esclusione dell'applicazione dell'elemento "Strato filtrante" non obbligatorio  | 0,55   |
| N15    | Copertura a verde pensile su falda inclinata con spessore totale del substrato medio $10 \leq s \leq 15$ cm e con inclinazione $> 12^\circ$                          |  | Con applicazione di soluzioni specifiche per le coperture inclinate | Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235:2007 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde" con esclusione dell'applicazione dell'elemento "Strato filtrante" non obbligatorio  | 0,50   |
| D1     | Coperture metalliche con inclinazione $> 3^\circ$  |  |   |  | 0,95   |
| D2     | Coperture metalliche con inclinazione $< 3^\circ$  |  |   |  | 0,90   |
| D3     | Coperture continue con zavoratura in ghiaia  |  |   |  | 0,70   |

**RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO**

|          |         |          |            |      |          |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
| E21D     | 00 D ZZ | RH       | FA1500 001 | A    | 19 di 20 |

I valori dei coefficienti di deflusso  $\Psi$  applicati sono tratti dalla letteratura, in particolare: Norme DIN, FLL, A.T.V., scala Frühling, UNI 11235.

| N.rif. | Categoria di superficie   | Sezione indicativa o immagine tipo  | Specifiche o varianti                       | Norme di riferimento, valori limite o indicazioni   | $\Psi$ |
|--------|---|---|---|---|--------|
| D4     | Coperture continue con pavimentazione galleggiante  |    |   |   | 0,80   |
| D5     | Coperture continue con finitura in materiali sigillati (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati). Con inclinazione > 3° |    |   |   | 0,90   |
| D6     | Coperture continue con finitura in materiali sigillati (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati). Con inclinazione < 3° |   |   |   | 0,85   |
| D7     | Coperture discontinue (tegole in laterizio o sim.)  |  |   |   | 0,90   |
| D8     | Pavimentazioni in asfalto o cls   |  |   |   | 0,90   |
| D10    | Pavimentazioni in elementi drenanti su sabbia   |  | blocchetti realizzati in materiale drenante | Pavimentazioni posate su materiali sciolti appartenenti alle classi A1, A2 e A3.          | 0,50   |
|        |   |   |   | Pavimentazioni posate su materiali sciolti appartenenti alle classi A4, A5, A6, A7, e A8. | 1,00   |
| D11    | Pavimentazioni in lastre a costa verticale a spacco (Smolleri)  |  |   | Pavimentazioni posate su materiali sciolti appartenenti alle classi A1, A2 e A3.          | 0,70   |
|        |   |   |   | Pavimentazioni posate su materiali sciolti appartenenti alle classi A4, A5, A6, A7, e A8. | 1,00   |
| D12    | Pavimentazioni in cubetti o pietre a lastre a fuga sigillata  |  |   |   | 0,80   |
| D13    | Pavimentazioni in cubetti o pietre a fuga non sigillata su sabbia   |  |   |   | 0,70   |
| D14    | Pavimentazioni in lastre di pietra di grande taglio, senza sigillatura dei giunti, su sabbia  |  |   |   | 0,70   |
| D15    | Pavimentazioni in ciottoli su sabbia  |  |   |   | 0,40   |

RELAZIONE DI VERIFICA INVARIANZA PERMABILITÀ DEL SUOLO

|          |         |          |            |      |          |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
| E21D     | 00 D ZZ | RH       | FA1500 001 | A    | 20 di 20 |

I valori dei coefficienti di deflusso  $\Psi$  applicati sono tratti dalla letteratura, in particolare: Norme DIN, FLL, A.T.V., scala Frühling, UNI 11235.

| N.rif.   | Categoria di superficie   | Sezione indicativa o immagine tipo  | Specifiche o varianti   | Norme di riferimento, valori limite o indicazioni | $\Psi$ |
|----------|---|---|---|---|--------|
| D16      | Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali  |    |   |   | 0,35   |
| D17      | Superfici in ghiaia sciolta   |    |   |   | 0,30   |
| D18      | Sedime ferroviario  |   |   |   | 0,20   |
| D19      | Aree di impianti sportivi con sistemi drenanti e con fondo in terra, piste in terra battuta o simile.   |  |   |   | 0,40   |
| D20      | Aree di impianti sportivi con sistemi drenanti e con fondo in materiale sintetico, tappeto verde sintetico  |  |   |   | 0,60   |
| D21, D22 | Corsi e specchi d'acqua, vasche, bacini di accumulo con fondo naturale impermeabile   |  |   |   | 1,00   |
| D24      | Superfici di manufatti diversi in cls o altri materiali impermeabili o impermeabilizzati esposti alla pioggia, e non attribuibili alle altre categorie, come muretti, plinti, gradinate, scale, ecc |  |   |   | 0,95   |
| D25      | Superfici esposte alla pioggia di caditoie, griglie di aerazione di locali interrati, canalette di scolo a fondo impermeabile e manufatti analoghi  |  |   |   | 0,95   |
| D26      | Pavimentazione galleggiante in legno, con fuga non sigillata su sottofondo drenante   |  |   |   | 0,50   |
| M1       | Copertura in tegole tipo "canadese"   |  |   |   | 0,90   |
| M2       | Asfalto drenante  |  | coefficiente di deflusso può variare a seconda delle specifiche tecniche del prodotto |   | 0,85   |