

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J81D19000000009

## U.O. INFRASTRUTTURE NORD

### PROGETTO DEFINITIVO

## NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – AEROPORTO “ORIO AL SERIO”

### LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO

#### IDROLOGIA ED IDRAULICA

Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria

SCALA:

-

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

N M 2 7    0 1    D    2 6    R I    I D 0 0 0 2    0 0 2    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Serrau 	Giugno 2020	S. Scafa 	Giugno 2020	I. Legramandi 	Giugno 2020	A. Perego Giugno 2020



File: NM2701D26RIID0002002A

n. Elab.:

 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b></p> <p><b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b></p>												
<p><b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b></p>	<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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>1 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	1 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	1 di 119								

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. SINTESI TECNICO DESCRITTIVA .....</b>	<b>6</b>
<b>4. COMPATIBILITÀ IDRAULICA .....</b>	<b>10</b>
4.1. PIANO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	10
4.2. PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)	12
4.3. VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	15
<b>5. IDROLOGIA.....</b>	<b>17</b>
5.1. CURVE PER DURATE SUPERIORI AD UN’ORA	17
5.2. CURVE PER DURATE INFERIORE AD UN’ORA-PIOGGE BREVI	18
5.3. VALORI ADOTTATI	19
<b>6. ATTRAVERSAMENTI FERROVIARI.....</b>	<b>20</b>
<b>7. STANDARD PROGETTUALI.....</b>	<b>22</b>
7.1. METODO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI	22
7.2. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEGLI ELEMENTI DI RACCOLTA	25
<b>8. DIMENSIONAMENTO ELEMENTI DI DRENAGGIO FERROVIARIO.....</b>	<b>26</b>
<b>9. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO FERROVIARIO .....</b>	<b>35</b>
9.1. Recapito vasca di sollevamento	38
<b>10. INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE.....</b>	<b>42</b>
<b>10.1. SISTEMI A DISPERSIONE E LAMINAZIONE</b>	<b>45</b>
10.1.1. <i>Dispositivi puntuali</i>	45
10.1.2. <i>Dispositivi lineari</i>	47
<b>10.2. MANUFATTI DI CONTROLLO</b>	<b>47</b>
10.2.1. <i>Manufatti lungo linea</i>	47
10.2.2. <i>Manufatti allo scarico</i>	48
<b>11. APPLICAZIONE DEI CRITERI DI VERIFICA IDRAULICA .....</b>	<b>51</b>
<b>11.1. TABULATI DIMENSIONALI RIASSUNTIVI</b>	<b>51</b>
<b>11.2. SISTEMI DI DRENAGGIO</b>	<b>57</b>

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>2 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	2 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	2 di 119								

## 1. PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto lo studio idraulico (riferito alle configurazioni ante e post operam) eseguito nell’ambito del Progetto Definitivo della nuova tratta ferroviaria di collegamento tra la stazione ferroviaria di Bergamo e l’aeroporto di Orio al Serio.

La nuova tratta si sviluppa in minima parte su ferrovia esistente e per un’estensione maggiore su terreno attualmente non occupato da sede ferroviaria.

Inizialmente la sezione è in rilevato (da km 0+214 a km 2+295), proseguendo da Bergamo verso Orio al Serio la livelletta si abbassa assumendo sezione in trincea alla pk 2+295 e dal km 2+771 al km 3+396 si incontra la galleria ferroviaria. La linea continua in trincea fino alla pk 3+872 km da dove inizia il rilevato ferroviario fino alla 4+612 km, ivi riprende la sezione in trincea fino alla progressiva 5+026 km dove inizia il marciapiede della stazione di Orio al Serio. L’intervento termina alla progressiva 5+293.676 km.

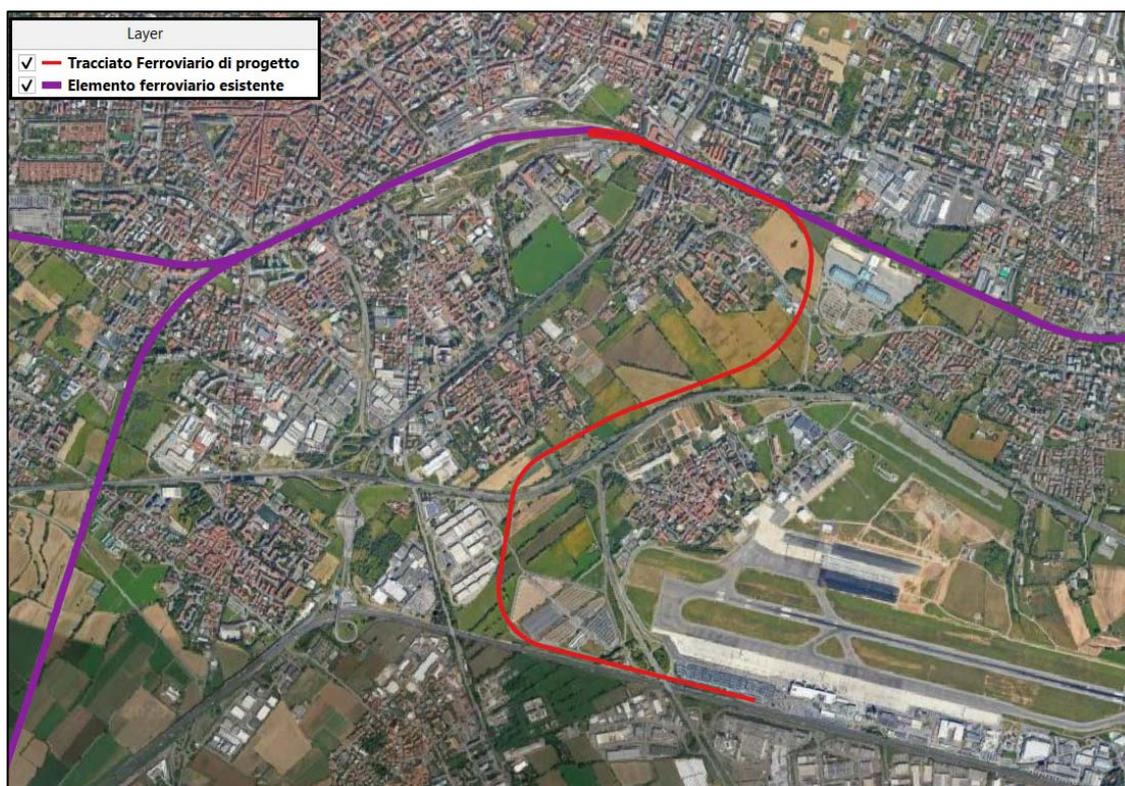


Figura 1.1 - Localizzazione interventi.

Il presente documento ha lo scopo di verificare le interferenze del tracciato con il reticolo idrografico, valutando caso per caso la compatibilità con la portata di progetto e di definire i necessari adeguamenti alle opere idrauliche esistenti al fine di garantire la sicurezza idraulica della linea. Inoltre, sono riportati i dimensionamenti idraulici del sistema di raccolta, dispersione e laminazione delle opere di drenaggio ferroviario.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>3 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	3 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	3 di 119								

In sintesi, oggetto della presente relazione è:

- la verifica della compatibilità idraulica del progetto di raddoppio (e delle opere conseguenti) secondo gli strumenti normativi vigenti;
- la verifica idraulica degli attraversamenti idraulici esistenti e l’adeguamento degli stessi, laddove necessario, al fine di garantire la sicurezza idraulica della linea e del territorio secondo i criteri esposti nel seguito della relazione;
- descrizione e verifica del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma ferroviaria.

Si rimanda alla relazione idrologica per la classificazione delle curve di pioggia e alle relazioni delle specifiche viabilità e stazioni per le opere di drenaggio associate.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>4 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	4 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	4 di 119								

## 2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle normative e degli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale, regionale e comunale al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico - idraulico, ambientale e di difesa del suolo; in particolare:

- Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE;
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE;
- D.Lgs. n. 152/2006 - T.U. Ambiente;
- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018);
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) aggiornato;
- PAI - 1. Relazione Generale;
- PAI - 7. Norme di Attuazione - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense. Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni;
- PdG Po – Piano di Gestione del fiume Po approvato il 3/03/2016 (DPCM 27 ottobre 2016);
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto del Distretto Idrografico Padano (P.G.R.A. 03/03/2016 e aggiornamenti);
- Norme tecniche di attuazione del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) della Regione Lombardia del 2016;
- L.R. 15 marzo 2016, n. 4; “Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua”;
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.2 - Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26;
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.4 “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26;
- DGR 6738 del 19 giugno 2017. “Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del piano di gestione rischi alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>5 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	5 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	5 di 119								

così come integrate dalla variante adottata in data 7/12/2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell’ autorità di bacino del Fiume Po”;

- Regolamento Regionale 19 aprile 2019, n. 8. “Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’ articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 “Legge per il governo del territorio”)

Il progetto in essere considera inoltre:

- “Linee Generali di Assetto Idraulico e idrogeologico e quadro degli interventi Bacino dell’Adda Sottolacuale” dell’ Autorità di bacino del Fiume Po;

### 3. SINTESI TECNICO DESCRITTIVA

L'area interessata dal presente Progetto Definitivo si colloca nella parte centro-orientale della regione Lombardia, all'interno del territorio provinciale di Bergamo, tra il Fiume Serio e il Fiume Adda.

La provincia di Bergamo si estende su un'area che racchiude un paesaggio variabile dal punto di vista orografico, morfologico e climatico. La parte settentrionale della provincia è essenzialmente montuosa, occupa il 64% della superficie e qui si trovano le principali valli bergamasche, la parte meridionale della provincia invece fa parte della Pianura Padana.

Nella fascia pedemontana un elemento saliente del paesaggio è rappresentato dal lago d'Iseo, la cui sponda occidentale ricade nel territorio provinciale.

La topografia del territorio comporta un andamento declive da nord verso sud, la linea ferroviaria esistente funge in alcuni tratti da barriera al naturale deflusso delle acque meteoriche.

Gli interventi in progetto ricadono all'interno del sottobacino idrografico “Adda sublacuale” ricadente nell'area di giurisdizione dell'Autorità di bacino del Fiume Po. Nell'immagine a seguire i principali bacini idrografici gestiti, fino a febbraio 2017, dall'Autorità di Bacino del fiume Po (in rosso il bacino idrografico di interesse).

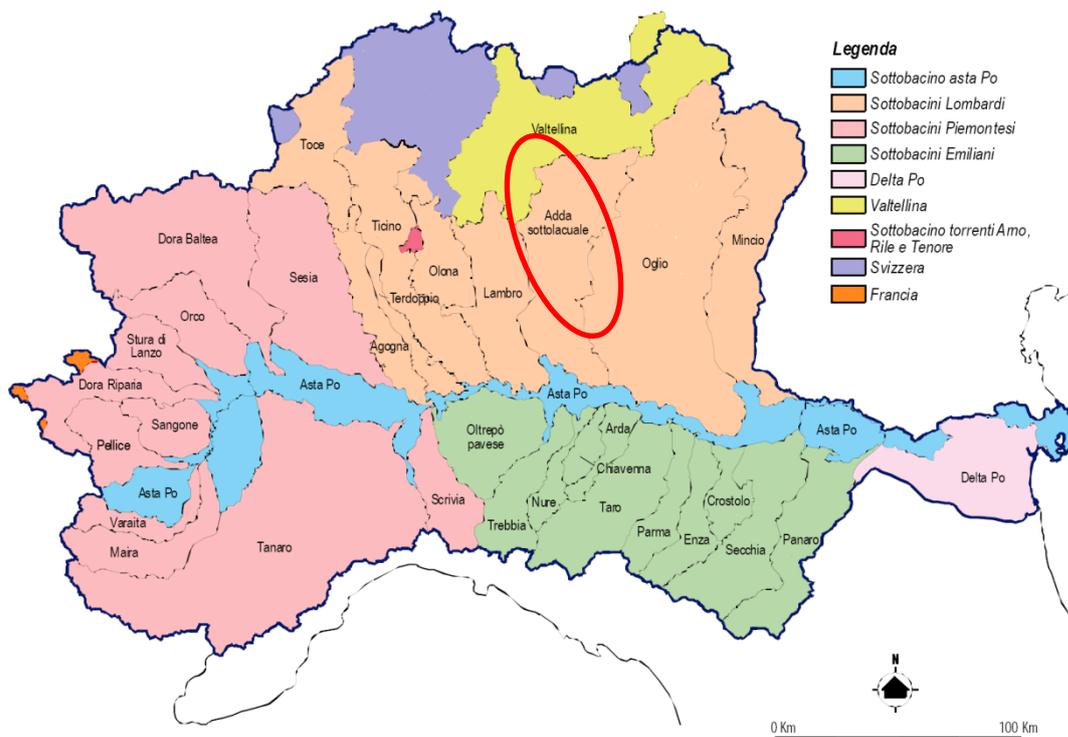


Figura 3.1 – Principali sottobacini idrografici del fiume Po

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A	FOGLIO 7 di 119

Si riporta in dettaglio l’area di interesse.

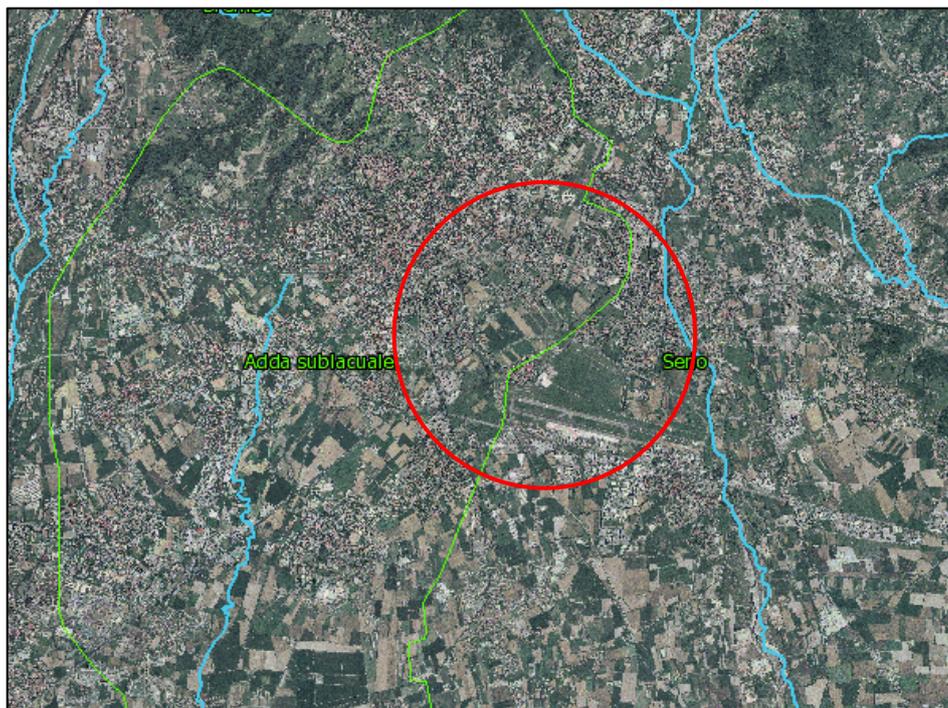


Figura 3.2 – Inquadramento area di intervento.

Il reticolo idrografico risulta sostanzialmente artificiale e comprende la rete di corsi d’acqua principali RIP, l’idrografia di bonifica RIB e la rete idrografica minore RIM (fonte *Regione Lombardia*). I corsi d’acqua hanno pendenze dell’ordine dell’8‰ e in alcuni casi anche maggiori, questo comporta che le perdite di carico associate siano non trascurabili.

L’area oggetto di raddoppio ricade nel suo complesso all’interno del territorio gestito dal *Consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca*, il quale ha un’estensione del comprensorio di 76031 ha, comprendente in tutto o in parte il territorio di 105 Comuni, appartenenti alle provincie di Bergamo, Brescia, Cremona e Lecco.

Si tratta dell’area che si sviluppa dalle pendici delle Prealpi Orobiche (delle quali comprende una superficie di circa 3.000 ha.) e discende lungo la sponda sinistra del Fiume Adda (da Brivio a Fara Gera d’Adda) da una parte e dall’altra lungo la sponda destra del Fiume Oglio (da Castelli Calepio a Calcio) estendendosi a sud fino al confine con la provincia di Cremona.

Nella figura 3.3 si riporta l’intersezione della linea ferroviaria con i corsi d’acqua consortili:



Figura 3.3 - Intersezioni con canali irrigui.

Gli attraversamenti ferroviari di interesse per il progetto sono:

WBS	INTERFERENZA	Prog inizio km
IN 01	Livelli Maddalena	0+307.45
IN 02	Morlino Passi	0+854
IN 03	Roggia Ponte perduto	1+008
IN 04	Scolmatore Torrente Morla (Rif. Sezione 22bis)	2+189
IN 05	Rogge Morla di Campagnola e Orio Ramo B	2+859
IN 06	Rogge Morla di Campagnola e Orio Ramo A	3+023
IN 07	Rogge Morla di Campagnola e Orio Ramo C	4+022
IN 08	Rogge Morla di Campagnola e Orio Ramo C	4+154
IN 09B	Nuovo Tombino ferroviario Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo A	4+304
IN 10	Roggia Urganana	5+299

Nella nota del Consorzio del 2/12/2019, prot. 17448, sono state fornite le caratteristiche idrauliche dei canali interessati (con le progressive storiche) della sola linea attualmente esistente Bergamo – Montello:

**Tratto Stazione Bergamo Montello**

- km 0+090 Roggia Moriana Roggia nel tratto interessato dall'attraversamento ferroviario coperta a scorrere con funzione irrigua e di colo idraulico;
- km 0+250 Torrente Morla canale nel tratto interessato dall'attraversamento ferroviario coperto a scorrere con funzione di colo idraulico di Competenza Regione Lombardia;
- km 0+620 Roggia Guidana Roggia nel tratto interessato dall'attraversamento ferroviario coperta a scorrere con funzione irrigua di competenza della Compagnia Roggia Guidana referente Ing. Carrara via tre venezie n° 5 Dalmine (Bg);
- km 1+130 Roggia Livelli Maddalena Roggia nel tratto interessato dall'attraversamento ferroviario coperta a scorrere con funzione irrigua;
- km 1+700 Roggia Morlino Passi Roggia nel tratto interessato dall'attraversamento ferroviario coperta a scorrere con funzione irrigua;
- km 1+810 Roggia Ponte Perduto Roggia nel tratto interessato dall'attraversamento ferroviario scoperta a scorrere con funzione irrigua e di colo idraulico;

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A	FOGLIO 10 di 119

#### 4. COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Gli interventi previsti, come per qualunque infrastruttura di carattere estensivo, devono inserirsi in un quadro di strumenti legislativi e di pianificazione territoriale sia esistenti che in via d’adozione.

La verifica della compatibilità idraulica delle opere in progetto è svolta con riferimento agli strumenti normativi vigenti in ambito di pianificazione idraulica del territorio e ha l’obiettivo di evidenziare l’assenza di preesistenti aree a pericolosità e rischio idraulico nell’area oggetto di intervento.

Gli strumenti normativi presi a riferimento nella valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto e le aree di allagamento considerate sono:

- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF, 1998);
- Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico emanata dall’Autorità di bacino del Fiume Po (PAI, 2001);
- Piano di Gestione Rischio Alluvione emanato dal Distretto Idrografico Padano (PGRA 2015).

##### 4.1. PIANO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

L’adozione del Piano per l’Assetto Idrogeologico, nel seguito PAI, ottempera a quanto previsto dall’art.17, comma 6-ter, L.183/89, dell’art.1, comma 1, D.L.180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98 (Decreto “Sarno”), e dell’art.1bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000 (Decreto “Soverato”).

I vincoli idraulici e i condizionamenti fisici sono costituiti dalle Fasce Fluviali definite nel Piano Stralcio delle fasce fluviali PSFF e che sono relative a:

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall’insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell’evento di piena di riferimento. Con l’accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell’onda di piena con riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.

Nell’Allegato 3 “Metodo di delimitazione delle fasce fluviali” del Titolo II delle Norme di attuazione del PAI vengono definiti i criteri per la delimitazione delle fasce fluviali:

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>11 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	11 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	11 di 119								

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A).** Si assume la delimitazione più ampia tra le seguenti:
  - ✓ fissato in 200 anni il tempo di ritorno (TR) della piena di riferimento e determinato il livello idrico corrispondente, si assume come delimitazione convenzionale della fascia la porzione ove defluisce almeno l'80% di tale portata. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 m/s (criterio prevalente nei corsi d'acqua mono o pluricursali);
  - ✓ limite esterno delle forme fluviali potenzialmente attive per la portata con TR di 200 anni (criterio prevalente nei corsi d'acqua ramificati);
- Fascia di esondazione (Fascia B).** Si assume come portata di riferimento la piena con TR di 200 anni. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata. La delimitazione sulla base dei livelli idrici va integrata con:
  - ✓ le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate, dal punto di vista morfologico, paesaggistico e talvolta ecosistemico alla dinamica fluviale che le ha generate;
  - ✓ le aree di elevato pregio naturalistico e ambientale e quelle di interesse storico, artistico, culturale strettamente collegate all'ambito fluviale.
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C).** Si assume come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni.

Uno schema esplicativo della definizione delle Fasce fluviali è riportato nella figura seguente.

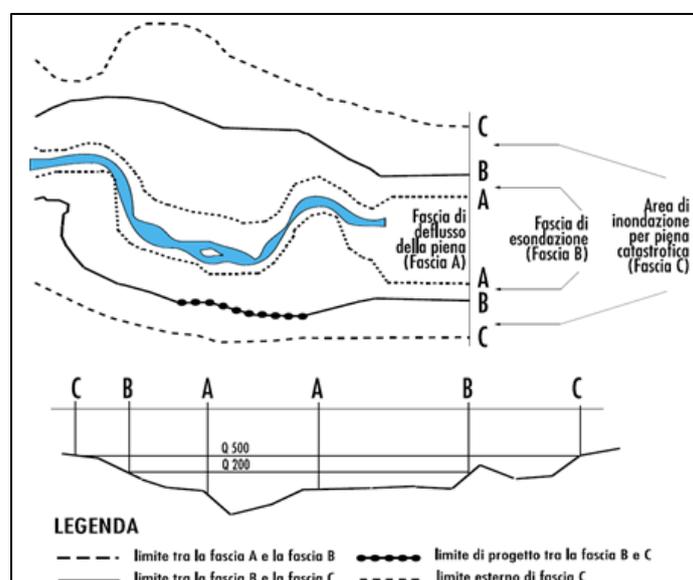


Figura 4.1 - Definizione grafica delle fasce fluviali.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A	FOGLIO 12 di 119

Nella figura seguente si riporta uno stralcio dell’elaborato NM2701D26C5ID0002002A, “Inquadramento PAI/PRGA”, in cui sono riportate le interferenze delle opere in progetto con le fasce fluviali.

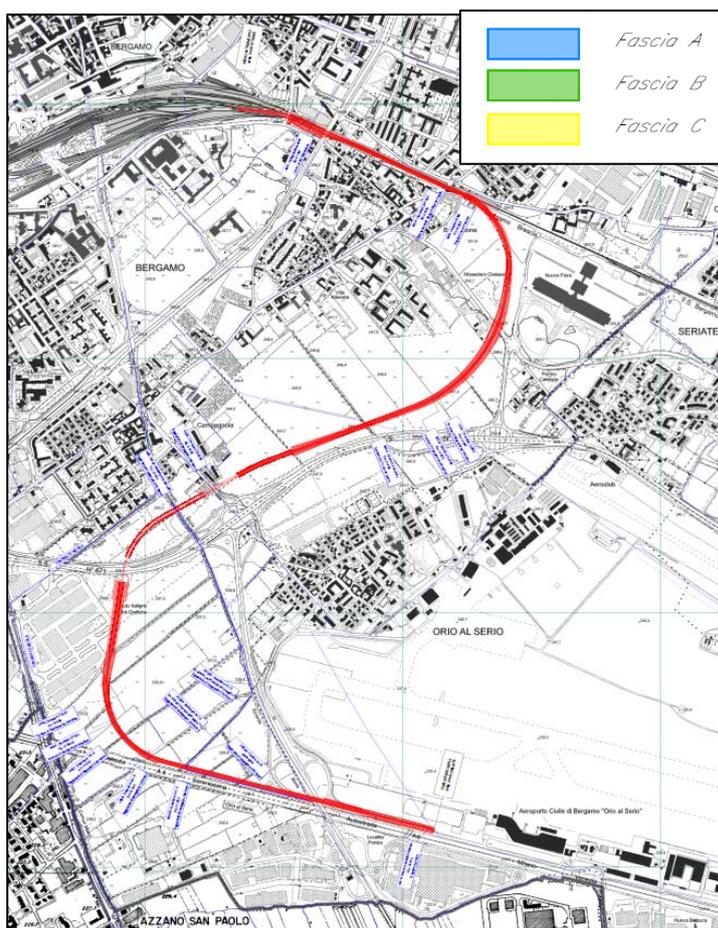


Figura 4.2 - Aree del PAI sovrapposte alla zona interessata.

In base alla tavola di delimitazione delle fasce fluviali allegata al PAI gli interventi di progetto risultano esterni alle aree delimitate dall’Autorità di bacino.

#### 4.2. PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il 22 dicembre 2000 è stata adottata la Direttiva 2000/60/CE per la tutela delle acque, recepita in Italia attraverso il d.lgs. n.152 del 3 aprile 2006. L’articolo n. 64 prevede la ripartizione del territorio nazionale in 8 distretti idrografici, ciascuno dei quali dotato di piano di gestione, la cui competenza spetta alla corrispondente Autorità di distretto idrografico.

 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b></p> <p><b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b></p>												
<p><b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b></p>	<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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>13 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	13 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	13 di 119								



**Figura 4.3 - Suddivisione territoriale in distretti.**

L'intervento, secondo la nuova Direttiva 2000/60/CE, ricade nel Distretto idrografico Padano le cui competenze in materia di pianificazione idraulica sono demandate all'Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po con il PGRA in vigore.

Le norme comunitarie prevedono l'obbligo di predisporre per ogni distretto, a partire dal quadro della pericolosità e del rischio di alluvioni definito con l'attività di mappatura, uno o più Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (art. 7 D.Lgs. 49/2010 e art. 7 Dir. 2007/60/CE), contenenti le misure necessarie per raggiungere l'obiettivo di ridurre le conseguenze negative dei fenomeni alluvionali nei confronti, della salute umana, del territorio, dei beni, dell'ambiente, del patrimonio culturale e delle attività economiche e sociali. In particolare, il PGRA dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.

Il territorio oggetto di intervento ricade nell'area di competenza dal **Distretto Idrografico Padano**.

Nella seduta di Conferenza Istituzionale Permanente del 20 dicembre 2019 è stato esaminato il primo aggiornamento delle mappe della pericolosità e del rischio del PGRA (Art. 6 della Direttiva 2007/60) mentre la pubblicazione degli atti (delle mappe delle aree allagabili) di quanto disposto in dette Deliberazioni è avvenuta il 16 marzo 2020. Da tale data di pubblicazione, nelle aree interessate da alluvioni individuate ex novo nelle mappe pubblicate trovano applicazione le misure temporanee di salvaguardia di cui agli artt. 6 e 7 della Deliberazione CIP n.8/2019.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

La rilevante estensione del bacino del fiume Po e la peculiarità e diversità dei processi di alluvione sul suo reticolo idrografico hanno reso necessario effettuare la mappatura della pericolosità secondo approcci metodologici differenziati per i diversi ambiti territoriali. Di seguito vengono definiti gli ambiti e i soggetti attuatori:

AMBITO TERRITORIALE	SOGGETTO ATTUATORE
Reticolo idrografico principale (RP)	Autorità di bacino del fiume Po
Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)	Regioni
Reticolo secondario di pianura (RSP)	Regioni con il supporto di URBIM e dei Consorzi di bonifica
Aree costiere lacuali (ACL)	Regioni con il supporto di ARPA e dei Consorzi di regolazione dei laghi
Aree costiere marine (ACM)	Regioni

Le mappe delle aree allagabili rappresentano l'estensione massima degli allagamenti conseguenti al verificarsi degli scenari di evento riconducibili ad eventi di elevata, media e scarsa probabilità di accadimento. Gli scenari di inondazione sono:

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)				
Scenario	TR (anni)		RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni

**Tabella 4.I - Scenari di inondazione PGRA.**

La valutazione della pericolosità idraulica cui è sottoposta l'infrastruttura in esame è stata effettuata sovrapponendo il tracciato di progetto alle carte di pericolosità idraulica fornite dal PGRA dell'Autorità di bacino per il fiume Po, approvato in data 3 marzo 2016 dal Comitato Istituzionale. Per un approfondimento sul tema si rimanda all'associato Studio Idraulico.

Nella figura a seguire, estratto dalla carta della pericolosità da alluvione dedotta dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), sono rappresentate le condizioni di pericolosità nelle aree di interesse.

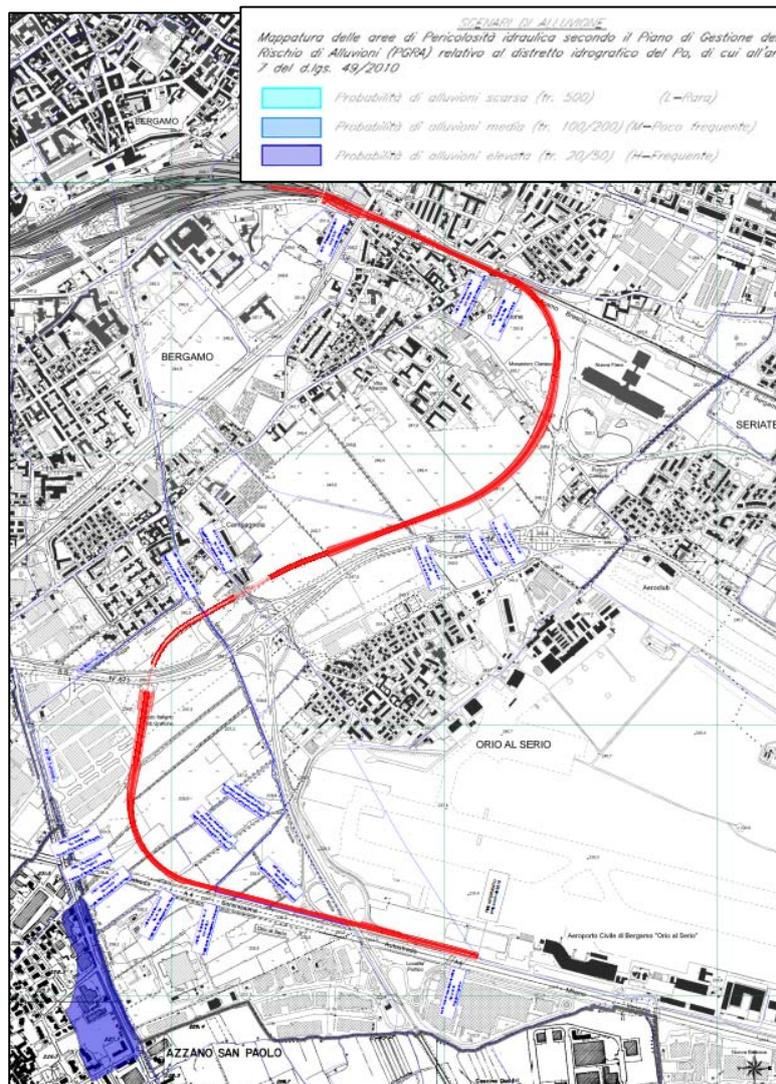


Figura 4.4 - Pericolosità Idraulica: Aree del PGRA sovrapposte alla zona interessata.

La sovrapposizione del tracciato ferroviario con le aree di esondazione del PGRA del Distretto Padano evidenzia che l'asse ferroviario oggetto del presente PD non interseca aree a pericolosità idraulica.

### 4.3. VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Dall'analisi della normativa vigente in materia di aree di esondazione si evidenzia che l'area interessata dalla realizzazione delle opere di progetto non ricade nelle fasce fluviali ai sensi del PAI e nelle aree di esondazione delimitate dal PGRA.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A	FOGLIO 16 di 119

Gli interventi sono classificabili come interventi di interesse pubblico, si rimanda quindi alle indicazioni fornite dall’art. 38 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l’Assetto idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Po.

*1. Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui al comma successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.*

[..]

*3. Le nuove opere di attraversamento, stradale o ferroviario, e comunque delle infrastrutture a rete, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino.*

Dalle indicazioni da normativa riportate si può affermare che l’intervento in oggetto non costituisce significativo ostacolo al deflusso, non comporta una riduzione della capacità di invaso e non concorre ad incrementare le condizioni di rischio, né in loco né in aree limitrofe. Inoltre, l’intervento in essere:

- non produce effetti negativi nei sistemi geologico ed idrogeologico, assicurando l’assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti;
- assicura il mantenimento delle condizioni di drenaggio superficiale dell’area e la sicurezza delle opere di difesa esistenti;
- non producendo effetti né in termini di modifica di deflussi idrici, né in termini di squilibrio degli attuali bilanci della risorsa idrica (prelievi e scarichi).

A valle dell’analisi riportata è possibile affermare che le nuove opere in progetto risultano *idraulicamente compatibili* con le norme che disciplinano gli interventi ricadenti in aree interessate da inondazioni secondo gli strumenti normativi.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

## 5. IDROLOGIA

L’analisi idrologica è finalizzata alla definizione dei parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro tempo di ritorno), indispensabili per il dimensionamento dei diversi manufatti idraulici in particolare per la valutazione dei tiranti idrici.

Nel seguente capitolo si richiamano brevemente i valori della curva di possibilità climatica utilizzati, l’analisi eseguita è riportata ampiamente nella relazione idrologica associata, elaborato NM2701D26RIID0001001A.

### 5.1. CURVE PER DURATE SUPERIORI AD UN’ORA

Alla base dell’analisi idrologica sono state considerate le curve di possibilità climatica del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e le curve del progetto STRADA della Regione Lombardia. Una volta individuati questi strumenti di pianificazione sono state analizzate le celle sulle quali ricade la linea, confrontati i valori delle medesime trovando le celle massime per PAI e STRADA. Tali massimi sono stati paragonati, ed è emerso che le curve del progetto STRADA sono idraulicamente le più gravose, per tutti i tempi di ritorno indagati. Come ulteriore strumento di controllo, al fine di avvalorare la scelta, sono state recuperate le curve di possibilità climatica del PTCP della provincia di Bergamo, derivanti da un’elaborazione secondo Gumbel delle registrazioni al pluviometro di Bergamo.

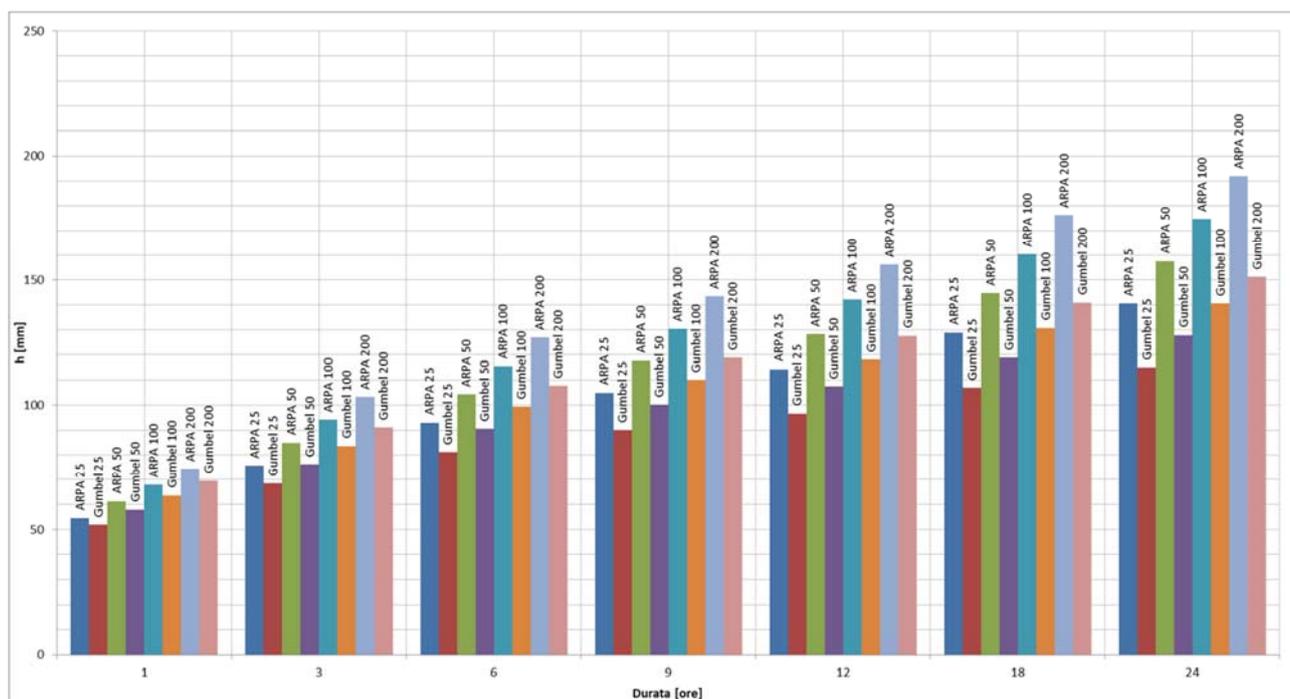


Figura 5.1 - Confronto curve massime Arpa e dati elaborati con Gumbel.

 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b></p> <p><b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b></p>												
<p><b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>18 di 119</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	18 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	18 di 119								

Il raffronto, come da figura precedente, conferma la scelta effettuata e dimostra che per durate inferiori a circa 45 minuti le curve del progetto STRADA restituiscono altezze di pioggia maggiori per tutti i tempi di ritorno analizzati.

## 5.2. CURVE PER DURATE INFERIORE AD UN’ORA-PIOGGE BREVI

In bacini imbriferi di limitata estensione e di relativa rapidità dei deflussi, i tempi di concentrazione sono brevi e di conseguenza le precipitazioni che interessano sono le piogge intense di durata breve con tempi inferiori all’ora. Tale aspetto assume una notevole importanza nel dimensionamento del drenaggio di piattaforma. L’utilizzo della legge valida per durate maggiori dell’ora risulta spesso troppo cautelativa.

Nel caso oggetto della presente relazione il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica a tempi inferiori ad un’ora è stata utilizzata la formula di Bell.

Bell (“Generalized Rainfall Duration Frequency Relationship” – Journal of the Hydraulics Division – Proceedings of American Society of Civil Engineers – volume 95, issue 1 – gennaio 1969) ha osservato che i rapporti  $r_T$  tra le altezze di durata  $t$  molto breve ed inferiori alle due ore e l’altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località in cui si verificano.

Lo U.S. Water Bureau raccomanda per tempi di pioggia inferiore a mezz’ora l’adozione di una relazione empirica, derivata interamente da dati di breve durata; tale relazione mostra che il tempo in minuti in pioggia ha un rapporto costante con la pioggia della durata di 1 ora per lo stesso tempo di ritorno così come segue:

$t$ [min]	5	10	15	30
$r_{\delta} = h_{\delta} / h_{60}$	0.29	0.45	0.57	0.79

Tabella 5.1 - Rapporto tra altezza di pioggia di durata inferiore ad un ora – U.S. Water Bureau.

In relazione alla modesta variazione dei rapporti di intensità durata correlata al tempo di ritorno, ha proposto la seguente relazione che ben si adatta ai dati osservati:

$$\frac{P_T^t}{h_T^{60}} = (0.54t^{0.25} - 0.50)$$

applicabile per  $5 \leq t \leq 120$  minuti dove:

- $P_T^t$  indica l’altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo  $t$  riferita al periodo di ritorno  $T$ ;
- $h_T^{60}$  è l’altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un’ora riferita al periodo di ritorno  $T$ ;
- $t$  è il tempo di pioggia espresso in minuti.

Nota l’altezza di pioggia  $h_t$  relativa all’evento di durata  $t$ , passando ai logaritmi, le coppie altezza di pioggia-durata vengono regolarizzate con l’equazione di una retta dove il termine noto indica il parametro  $a$  e il coefficiente angolare rappresenta il parametro  $n$ .

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

### 5.3. VALORI ADOTTATI

Nell’ambito dello studio idrologico vengono stimati i parametri della legge di possibilità pluviometrica per i differenti tempi di ritorno al fine di calcolare, mediante un modello di trasformazione afflussi-deflussi, le portate di progetto che interessano i manufatti idraulici.

I tempi di ritorno ( $T_r$ ) prescritti dal Manuale di Progettazione ferroviaria variano infatti a seconda del tipo di manufatto idraulico:

- Drenaggio della piattaforma (cunetta, tubazioni..):

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Fossi di guardia:

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Manufatti di attraversamento della linea ferroviaria 200 anni.

Per l’area oggetto d’intervento, con riferimento a tempi di ritorno di 25, 50, 100, 200 anni, secondo lo studio di Arpa Lombardia si ottengono i seguenti valori per  $a_1 \cdot w_T$  ed  $n$  e le seguenti leggi di probabilità pluviometrica per precipitazioni di durata superiore all’ora:

Tr [anni]	t ≤ 1 ora				t > 1 ora			
	25	50	100	200	25	50	100	200
a1	29.94				29.94			
n	0.464				0.29710001			
wT	1.7982	2.01821	2.2386	2.4602	1.79824	2.01821	2.23863	2.46029

Tabella 5.II - Parametri LSPP di progetto linea ferroviaria e degli interventi annessi.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

## 6. ATTRAVERSAMENTI FERROVIARI

Tutti gli attraversamenti idraulici devono convogliare delle portate il cui dimensionamento ha origine dalla definizione dell'area che darà luogo al deflusso superficiale. In genere gli attraversamenti idraulici vengono distinti in attraversamenti che sottendono un'area maggiore di 10 km<sup>2</sup> da quelli che sottendono un'area minore di 10 km<sup>2</sup>, tali bacini idrografici vengono suddivisi in due livelli di importanza (Corsi d'acqua Maggiori e Corsi d'acqua Minori) a cui corrisponde un diverso approccio nella modellazione idrologica.

Nell'ambito del presente progetto, in particolare, non sono stati riscontrati attraversamenti con bacini superiori a 10 km<sup>2</sup>, si farà quindi riferimento solamente agli attraversamenti secondari.

Nel seguente capitolo si riporta una sintesi di tutti gli attraversamenti in progetto, il dimensionamento e le verifiche sono riportate ampiamente nella “Relazione attraversamenti ferroviari” associata, elaborato NM2701D26RIID0002003A.

### *Attraversamenti Secondari*

Sulla base delle risultanze dello studio idrologico e delle verifiche idrauliche effettuate, sono stati definiti tipologia e dimensione delle opere di attraversamento dei corsi d'acqua minori che, in questo progetto, sono risultati tutti tombini.

WBS	PROGRESSIVA [km]	CANALE IRRIGUO	PROGETTO	B o D [m]	H [m]	Pendenza progetto m/m
IN03	1+008	Roggia Ponte perduto	Tombino circolare	1.50	-	0.005
IN04	2+189	Scolmatore Torrente Morla (Rif. Sezione 22bis)	Opera di scalvalco	-	-	-
IN05	2+859	Rogge Morla di Campagnola e Orio Ramo B	Manufatto circolare tombato	1.00	-	0.003
IN06	3+023	Rogge Morla di Campagnola e Orio Ramo A	Canale rettangolare	5.00	2.00	0.002
IN07	4+022	Rogge Morla di Campagnola e Orio Ramo C	Tombino scatolare	2.00	1.50	0.0098
IN08	4+154	Rogge Morla di Campagnola e Orio Ramo C	Tombino scatolare	2.00	1.50	0.0098
IN09B	4+304	Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo A	Tombino scatolare	5.00	1.80	0.0028
IN09C	strada P3	Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo A	Tombino scatolare stradale	5.00	1.50	0.005
IN09D	strada P3	Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo A	Tombino scatolare stradale	5.00	1.50	0.006
IN10	5+299	Roggia Ugnana	Manufatto scatolare tombato	3.00	1.20	0.002

**Tabella 6.I - Identificazione degli attraversamenti secondari.**

Nel progetto non si è ritenuto necessario effettuare le verifiche sul trasporto solido lungo i vari canali irrigui non ritenendo tale aspetto problematico, visto che tutti i canali consortili sono in calcestruzzo e presentano limitate velocità tangenziali.

### *Attraversamenti tombati*

Il primo tratto del presente progetto di raddoppio attraversa un'area urbanizzata in cui sono presenti canali irrigui che risultano tombati per lunghi tratti, ben oltre l'area ferroviaria oggetto di intervento.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

WBS	PROGRESSIVA [km]	PROGETTO	L [m]
IN01	0+307	Rinforzo strutturale	40.00
IN02	0+854	Rinforzo strutturale	25.00

Tabella 6.II - Identificazione degli attraversamenti tombati.

Non conoscendo adeguatamente le caratteristiche strutturali delle opere esistenti e lo stato di manutenzione si prevede un ripristino strutturale dell'intera opera nel tratto interessato dall'interferenza con l'infrastruttura di progetto.

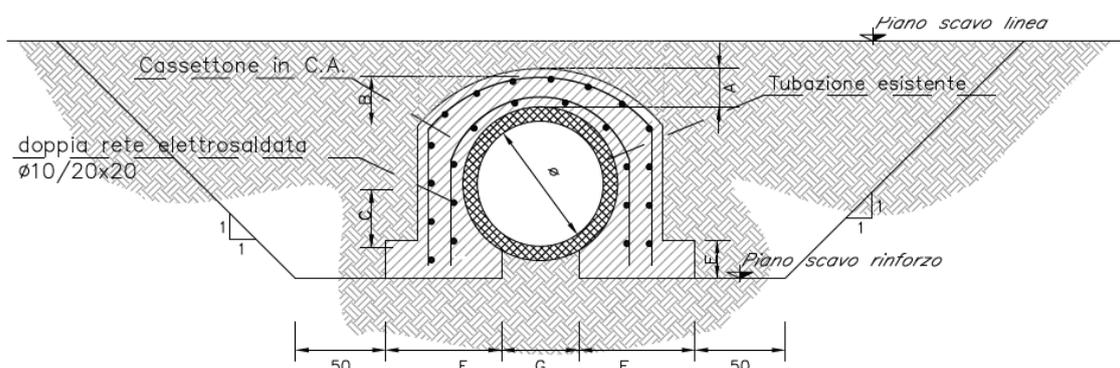


Figura 6.1 – Sezione tipo rinforzo strutturale in CLS.

Con queste premesse, si giunge alla conclusione che gli attraversamenti tombati non sono stati sottoposti a progetto idraulico in questa fase. Nella successiva fase progettuale dovrà necessariamente essere definita di concerto con l'ente gestore, che ne conosce le caratteristiche geometriche e di funzionamento idraulico per tutta la lunghezza del tratto tombato, la necessità o meno di prevedere altre lavorazioni sull'opera al di sotto della piattaforma ferroviaria.

### **Fornici di trasparenza idraulica**

I numerosi attraversamenti di trasparenza sono stati verificati idraulicamente come i tombini, ovvero a moto uniforme, con la portata duecentennale calcolata secondo quanto indicato nella relazione idrologica. Di seguito si riporta una tabella contenente i fornici di trasparenza in progetto.

WBS	PROGRESSIVA [km]	PROGETTO	D [m]
IN51	1+910	Fornice circolare	1.50
IN52	1+935	Fornice circolare	1.50
IN53	2+072	Fornice circolare	1.00
IN54	3+944.5	Fornice circolare	1.00
IN55	3+954.5	Fornice circolare	1.00

Tabella 6.III - Identificazione degli attraversamenti di trasparenza.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A	FOGLIO 22 di 119

## 7. STANDARD PROGETTUALI

Il progetto in essere necessita di varie opere idrauliche che bisogna dimensionare e verificare adeguatamente. Il dimensionamento degli elementi costituenti il sistema di raccolta e smaltimento delle acque è differente per ciascuna opera, la procedura può essere riepilogata con i seguenti passi:

- Individuazione delle curve di possibilità pluviometrica (Analisi idrologica);
- Calcolo delle portate generate dalla precipitazione meteorica (Metodo di trasformazione afflussi/deflussi);
- Dimensionamento e verifica degli elementi di raccolta delle acque.

In questo capitolo si descrive la metodologia di verifica impiegata per tubazioni di attraversamento ferroviario e fossi/canalette appartenenti al sistema di raccolta e convogliamento, che quindi non devono rispettare i principi di invarianza idraulica.

### 7.1. METODO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI

L'impostazione idrologica ed i metodi di dimensionamento delle opere tengono conto delle prescrizioni del “Manuale di progettazione”; le relazioni proposte nel manuale di progettazione derivano dal metodo dell'invaso secondo l'impostazione data dal “Metodo italiano”, nel quale si fa l'ipotesi che il funzionamento dei collettori sia autonomo e sincrono:

- *autonomo* significa che ogni condotto si riempie e si svuota per effetto delle caratteristiche idrologiche del bacino drenato trascurando quindi eventuali rigurgiti indotti dai rami che seguono a valle,
- *sincrono* significa che tutti i condotti si riempiono e si svuotano contemporaneamente.

Tali ipotesi di funzionamento non sono pienamente aderenti alla realtà nella quale invece si ha una propagazione dell'onda di piena da monte verso valle e quindi il volume  $W$  effettivamente invasato è minore di quello intero complessivo della rete.

#### METODO DELL'INVASO

La portata pluviale della rete è calcolata con un metodo empirico dell'invaso che tiene conto della diminuzione di portata per il velo (sottilissimo) che rimane sul terreno e per il volume immagazzinato in rete. Tale metodo è conforme alle indicazioni riportate sul manuale di Progettazione Ferroviario.

L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con “ $p$ ”, mentre con “ $I$ ” indicheremo l'intensità di pioggia, cioè l'altezza d'acqua che cade nell'unità di tempo.

Dell'acqua piovana una parte viene assorbita dal terreno, una porzione evapora ed il resto defluisce; la porzione che evapora è molto piccola e quindi trascurabile.

Indicando con “ $\varphi$ ” l'aliquota che defluisce sul terreno, bisogna tenere conto che tale valore dipenderà dalla natura del terreno, dalla durata dell'evento di pioggia, dal grado di umidità dell'atmosfera e dalla stagione;  $\varphi$

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>23 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	23 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	23 di 119								

prende il nome di coefficiente di afflusso e moltiplicato per l'area del bacino (A) e per l'intensità di pioggia (I) ci fornirà una stima della portata che affluisce nel bacino nell'unità di tempo.

$$P = \phi * I * A$$

Nel tempo  $dt$  il volume d'acqua affluito sarà  $p*dt$ , mentre nell'istante  $t$  nella rete di drenaggio defluirà una portata  $q$ , inizialmente nulla e man mano crescente.

Se il volume che affluisce nel tempo  $dt$  è pari a  $p*dt$  e quello che defluisce è  $q*dt$ , la differenza, che indicheremo con  $dw$ , rappresenterà il volume d'acqua che si invasa nel tempo.

Pertanto, l'equazione di continuità in forma differenziale sarà:

$$p * dt = q * dt + dw$$

Il metodo dell'invaso utilizzato per lo studio idraulico e la verifica dei collettori di smaltimento delle acque delle aree esterne si basa proprio sull'equazione di continuità.

Considerando che la portata  $q$  può essere considerata costante, le variabili da determinare sono  $q(t)$ ,  $w(t)$ , e  $t$ , per cui l'equazione non sarebbe integrabile se non fissando  $q$  o  $w$ .

Tuttavia, valutando che il valore massimo di portata verrà raggiunto alla fine dell'evento di pioggia di durata  $t$ , il problema di progetto si riduce ad individuare, tramite processo iterativo, la durata di pioggia che massimizzi la portata, tenuto conto che al diminuire di questa aumenta l'intensità di pioggia  $I$ .

Tale problema è stato risolto, nell'ipotesi di intensità di pioggia ( $I$ ) costante e di rete di drenaggio inizialmente vuota ( $q = 0$  per  $t = 0$ ), considerando:

- una relazione lineare tra il volume  $w$  immagazzinato nella rete a monte e l'area della sezione idrica  $\omega$ :

$$w/\omega = W/\Omega = cost$$

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme, mentre nel caso di reti, si basa su due ulteriori ipotesi: che i vari elementi si riempiano contemporaneamente senza che mai il deflusso affluente sia ostacolato (*funzionamento autonomo*) e che il grado di riempimento di ogni elemento sia coincidente con quello degli altri (*funzionamento sincrono*);

- una relazione lineare tra la portata defluente e l'area della sezione a monte:

$$q/\omega = Q/\Omega = cost$$

Tale relazione corrisponde all'ipotesi di velocità costante in condotta, ipotesi abbastanza prossima alla realtà nella fascia dei tiranti idrici che in genere si considerano.

Con queste ipotesi semplificative si ottiene:

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q}$$

$$dw = \frac{dq}{Q} * W$$

L'equazione di continuità diviene quindi:

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>24 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	24 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	24 di 119								

$$(p - q)dt = \frac{W}{Q} * dq$$

Ovvero:

$$p - q = \frac{dW}{dt}$$

L'integrazione dell'equazione di continuità consente di ottenere una relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, ovvero consente la stima dell'intervallo temporale tra un valore nullo di portata ed un valore massimo. Definendo  $\tau$  il tempo necessario per passare da  $q=0$  a  $q=q_{max}$ , e  $t_r$  il tempo di riempimento, si avrà:

- un canale adeguato se  $T \leq t_r$ ,
- un canale insufficiente se  $T > t_r$ .

Il corretto dimensionamento del canale di drenaggio delle acque piovane si ottiene ponendo  $\tau = t_r$ , ovvero nel caso in cui la durata dell'evento piovoso eguagli il tempo di riempimento del canale. In quest'ottica nasce il metodo dell'invaso non come metodo di verifica, ma come strumento progettazione, imponendo la relazione  $\tau = t_r$  si ottiene l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

$$u = k * \frac{(\phi * a)^{\frac{1}{n}}}{w^{\frac{1}{n}-1}}$$

Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in  $l/s \cdot ha$ ,  $\phi$  è il coefficiente di afflusso,  $w$  è il volume di acqua invasata riferito all'area del bacino in  $m^3/m^2$ ,  $a$  [ $m/ora^n$ ] ed  $n$  sono i coefficienti della curva di possibilità climatica,  $k$  un coefficiente che assume il valore di **2168 \* n** [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore].

L'espressione del coefficiente udometrico utilizzata nel nostro studio è:

$$u = 2168 * n * \frac{(\phi * a)^{\frac{1}{n}}}{w^{\frac{1}{n}-1}}$$

Il volume  $w$  rappresenta il volume specifico di invaso totale pari al rapporto tra il volume di invaso totale  $W_{tot}$  e la superficie drenata.  $W_{tot}$  è dato dalla somma del volume proprio di invaso,  $W_1$ ; del volume di invaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi,  $W_2$ ; del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata,  $W_3$ .

In particolare, il volume dei piccoli invasi è stato calcolato considerando un apporto unitario di  $50 m^3/ha$  per le superfici impermeabili della piattaforma ferroviaria (associato alla presenza della massicciata).

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>25 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	25 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	25 di 119								

## 7.2. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEGLI ELEMENTI DI RACCOLTA

Definiti i parametri pluviometrici, il metodo di trasformazione afflussi/deflussi si effettua il dimensionamento delle opere idrauliche in progetto. La verifica idraulica degli specchi in progetto viene effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = k \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

e l'equazione di continuità

$$Q = \sigma V$$

dove K, il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gaukler-Strickler:

$$K = K_s R^{1/6}$$

ottenendo:

$$Q = A K_s R^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

Q, portata (m<sup>3</sup>/s)

i, pendenza media del fosso (m/m);

A, sezione idrica (m<sup>2</sup>);

K<sub>s</sub>, il coefficiente di scabrezza di Gaukler-Strickler, pari a 80 m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup> per le tubazioni in PVC, 30 m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup> per i fossi non rivestiti e 67 m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup> per gli elementi in calcestruzzo e 60 m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup> per i tombini;

R, raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato (m).

I criteri di verifica delle opere progettuali di drenaggio ferroviario si basano sul Manuale di Progettazione RFI. Secondo il documento la verifica si ritiene soddisfatta se sono soddisfatti I seguenti vincoli di progetto:

- la velocità minima di moto uniforme non deve essere inferiore a 0,4÷0,5 m/s, ove possibile, al fine di evitare fenomeni di sedimentazione sul fondo che necessiti di una manutenzione più frequente dell'ordinaria;
- la velocità massima non deve essere maggiore di 5 m/s, al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici);
- il grado di riempimento, per le opere idrauliche connesse alla piattaforma ferroviaria, deve essere non superiore al 70% per elementi chiusi per evitare che la condotta possa andare in pressione; il grado di riempimento per le opere idrauliche deve essere non superiore al 50% per le condotte con DN minore di 500 mm;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

## 8. DIMENSIONAMENTO ELEMENTI DI DRENAGGIO FERROVIARIO

Il sistema di drenaggio previsto è costituito da un sistema di raccolta, collettamento, accumulo e dispersione delle acque meteoriche afferenti alla piattaforma ferroviaria e le banchina di stazione.

### *Dimensionamento interasse embrici*

Nel presente paragrafo viene descritto il sistema di drenaggio in rilevato, cioè quell'insieme di opere destinate a raccogliere, allontanare e convogliare a recapito le acque di pioggia ricadenti nell'ambito della piattaforma ferroviaria in rilevato.

Nei tratti in cui la piattaforma ferroviaria si trova in rilevato rispetto al piano campagna si prevede la posa di embrici in cls per assicurare lo scarico delle acque meteoriche nei fossi di guardia di forma trapezoidale, previsti al piede del rilevato, rivestiti in cls per una lunghezza di 3 m, in corrispondenza dello scarico dell'embrice.

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo tale per cui l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato della sezione, definito al massimo dal cordolo in conglomerate bituminoso e pari alla larghezza massima allagabile, assunta in questa sede pari a 2m.

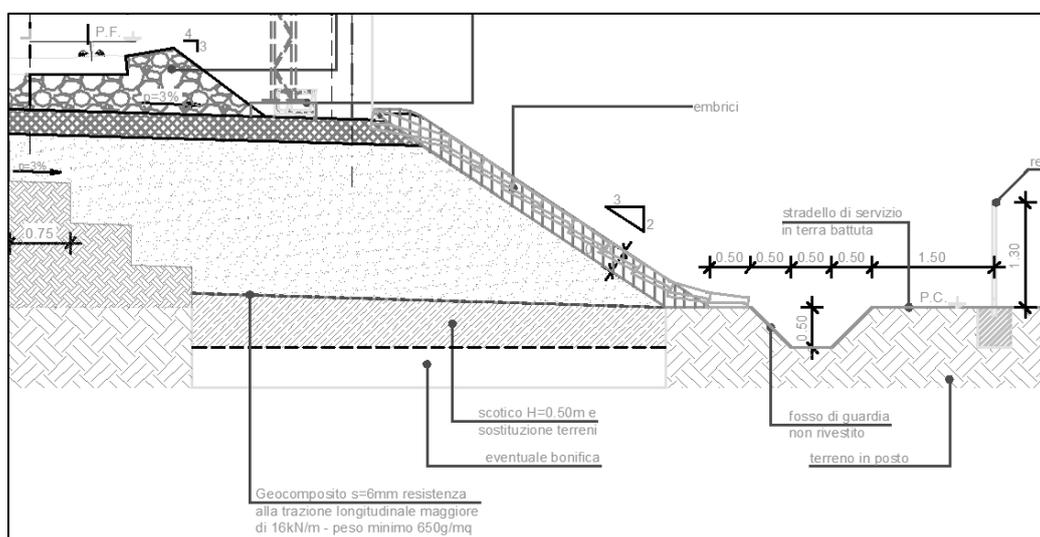


Figura 8.1 - Sezione tipo in rilevato con embrici.

Per il calcolo della portata massima transigente a bordo piattaforma si è utilizzata la formula di Gauckler Strickler, ponendo come parametro di Strickler il valore di  $K_s=60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ . Assumendo quindi il deflusso in una sezione triangolare, definita  $i_t$  la pendenza trasversale, l'area e il perimetro bagnato possono essere calcolati rispettivamente come:

$$A_b = \frac{(B_b^2 * i_t)}{2}; C_b = B_b * \left( i_t + \frac{1}{(\cos(\arctan(i_t)))} \right)$$

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>27 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	27 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	27 di 119								

Sulla base di queste indicando con  $i$  la pendenza longitudinale della strada, si può esprimere la portata che transita in banchina come:

$$Q_b = K_s \cdot A_b^{\frac{5}{3}} \cdot C_b^{-\frac{2}{3}} \cdot i^{0.5}$$

La portata transitante in banchina deve essere poi confrontata con quella scaricabile dal singolo embrice. Tale portata risulta dal calcolo della portata defluente da uno sfioro in parete grossa:

$$Q_{emb} = Cq \cdot Lh \cdot \sqrt{(2 * g * h)}$$

in cui il coefficiente di deflusso  $Cq$  per gli stramazzi in parete grossa si approssima a 0.385, la lunghezza della soglia sfiorante  $L=60 \text{ cm}$  coincide con il collo dell'embrice e il carico idraulico  $h$  risulta pari al tirante presente sul ciglio della piattaforma ferroviaria.

Sulla base delle relazioni appena definite l'interasse massimo di calcolo per gli embrici di scarico si esprime come il minimo i rapporti tra le portate convogliate/scaricate e la portata di pioggia unitaria e imponente un massimo valore di 15m.

Nella seguente figura si riporta la tipologia di embrice utilizzato.

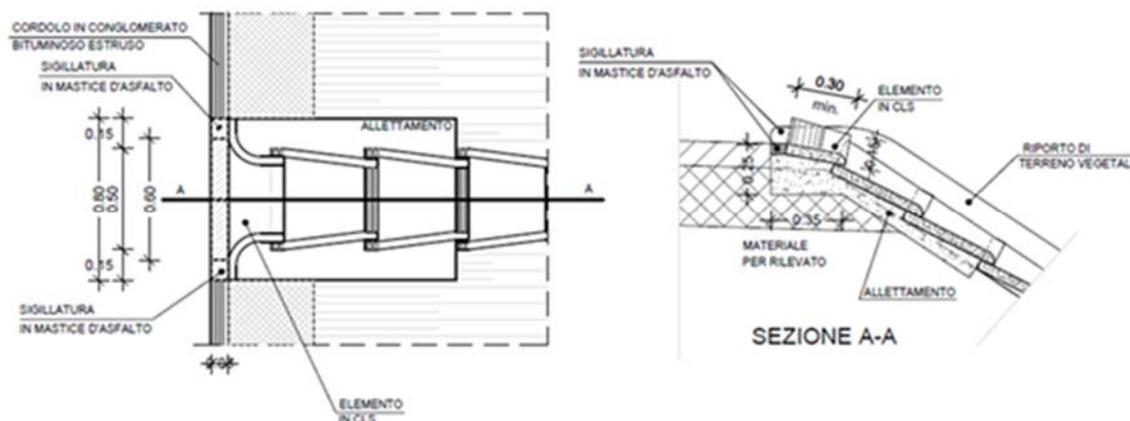


Figura 8.2 - Embrice tipo.

I risultati della verificano mostrano una capacità di evacuazione massima di 15 l/s.

Nei tratti dove la livelletta ferroviaria scende a 0.2% di pendenza, l'interasse massimo tra gli elementi è di 6 m (Pk 4+000-4+200 km), nei casi con pendenza di 0.9% sale a 12 m (Pk 0+220-0+600 km), mentre nel resto della linea ferroviaria si assume un interasse di 15 m come definito da manuale di RFI.

I fossi di guardia in progetto non sono rivestiti in calcestruzzo dato che le condizioni di pendenza e portate di progetto non lo richiedono (velocità limitate).

### **Dimensionamento sezione tipo in rilevato**

La sezione in rilevato presenta un fosso di guardia in terra con scarpa 1/1 ai piedi, con eventuale bauletto in ghiaia per favorire la dispersione di altezza minima 50 cm. Le acque che cadono sulla piattaforma ferroviaria

sono convogliate ai fossi tramite degli embrici in cls con interasse variabile in funzione della diversa pendenza longitudinale della livelletta (vedi Figura 8.2).

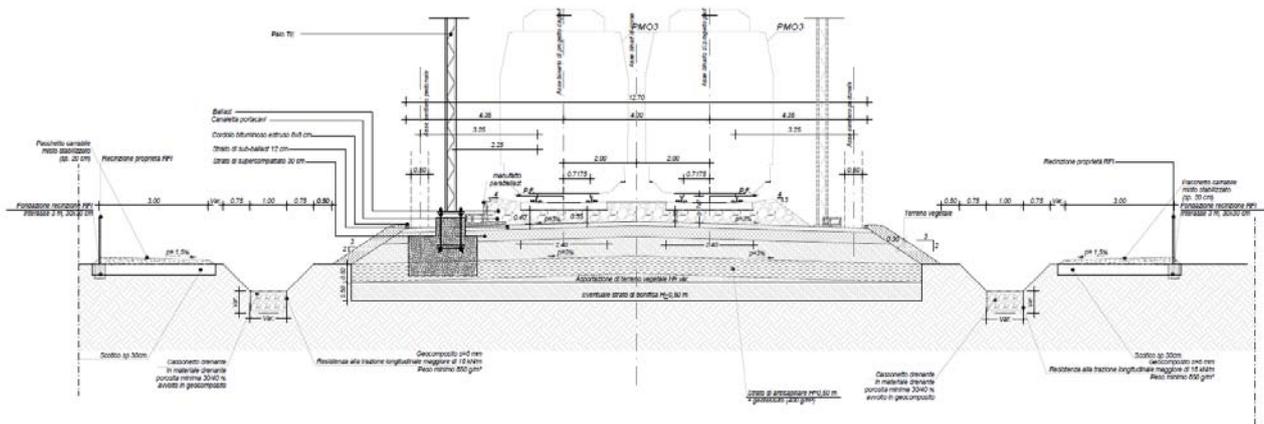


Figura 8.3 - Sezione tipo in rilevato.

### ***Dimensionamento Sezione tipo con pali TE***

Nel tratto iniziale del tracciato, tra le progressive 0+214 a 0+882 si configura la necessità di inserire delle barriere antirumore su muro di recinzione o senza muro, in quanto la linea si sviluppa a Bergamo città e ci sono degli edifici da proteggere. In questo tratto lato sinistro sono presenti i pali TE i cui cordoli di fondazione inglobati con quelli del muro di recinzione, risultano interferenti con le canalette idrauliche.

È necessario inserire delle canalette beolate all'interno della sede ferroviaria e ai margini per raccogliere le acque. Per la loro dispersione si prevede, tra le progressive 0+382 a 0+570 lato destro, un fosso trapezoidale in terra con scarpa 1/1 e bauletto in ghiaia sul fondo. Lo scarico della barriera lato fosso avviene con dei fori ad interasse 3 m e successivo scarico su embrici ogni 15 m. Lato sinistro invece la canaletta sarà interna alla sede ferroviaria, beolata e di dimensioni interne 40x70cm, lo scarico avviene su pozzi perdenti o su fosso disperdente con bauletto.

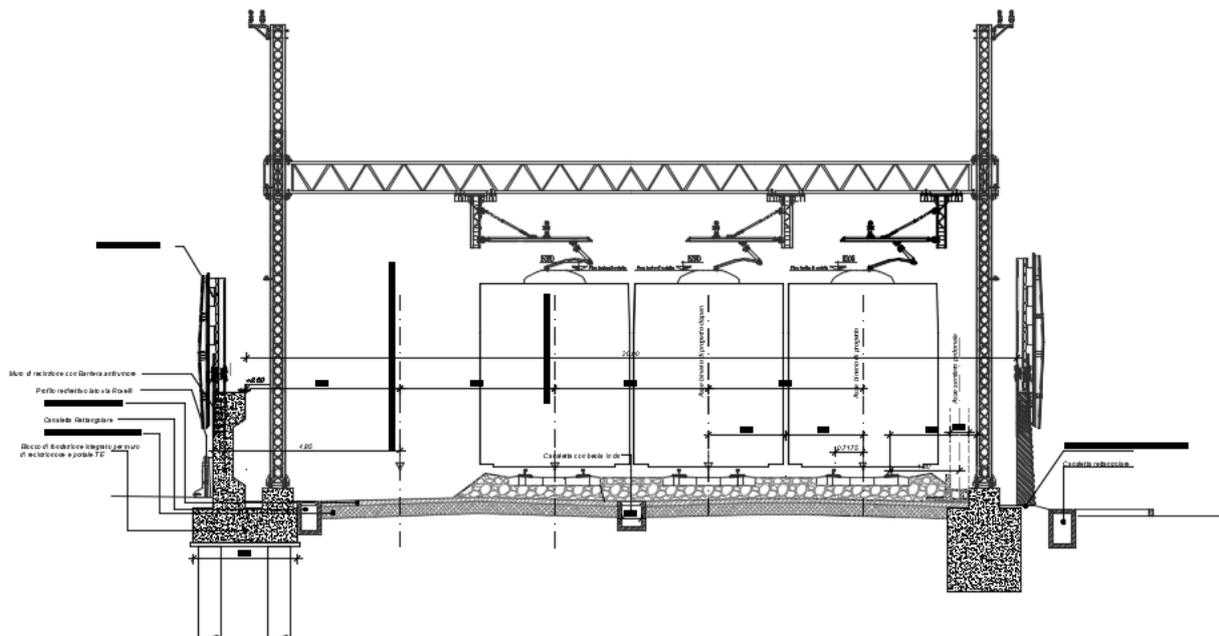


Figura 8.4 - Sezione tipo con pali TE.

### *Dimensionamento Sezione tipo in trincea tra scarpate*

Le sezioni in trincea aperta prevedono una canaletta di raccolta rettangolare in calcestruzzo alla base della trincea per ogni lato, e un fosso di guardia in testa non rivestito e con scarpa delle sponde 1/1 a protezione della linea ferroviaria.

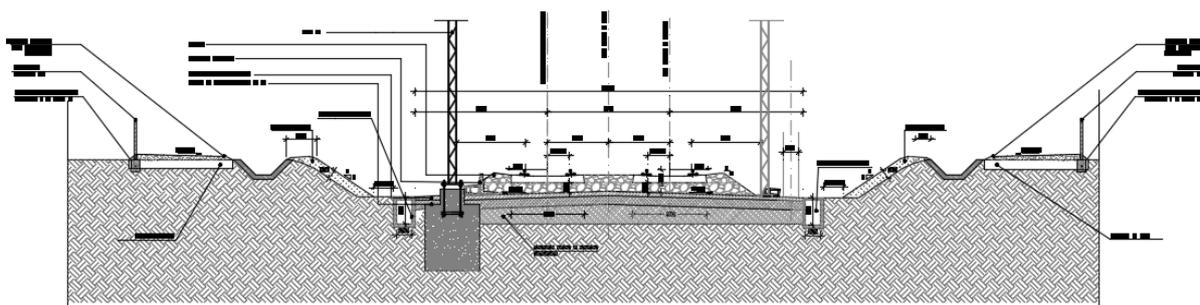


Figura 8.5 - Sezione tipo in trincea tra scarpate.

### *Dimensionamento Sezione in trincea tra muri*

La sezione in trincea tra muri è composta da un fosso di guardia in terra con sponde 1/1 e internamente un sistema di raccolta e convogliamento collocato sotto i marciapiedi di servizio. I vani idraulici ricavati hanno dimensioni interne 1.0x0.7 m e ogni 7 m è previsto un foro 16x16 cm corredato di rete ferma ballast per la raccolta dell'acqua meteorica. Ad interasse di 15 m sui marciapiedi è inserito un tubo DN80 in PVC di raccolta per eventuali acque di infiltrazione quota marciapiede, il quale recapita nella piattaforma ferroviaria.

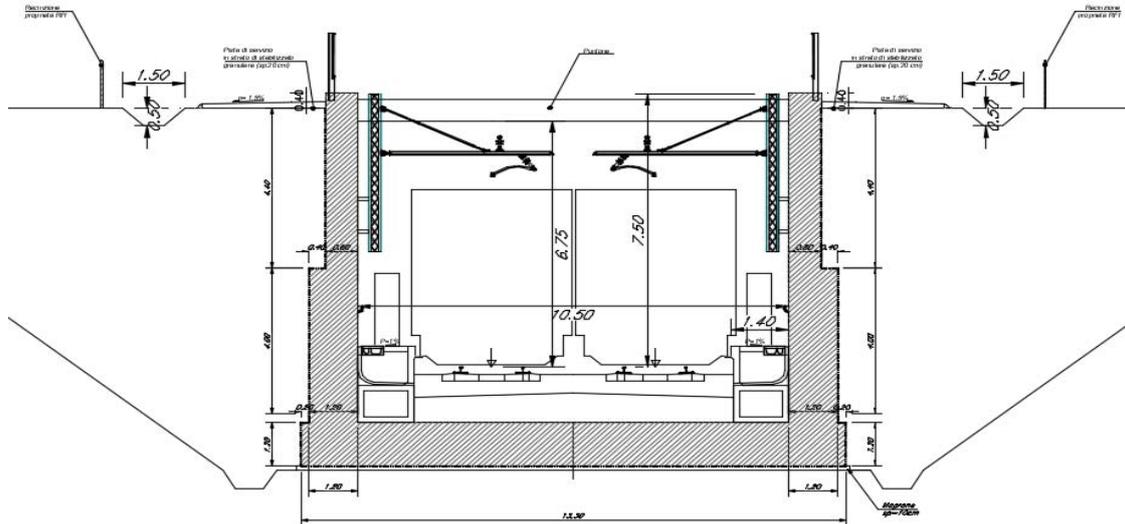


Figura 8.6 - Sezione tipo in trincea tra muri.

### ***Dimensionamento Sezione tipo in galleria***

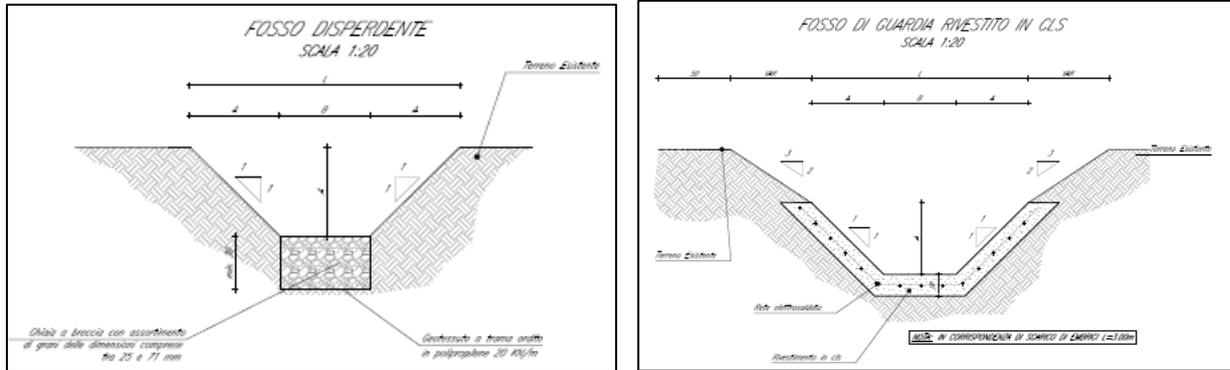
La galleria è edificata con scavo a cielo aperto o tra pali, dal punto di vista idraulico il sistema di raccolta è il medesimo, si espone quindi solo la prima tipologia.

In galleria non c'è acqua meteorica che affluisce alla piattaforma ferroviaria, quindi la pendenza delle falde della piattaforma ferroviaria si inverte e converge verso l'asse. Qui si colloca una canaletta beolata in cls che raccoglie solo eventuali acque di infiltrazione, stillicidio, sversamenti accidentali, i canali sotto i marciapiedi continuano con la sola funzione di convogliamento verso l'impianto di sollevamento, è garantita l'ispezionabilità dei canali con dei pozzetti.

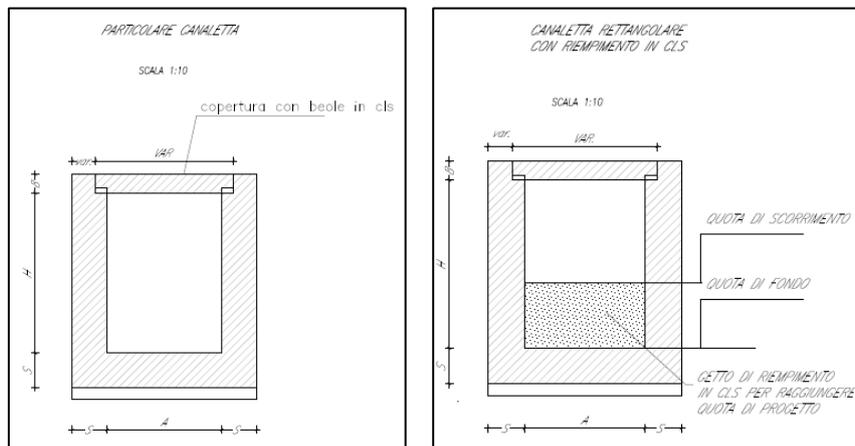
Ad interasse di 15 m sui marciapiedi è inserito un tubo DN80 in PVC di raccolta per eventuali acque di infiltrazione quota marciapiede, il quale recapita nella piattaforma ferroviaria.







**Figura 8.10 - Sezioni tipo fossi di guardia disperdenti e rivestiti in cls.**



**Figura 8.11 - Sezioni tipo canalette rettangolari**

La verifica idraulica si effettua con le metodologie descritte nei capitoli precedenti.

Le tubazioni di attraversamento della linea ferroviaria servono a spostare le acque di piattaforma da un lato di drenaggio all'altro al fine di effettuare invarianza idraulica e scaricare nel recettore. Esse sono in PVC SN8, accolte all'interno di un bauletto in c.a. con lo scopo di aumentarne la resistenza, la scabrezza utilizzata per il dimensionamento è  $80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ .

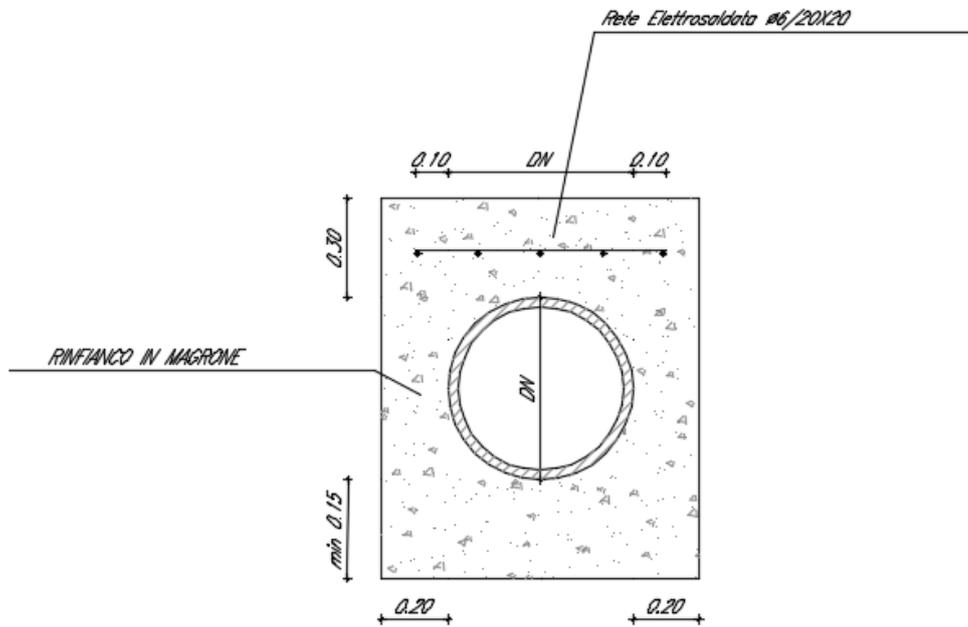


Figura 8.12 - Sezione tipo collettore in PVC con rinfranco in CLS.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A	FOGLIO 35 di 119

## 9. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO FERROVIARIO

Come anticipato la livelletta ferroviaria dal km 2+771 al km 3+396 presenta una galleria con rampe discendenti in trincea con scarpata e trincea tra muri. Per convogliare le acque al recapito è necessario l’inserimento di un sollevamento meccanico per superare il dislivello creatosi. Alla progressiva 3+424.2 km è collocato il pozzettone di alloggiamento delle pompe, il quale collega il vano di accumulo al vano di calma, prima del recapito finale nel sistema di pozzi a dispersione.

Le dimensioni trasversali e l'altezza del vano pompe tengono conto delle esigenze strutturali e del tipo di esercizio idraulico che s'intende adottare. Il volume della vasca di pompaggio viene determinato considerando l'uso di tutte le pompe ad esclusione di quella di riserva. Essa viene messa in funzione nel caso in cui una delle altre due rimanenti presenti un'avaria nel funzionamento o in presenza di un evento meteorico eccezionale.

Il calcolo dei volumi d'esercizio e la scelta delle pompe seguono alcune utili schematizzazioni delle infinite combinazioni possibili di afflusso, accumulo e scarico, variabili istantaneamente per tutta la durata dell'evento meteorico.

Ammettendo la distribuzione uniforme e costante della pioggia di durata  $t$  si potrà assumere che, raggiunto e superato il tempo di corrivazione  $t_c$ , tutto il bacino tributario partecipi alla portata  $Q$  fino al termine della precipitazione, oltre il quale avviene il graduale esaurimento nell'intervallo temporale  $t_c$ .

Ogni pompa ha un tempo minimo necessario ai circuiti interni al fine di non surriscaldarsi, esso si traduce in un numero massimo di avviamenti orari ammissibili. Di norma gli avviamenti variano a 6 a 12, a seconda delle dimensioni della macchina.

Nel caso specifico sono stati calcolati i volumi necessari per diversi casi (secondo prescrizioni RFI), e tra essi è stato scelto il più gravoso:

- VERIFICA 1: Il volume sia adatto a contenere l'acqua, in caso di completa avaria dell'impianto di sollevamento, per 2 ore con evento di ritorno pari a 100 anni;
- VERIFICA 2: Il volume sia adatto a contenere l'acqua, in caso di funzionamento dell'impianto di sollevamento, per tutti gli eventi possibili senza limiti temporali;
- VERIFICA 3: Il volume sia adatto a contenere l'acqua per un evento di durata pari a 6 ore con tempo di ritorno 20 anni.

Il caso in esame vede una superficie afferente di 16852 m<sup>2</sup>, un coefficiente di deflusso pari a 0.85 e un tempo di corrivazione di 18 minuti, calcolato come tempo di accesso (5 minuti) sommato al tempo di rete calcolato del sistema, portata di pompaggio di 200 l/s.

Con questi valori risulta quanto segue:

Verifica 1:	T [min]	Ving [mc]	Q uscita [l/s]	V [mc]
	120	1183.449	0	1183.45

Verifica 2:			Q uscita [l/s]	V [mc]
			200	235.0

Verifica 3:	T [min]	Ving [mc]	Q uscita [l/s]	V [mc]
	360	1265.553	0	1265.55

Il volume di calcolo è 1265.55 mc e corrisponde alla verifica n°3.

La vasca di accumulo è lunga 70 m ed è collocata al di sotto della piattaforma ferroviaria, mentre la vasca di sollevamento è posizionata a sinistra della linea ferroviaria.

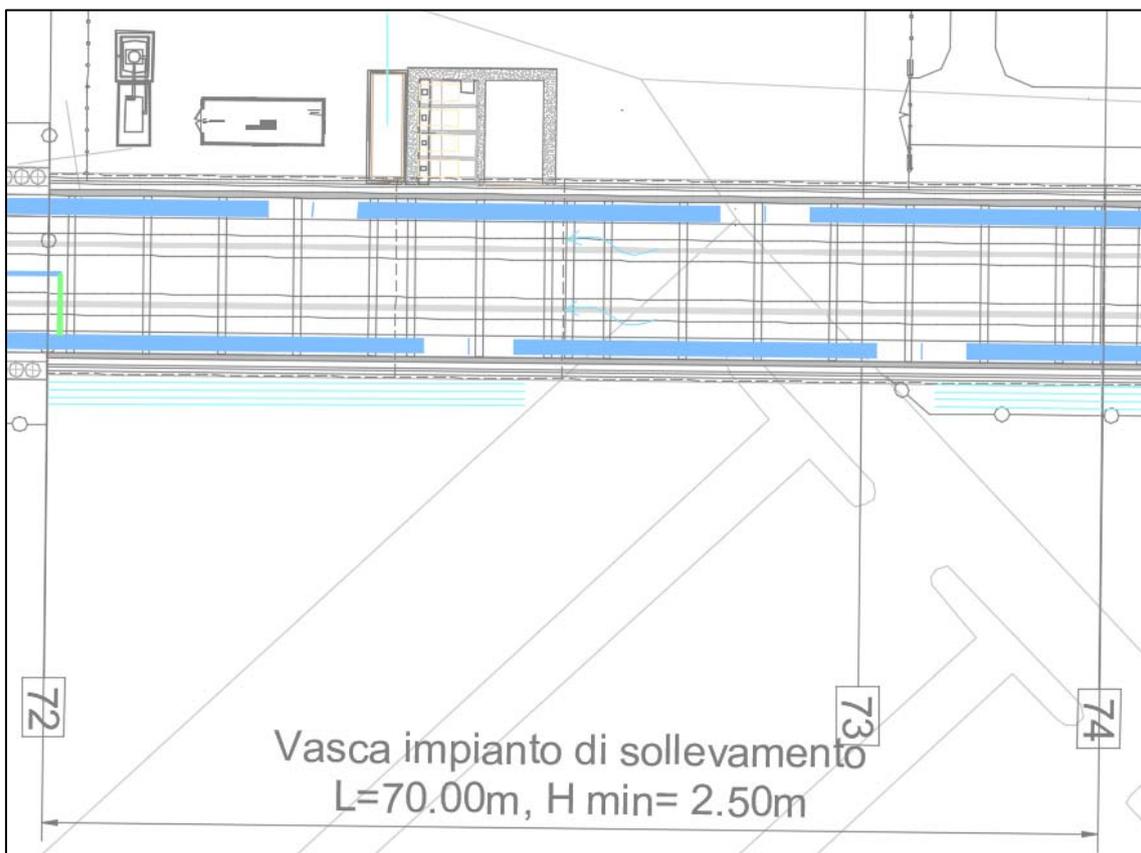
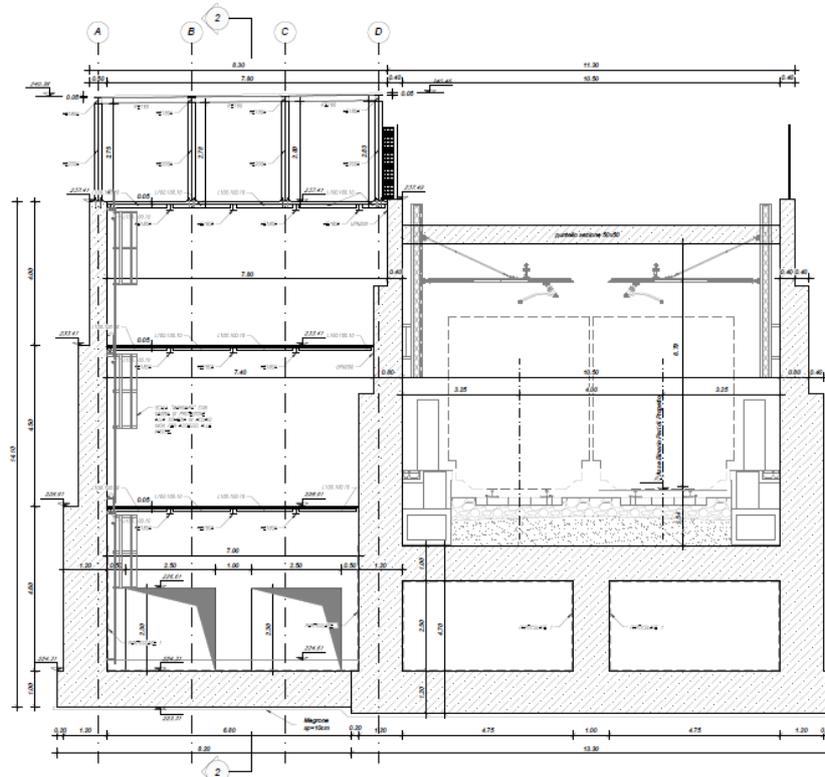


Figura 9.1 - Pianta vasca di accumulo.



**Figura 9.2: Sezione in corrispondenza della vasca di sollevamento.**

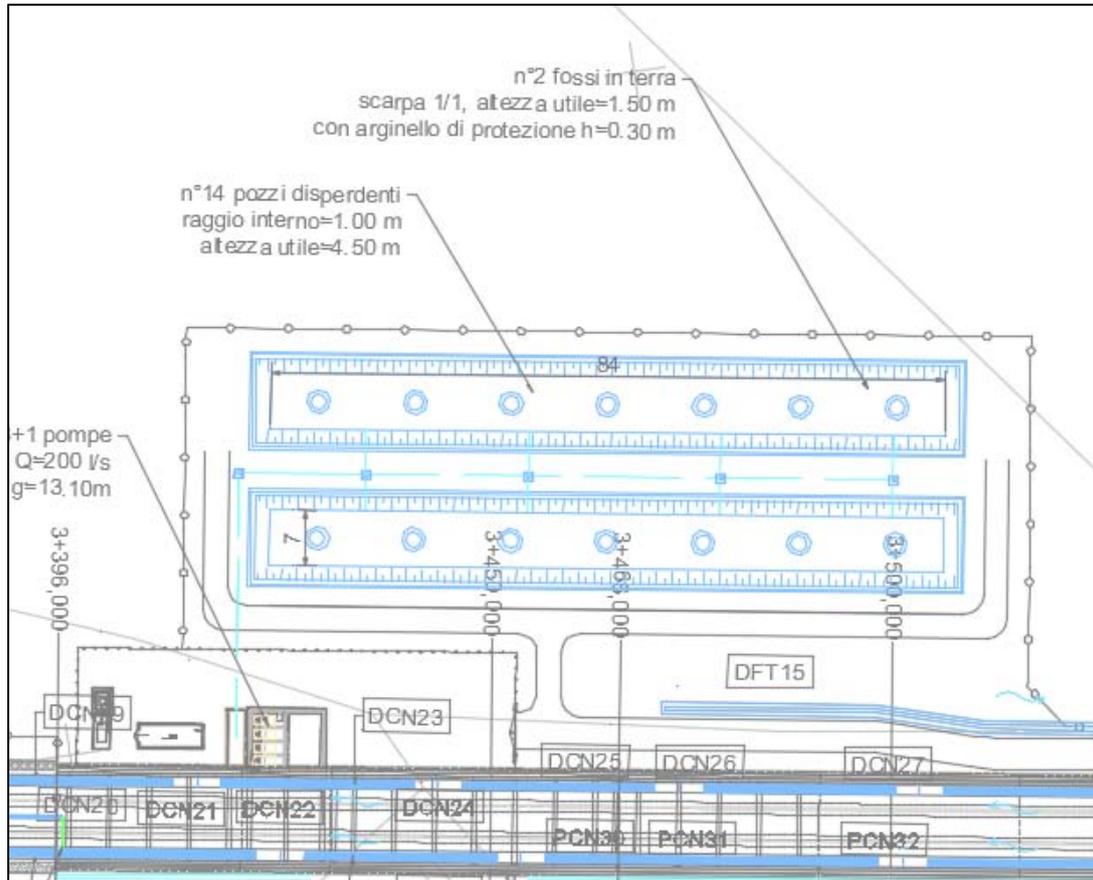
Lo scarico delle canalette e delle tubazioni in arrivo dal sistema di drenaggio avverrà grazie a dei fori localizzati nel solettone della struttura. L'adeguato posizionamento di chiusini di ispezione garantirà l'adeguata manutenzione della vasca.

Ai fini della definizione dell'impianto sono da calcolare la prevalenza che la pompa deve fornire, che si ottiene considerando la prevalenza geodetica  $H_g$  e le perdite di carico  $H_c$ :

$$H = H_g + H_c$$

Le perdite di carico  $H_c$  si suddividono in distribuite  $H_{c,d}$  e concentrate  $H_{c,c}$ , le prime sono dovute alle asperità lungo le tubazioni, mentre le seconde sono date dalla somma dei coefficienti di perdita concentrata moltiplicati alla componente cinetica.

Lo scarico dell'impianto di sollevamento è individuato in due aree a dispersione tra di loro collegate con pozzi disperdenti di raggio interno 1 m e altezza utile pari a 4.5 m (Figura 9.3).



**Figura 9.3 - Recapito vasca di sollevamento.**

### **9.1. Recapito vasca di sollevamento**

Lo scarico delle acque sollevate è individuato in un'area adiacente al sedime ferroviario, composta da due fossi in terra con fondo largo 7 m e con uno sviluppo di 84 m, scarpa sponde 1/1, altezza utile 1.5 m e protetto con un arginello di 30 cm dall'afflusso di acque esterne.

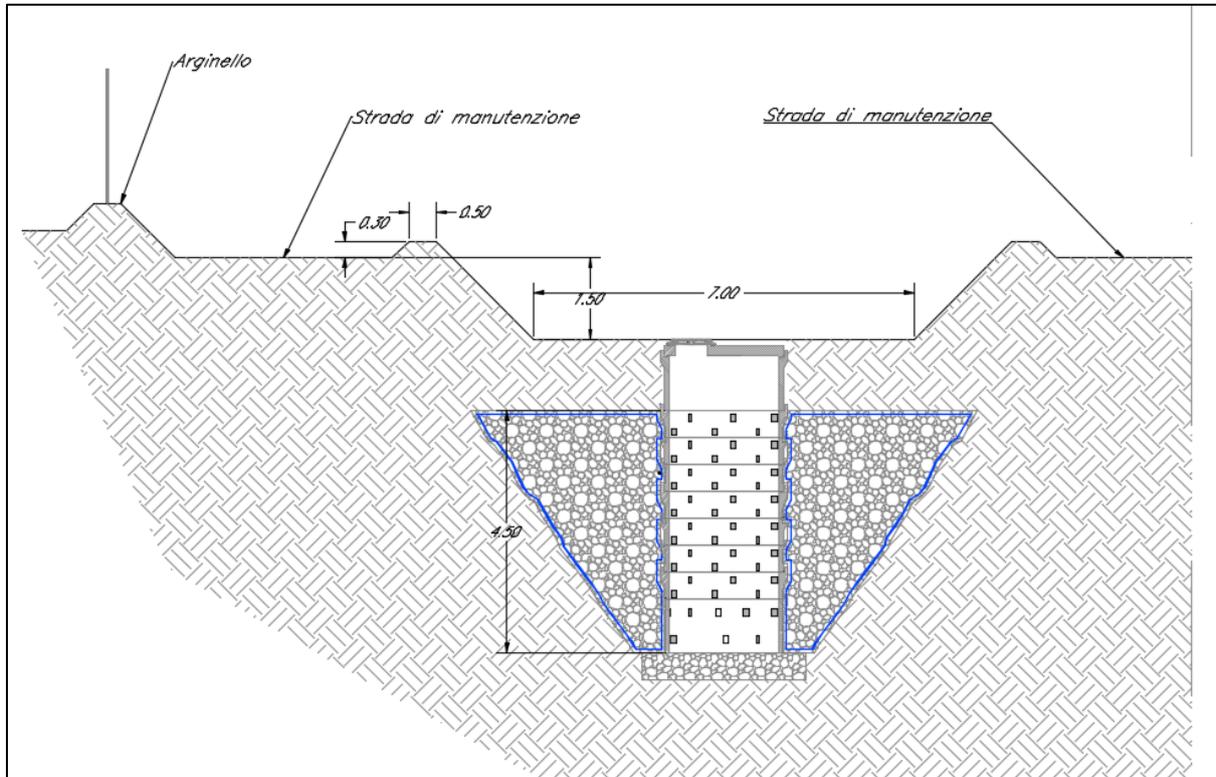


Figura 9.4 - Sezione tipologica di posa possi perdenti con scavo a cielo aperto.

Il dimensionamento del sistema differisce rispetto a quello rappresentato nel capitolo successivo 10.1.1 per la diversa natura dell'onda in ingresso. In questo caso il volume entrante è infatti generato dalla portata di pompaggio di 200 l/s e non da una pioggia distribuita su di una superficie.

										V <sub>min</sub> 1213.44	
Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluv.			Coeff. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Portata uscente	Volume uscente	Volume da invasare
t <sub>p</sub>	t		a	n	f						
(min)	(ore)	(ha)	(mm)			(mm)	(m <sup>3</sup> )	(l/s)	(m <sup>3</sup> /ora)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
5	0.08	1.6852	67.025	0.464	0.85	21	60	7.39	26.61	2.22	57.78
10	0.17	1.6852	67.025	0.464	0.85	29	120	7.39	26.61	4.43	115.57
15	0.25	1.6852	67.025	0.464	0.85	35	180	7.39	26.61	6.65	173.35
25	0.42	1.6852	67.025	0.464	0.85	45	300	7.39	26.61	11.09	288.91
30	0.50	1.6852	67.025	0.464	0.85	49	360	7.39	26.61	13.30	346.70
35	0.58	1.6852	67.025	0.464	0.85	52	420	7.39	26.61	15.52	404.48
40	0.67	1.6852	67.025	0.464	0.85	56	480	7.39	26.61	17.74	462.26
45	0.75	1.6852	67.025	0.464	0.85	59	540	7.39	26.61	19.96	520.04
50	0.83	1.6852	67.025	0.464	0.85	62	600	7.39	26.61	22.17	577.83
55	0.92	1.6852	67.025	0.464	0.85	64	660	7.39	26.61	24.39	635.61
60	1.00	1.6852	67.025	0.464	0.85	67	720	7.39	26.61	26.61	693.39

65	1.08	1.6852	67.025	0.297	0.85	69	780	7.39	26.61	28.82	751.18
70	1.17	1.6852	67.025	0.297	0.85	70	840	7.39	26.61	31.04	808.96
75	1.25	1.6852	67.025	0.297	0.85	72	900	7.39	26.61	33.26	866.74
80	1.33	1.6852	67.025	0.297	0.85	73	960	7.39	26.61	35.48	924.52
85	1.42	1.6852	67.025	0.297	0.85	74	1020	7.39	26.61	37.69	982.31
90	1.50	1.6852	67.025	0.297	0.85	76	1080	7.39	26.61	39.91	1040.09
95	1.58	1.6852	67.025	0.297	0.85	77	1140	7.39	26.61	42.13	1097.87
100	1.67	1.6852	67.025	0.297	0.85	78	1200	7.39	26.61	44.34	1155.66
105	1.75	1.6852	67.025	0.297	0.85	79	1260	7.39	26.61	46.56	1213.44
110	1.83	1.6852	67.025	0.297	0.85	80	0	7.39	26.61	48.78	1211.22
115	1.92	1.6852	67.025	0.297	0.85	81	0	7.39	26.61	51.00	1209.00
120	2.00	1.6852	67.025	0.297	0.85	82	0	7.39	26.61	53.21	1206.79
125	2.08	1.6852	67.025	0.297	0.85	83	0	7.39	26.61	55.43	1204.57
135	2.25	1.6852	67.025	0.297	0.85	85	0	7.39	26.61	59.87	1200.13
140	2.33	1.6852	67.025	0.297	0.85	86	0	7.39	26.61	62.08	1197.92
145	2.42	1.6852	67.025	0.297	0.85	87	0	7.39	26.61	64.30	1195.70
150	2.50	1.6852	67.025	0.297	0.85	88	0	7.39	26.61	66.52	1193.48

La permeabilità della zona è stata assunta  $6.8 \times 10^{-6}$  m/s dalla Relazione geotecnica associata.

Relazioni:			$Q = 2 \pi K H^2 / \ln (R/r_0)$	
dove				
H=	4.5	m	Altezza interna pozzo nello strato filtrante	
r <sub>0</sub> =	1	m	raggio interno del pozzo	
K=	0.0000068	m/s	coefficiente di filtrazione	
Vale l'espressione:				
			$R/r_0 = 3.828(\text{rad}q(1+H/r_0)-1)$	
Risultati:				
	R/r <sub>0</sub> =	5.149456		
	Q pozzo=	0.53	l/s	
numero pozzi	14		RAGGIO INFL=	11
volume fossi	1963.5			
volume residuo	750.06			
coeff sicurezza	1.61813			

Come si evince dalle tabelle il volume minimo da garantire dal sistema di dispersione è di 1213.4 mc, si è deciso di ricavarlo dai soli fossi, senza contare per cautela il volume dei pozzi perdenti.

Il grafico successivo mostra un picco dell'onda di piena in ingresso dato dalla portata di pompaggio per il tempo di svuotamento della vasca di accumulo. Mentre il sistema di recapito si svuota in 45.60 ore, rispettando così i limiti imposti dalla Normativa regionale.

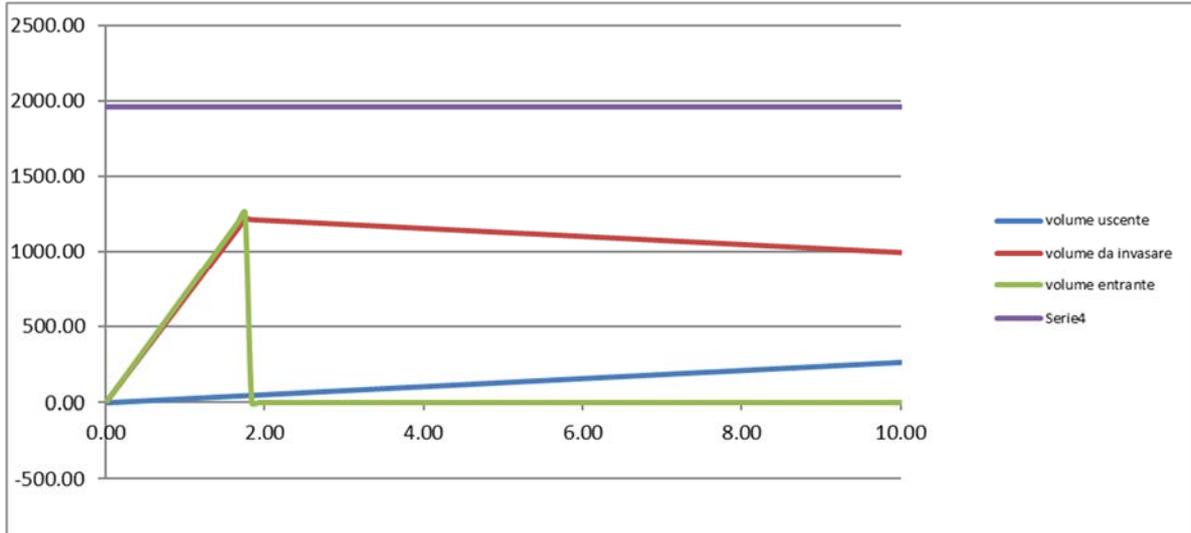


Figura 9.5 - Diagrammi dei volumi della vasca.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>42 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	42 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	42 di 119								

## 10. INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE

Il regolamento regionale 23 novembre 2017 – n.7 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12”, aggiornato con modifiche e integrazioni n.7/2018 e n.8/2019, tratta il tema dell’invarianza idraulica e idrologica all’interno della regione Lombardia.

In tale regolamento si specifica che le misure di compensazione per la salvaguardia dell’invarianza idraulica devono essere applicate anche per:

*e.3) la realizzazione di infrastrutture e di impianti, anche per pubblici servizi, che comporti la trasformazione in via permanente di suolo inedificato;*

All’articolo 4.3 inoltre viene precisato quanto segue:

*L’infiltrazione rappresenta, se la situazione idrogeologica locale lo consente (v. art. 5.2.2), un’utile e opportuna modalità di smaltimento delle acque pluviali. Peraltro, poiché nella generalità dei casi la capacità di infiltrazione dei suoli è inferiore, talora in modo significativo, rispetto all’intensità delle piogge più intense, il contenimento delle portate allo scarico richiede necessariamente la trattenuta temporanea delle acque pluviali in eccesso rispetto all’infiltrazione in invasi di laminazione.*

*La vasta possibilità di configurare tali invasi con differenti tipologie consente di individuare soluzioni tecnicamente fattibili e di costo percentualmente contenuto, rispetto al costo complessivo dell’intervento, qualora tali capacità di invaso siano attentamente previste in fase di progetto (vedi art. 9).*

Le modifiche di impermeabilità del suolo considerano lo stato di permeabilità originaria del sito, e non alla condizione urbanistica preesistente all’urbanizzazione. In particolare, il regolamento riporta:

*Lo smaltimento dei volumi invasati, nel rispetto dei valori limite ammissibili di portata più oltre indicati (art. 6.2), deve avvenire secondo il seguente ordine di priorità:*

- 1. mediante il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità (es. innaffiamento giardini, acque grigie, lavaggio pavimentazioni e auto, ecc.);*
- 2. mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio. L’infiltrazione induce così alla riduzione degli effetti dell’impermeabilizzazione anche in termini di rispetto del principio di invarianza idrologica;*
- 3. scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale o reticolo di bonifica, con i limiti di portata più oltre indicati (art. 6.2) e assoggettati al controllo dell’Autorità idraulica competente;*

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

4. scarico in fognatura, con i limiti di portata più oltre indicati (art. 6.2).

Nella tabella 10.I si riportano i limiti di portata scaricabili nei ricettori finali nelle zone di progetto, secondo l'articolo 6.2.

Comune	Provincia	Criticità idraulica (1)	Coefficiente di pericolosità	Portata scaricabile [l/s ha imp]
Bergamo	BG	A	1	10
Orio al Serio	BG	A	1	10

Tabella 10.I - Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei recettori (2).

In base all'entità dell'impermeabilizzazione e agli ambiti territoriali si definiscono le modalità di calcolo da applicare all'intervento, si veda come riferimento la tabella a seguire.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
			Aree A, B	Aree C
0 Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1 Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2 Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
	da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
3 Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4		
	> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Tabella 10.II - Metodologia di calcolo in base alla classe d'intervento (3).

Nella redazione del progetto di invarianza idraulica ed idrologica, inoltre, devono essere rispettati i tempi di ritorno di riferimento, il Regolamento definisce quanto segue:

(..omissis..) *Le misure strutturali locali di contenimento e controllo delle acque meteoriche interne alle singole aree scolanti sono calcolate in modo da rispettare i valori limite di emissione sopra richiamati, assumendo quali tempi di ritorno i valori di seguito riportati:*

*T = 50 anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di laminazione per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.*

*T = 100 anni: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate e dei provvedimenti protettivi da realizzarsi eventualmente in luogo del franco;*

(1) Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 e ss.mm.ii., Art. 7, comma 3

(2) Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 e ss.mm.ii., Art. 8, comma 1

(3) Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 e ss.mm.ii., Art. 9, comma 1, Tabella 1

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A	FOGLIO 44 di 119

*T = 100 anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati (barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi, ecc.).*

Nel caso in esame, essendo le opere di drenaggio ferroviario da dimensionare con  $T_r$  pari a 100 anni, l'invarianza idraulica verrà analizzata con tale periodo di ritorno, comunque a favore di sicurezza.

Il consorzio di bonifica competente ha fissato il limite allo scarico nei canali di loro competenza a 10 l/s ha di superficie impermeabile, quindi al fine di rispettare tale valore in uscita si sono adottati diversi accorgimenti per invasare il volume in eccesso.

Le metodologie utilizzate differiscono in funzione dello spazio a disposizione ai margini del solido ferroviario, quindi si è adottato il sovradimensionamento dei fossi di guardia oppure l'inserimento di aree di laminazione ed infiltrazione. A valle di tali dispositivi sono previsti dei manufatti di controllo dello scarico con bocca tarata e sfioro per scarico di emergenza, nel caso di eventi con tempo di ritorno maggiore.

Le acque che saranno sottoposte a laminazione sono solamente quelle con bacino di afferenza coincidente alla nuova piattaforma, la porzione di area scolate preesistente sarà trattata solo se ritenuto necessario.

La scelta principale di optare per lo “scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale o reticolo di bonifica, con i limiti di portata più oltre indicati e assoggettati al controllo dell’Autorità idraulica competente” è dettata da differenti motivazioni:

- il valore di conducibilità idraulica dell’ordine di  $10^{-4}$  a  $10^{-8}$  m/s, definiti dalla “Relazione geotecnica generale” e dal “Profilo Geotecnico”, permette di poter disporre un sistema con funzione di laminazione e dispersione;
- il territorio in esame è caratterizzato da una maglia molto fitta ed estesa di canali irrigui e di scolo in cls che rappresentano anche il ricettore finale del sistema fognario dell’intera città (acque bianche e acque nere). I canali infatti svolgono doppia funzione, non vi è un periodo di magra assoluta;
- la falda risulta abbastanza profonda permettendo l’utilizzo di sistema a dispersione superficiali.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>45 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	45 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	45 di 119								

## 10.1. SISTEMI A DISPERSIONE E LAMINAZIONE

Nel presente progetto definitivo sono state previste due tipologie di opere di dispersione/laminazione delle portate, in funzione dello spazio a disposizione e delle portate di riferimento. Essi sono dispositivi puntuali (*Aree disperdenti A -DA o PA a seconda del lato di drenaggio*) o distribuiti (*Fossi disperdenti e di laminazione*).

### 10.1.1. Dispositivi puntuali

In caso di mancanza di recapiti facilmente raggiungibili e di terreni con sufficiente permeabilità, le cui caratteristiche qualitative permettono l'infiltrazione superficiale, sono stati adottati sistemi di dispersione puntuali, come le aree di laminazione/dispersione e pozzi disperdenti.

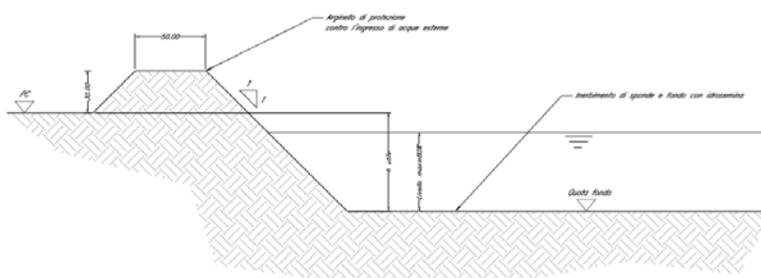


Figura 10.1 – Sezione tipo aree disperdenti (DA e PA).

Il calcolo del volume da assegnare alla vasca di laminazione  $V$ , necessario per laminare la portata in arrivo dalla piattaforma è effettuato risolvendo, con riferimento ad un bacino scolante con superficie  $S$ , al variare del tempo di pioggia  $t_p$  (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V = V_{IN} - V_{OUT}$$

con:

- $V_{IN}$ , volume di pioggia entrante nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata  $t$  si può esprimere

$$V_{IN} = S \psi h(t) = S \psi a t^n$$

Dove  $\psi$  è il coefficiente di afflusso e  $S$  la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso. Tale ipotesi è valida nell'ipotesi semplificativa che inizi la dispersione contestualmente all'inizio dell'evento piovoso.

Per la pioggia di progetto si farà riferimento ad eventi con tempo di ritorno di 100 anni e durata superiore all'ora, con la curva di possibilità pluviometrica calcolata nella relazione idrologica del presente progetto. La durata superiore all'ora, per le piogge di progetto, è scelta in funzione dei suoli di modesta permeabilità [Jonason, 1984].

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>46 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	46 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	46 di 119								

- $V_{OUT}$ , volume di pioggia in uscita dal sistema nello stesso intervallo di tempo si può esprimere

$$V_{out} = K j S t_p$$

Il calcolo dell'andamento temporale dei volumi drenati nel sottosuolo a dispersione ( $V_{out}$ ), è stato effettuato utilizzando lo schema di moto filtrante secondo la formulazione:

$$Q_u = K j S$$

dove  $k$  rappresenta la conducibilità idraulica,  $S$  la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso e  $j$  la cadente idraulica (posta pari a 1).

Il valore di conducibilità idraulica varia da valori dell'ordine di  $10^{-4}$  a  $10^{-8}$  m/s, dalla “Relazione geotecnica generale”, elaborato NM2701D26RHGE0000001A, e dal “Profilo Geotecnico”, elaborati NM2701D26F6GE0000001A, NM2701D26F6GE0000002A, NM2701D26F6GE0000003A, NM2701D26F6GE0000004A, NM2701D26F6GE0000005A.

Individuata la durata di pioggia  $t_{cr}$  che massimizza il volume invasato  $V_{max}$  derivando l'espressione precedente secondo la relazione:

$$t_{cr} = \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Il volume da assegnare al sistema di invaso sarà dunque:

$$V_{max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

In particolare, è da riferire che l'approccio adottato in accordo alle relazioni analizzate conduce a valutazioni del volume di laminazione  $V$  in favore di sicurezza, non tenendo conto degli effetti di laminazione nella rete di drenaggio.

Nel progetto in essere sono previsti scarichi verso corpi ricettori rispettando il limite imposto dal coefficiente udometrico, quando sia disponibile un recapito, oppure si è previsto un sistema a pura infiltrazione, avendo cura di inserire, ove possibile dei troppopieno nella pubblica fognatura o nel sistema di smaltimento (canalette e fossi in progetto).

In merito allo scarico su corpo idrico recettore si ricorda che è prescritto dalla normativa regionale sull'invarianza idraulica e dal Consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca, un coefficiente udometrico di 10 l/s ha per area impermeabile. Nel presente progetto, come si è già riportato in precedenza, nel lato della piattaforma ferroviaria esposto a nord vengono a raccogliersi le acque di deflusso esterne. Essendo tali portate attualmente presenti, e non modificando la natura del bacino, si ritiene opportuno per esse ripristinare le condizioni ante operam in termini di coefficiente udometrico.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>47 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	47 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	47 di 119								

I fossi di raccolta ai piedi del rilevato ferroviario sono altresì dimensionati per invasare tali deflussi, ma i dispositivi di regolazione sono progettati al fine di essere trasparenti alle portate esterne, riferite ad un tempo di ritorno di 100 anni.

### 10.1.2. Dispositivi lineari

Le soluzioni lineari consistono nella realizzazione di fossi di guardia e di dispersione in terra, con scarpa 1/1 di dimensioni variabili, con o senza bauletto in ghiaia sul fondo, a seconda delle necessità di dispersione. In questa sede si tralasciano ulteriori approfondimenti e si rimanda alle verifiche idrauliche.

## 10.2. MANUFATTI DI CONTROLLO

Al fine di invasare volume all'interno dell'area di laminazione, risulta necessario prevedere l'utilizzo di sistemi in grado di regolare le portate in uscita. Nel progetto in oggetto sono stati utilizzati due differenti tipi di regolatori di portata, in particolare si è optato per manufatti lungo linea e manufatti allo scarico.

### 10.2.1. Manufatti lungo linea

Per invasare le portate di fossi lungo il loro sviluppo ad un interasse massimo imposto pari a 25m, sono stati inseriti dei manufatti di controllo a quinte. Tali manufatti sono costituiti da muretti in calcestruzzo con un'apertura centrale, atta al passaggio della portata limite associata al coefficiente udometrico totale, costituito dalla portata ante e post operam.

Questi manufatti impongono alla corrente un transito attraverso il restringimento localizzato in condizioni critiche ( $Fr=1$ ), forzando quindi un innalzamento dei livelli a tergo del restringimento.

Calcolata la portata di progetto  $qp$  in uscita, data la larghezza del restringimento  $B$ , è possibile calcolare il tirante critico che si realizza in corrispondenza delle quinte di progetto:

$$y_c = \left( \frac{(q_p^2 \cdot B^2)}{g} \right)^{\frac{1}{3}}$$

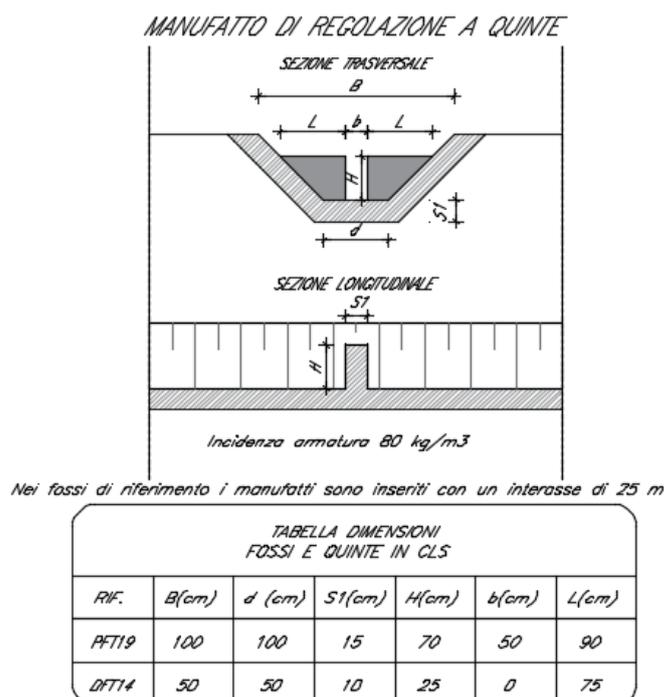
Pertanto, l'innalzamento massimo del tirante che si può realizzare a monte delle quinte sarà pari all'energia specifica della corrente rispetto al fondo, al più pari all'energia critica:

$$H_c = \frac{3}{2} \cdot y_c$$

Se quindi fossi/canalette hanno un'altezza tale da contenere l'altezza di monte che non supera l'80% di riempimento o al più 5 cm di franco, la verifica è considerata accettabile.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

Lungo linea i fossi sono in terra per garantire, nel caso di portate limitate, il solo funzionamento a dispersione. Superata l'altezza corrispondente ad un evento di pioggia di Tr 100 anni, con uscita pari a 10 l/s, entra in funzione lo sfioro inserito nei manufatti allo scarico.



**Figura 10.2 - Manufatti di regolazione lungo linea.**

### 10.2.2. Manufatti allo scarico

Subito a monte dello scarico nel recapito è stato inserito un manufatto finale di controllo, diverso da quelli descritti in precedenza. Esso presenta un foro sul fondo per lo scarico di una portata limite pari a 10 l/s ha e ad un'altezza corrispondente al deflusso associato alla configurazione post operam è presente uno sfioro di emergenza per le portate totali; all'incirca 50 cm prima del manufatto è presente una maglia grigliata in grado di accumulare il materiale trasportato dalle acque meteoriche e ridurre al minimo che la bocca tarata possa intasarsi.

Lo scarico della portata avviene tramite una bocca tarata dimensionata come una luce sotto-battente in modo da garantire lo scarico della portata calcolata nel dimensionamento dei fossi di guardia:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2 g h_0}$$

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>49 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	49 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	49 di 119								

Dove: al coefficiente di contrazione  $\mu$  può essere attribuito il valore di 0,6,  $A[m^2]$  rappresenta l'area della luce  $g$  l'accelerazione di gravità pari a  $9.81 \text{ m/s}^2$  e  $h$  [m] il battente idrico.

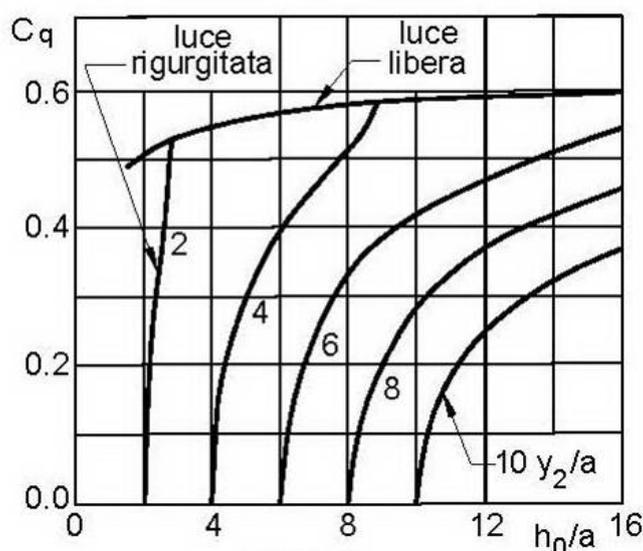


Figura 10.3 - Coefficiente di portata per luce di fondo (Carlo Gregoretti – Idraulica –2008).

Le dimensioni teoriche della bocca circolare ottenute sono arrotondate al diametro del collettore in PVC commerciale più vicino in modo tale da facilitare la costruzione. Per le bocche tarate di dimensioni inferiori a 10 cm si raccomanda una puntuale manutenzione e pulizia.

Per valutare la tracimazione dell'acqua in corrispondenza della soglia di sfioro si calcola l'efflusso a stramazzo con la formula:

$$Q = C_l \cdot Lh \cdot \sqrt{2 g h}$$

dove la portata  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), dipende dalla lunghezza  $L$  (m) della soglia sfiorante, dal coefficiente di deflusso  $C_l$  per gli stramazzi in parete grossa, che si approssima a 0.385, e dall'altezza idrometrica  $h$  (m) sulla soglia di sfioro, essendo  $g$  ( $\text{m/s}^2$ ) l'accelerazione di gravità.

Si ritiene comunque indispensabile programmare un'opportuna attività di manutenzione periodica (ogni sei mesi o in concomitanza di eventi eccezionali) per rimuovere l'eventuale materiale depositato che potrebbe ostruire il foro.

Questo sistema combinato di regolazione consente l'invaso della portata associata alla superficie totale, ma allo scarico, si prevede l'invaso della sola superficie sottoposta a modifica, consentendo lo scarico alle acque presenti allo stato attuale per  $Tr$  100 anni.

Nel capitolo 11 si riportano i tabulati di dimensionamento di tutti i manufatti inseriti allo scarico lungo la linea ferroviaria in progetto di raddoppio.

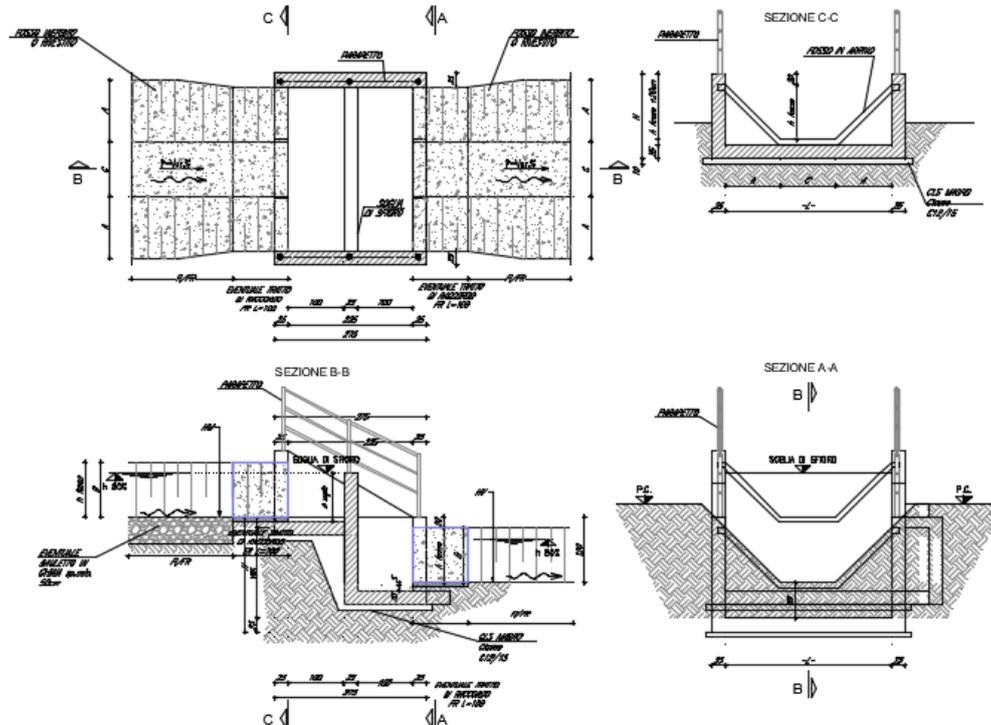


Figura 10.4 - Manufatto di regolazione allo scarico

Per quanto riguarda i tempi di svuotamento, è stato verificato che una volta terminato l’evento di pioggia, il sistema nell’ipotesi B, abbia a disposizione dopo 48 un volume tale da poter invasare un secondo evento con tempo di ritorno 50 anni. Nel nostro caso, per congruenza la verifica è stata svolta a Tr 100 anni.

La verifica del tempo di svuotamento è stata effettuata attraverso il calcolo indicato al paragrafo 7.6 delle linee guida della Regione Lombardia, risolvendo l’equazione:

$$t_{svuot} = \frac{W_{lam}}{Q_u + q_{inf}}$$

$W_{lam}$  è stato stimato valutando il volume massimo raggiunto nella vasca, corrispondente cioè ad un evento di durata critica. Il valore  $Q_u$  è stato considerato costante pari al valore massimo ammissibile, mentre il valore di  $q_{inf}$  è stato valutato con il prodotto tra la permeabilità  $k$  e la superficie drenante del sistema (lati + fondo) considerando l’altezza raggiunta nel dispositivo alla fine dell’evento. In queste ipotesi è stato verificato che dopo 48 sia disponibile nel sistema un volume sufficiente ad accogliere un altro evento di progetto e che dopo 72 ore la vasca sia vuota. Nel caso in cui lunghi tratti siano in corrispondenza di terreni con permeabilità più bassa di quella utilizzata nel calcolo e non si rendesse disponibile tutto il volume richiesto per accogliere un secondo evento, la sicurezza del sistema sarebbe comunque garantita dallo sfioro di emergenza descritto in precedenza.

## 11. APPLICAZIONE DEI CRITERI DI VERIFICA IDRAULICA

In questo capitolo conclusivo si riportano le tabelle contenenti i dimensionamenti delle opere di drenaggio ferroviario, in particolare la verifica dell'invarianza idraulica ed idrologica sopra esposta, ai sensi del regolamento regionale vigente.

Si verificano con il metodo dell'invaso tutti quelle opere che non fungono da dispositivi di invarianza idraulica, come ad esempio collettori di attraversamento ferroviario.

### 11.1. TABULATI DIMENSIONALI RIASSUNTIVI

Di seguito le tabelle con le dimensioni dei singoli elementi di drenaggio e dei manufatti di regolazione allo scarico, come riportato nelle planimetrie idrauliche associate, a seguire il dimensionamento di ciascun elemento in progetto.

ELEMENTI IDRAULICI									
CODICE	PK INIZIO	PK FINE	LUNGHEZZA	BASE	ALTEZZA	DN	PENDENZA	RECAPITO	SPESSORE BAULETTO
—	km	km	m	m	m	mm	%	—	m
DCN01	0+362.000	0+214.000	171.50	0.40	0.70		0.92	DT01	
DCN02	0+384.750	0+412.000	28.50	0.40	0.70		0.10	DT02	
DCN03	0+608.000	0+412.000	197.00	0.40	0.70		0.92	DT02	
PCN01	0+362.000	0+214.000	171.50	0.50	0.50		0.92	DT01	
PCN02	0+360.000	0+412.000	51.00	0.50	0.80		0.10	PFT02	
PCN03	0+384.000	0+412.000	28.50	0.50	0.70		0.10	DT02	
PCN04	0+608.000	0+412.000	195.00	0.50	0.50		0.92	DT02	
DT01	0+214.000	0+214.000	32.00			500	0.30	PFT01	
PFT01	0+214.000	0+362.000	145.00	1.30	0.80		0.00	DISPERSIONE	0.75
DT02	0+415.000	0+415.000	26.00			400	0.40	PFT02	
PFT02	0+415.000	0+569.350	155.00	1.30	0.80		0.00	DISPERSIONE	0.75
PCN05	0+608.000	0+569.350	38.00	0.50	0.50		0.92	PFT02	
PCN06	0+680.000	0+608.000	70.50	0.50	0.50		0.17	POZZI	
PCN07	0+730.000	0+608.000	118.00	0.50	0.50		0.17	PT01	
PCN08	0+730.000	0+776.000	46.00	0.50	0.60		0.20	DT03	
PCN09	1+002.000	0+776.000	224.00	0.50	0.60		0.20	PCN13	
PCN10	0+680.000	0+776.000	94.00	0.50	0.80		0.10	POZZI	
PCN11	0+680.000	0+776.000	200.00	0.50	0.50		0.20	POZZI	
DCN04	0+730.000	0+608.000	122.00	0.40	0.70		0.17	POZZI	
DCN05	0+730.000	0+776.000	46.00	0.40	0.70		0.20	DT03	
DCN06	0+882.000	0+776.000	108.00	0.40	0.70		0.20	DCN07	
DCN07	0+789.000	0+776.000	13.00	0.40	0.70		0.17	DT03	
PT01	0+608.000	0+608.000	9.00			315	0.50	POZZI	
DT03	0+776.000	0+776.000	21.00			400	0.20	POZZI	
PCN13	0+789.000	0+776.000	13.00	0.50	0.60		0.92	DT03	

ELEMENTI IDRAULICI

CODICE	PK INIZIO	PK FINE	LUNGHEZZA	BASE	ALTEZZA	PENDENZA	RECAPITO	SPESSORE BAULETTO
–	km	km	m	m	m	%	–	m
DCN08	1+000.000	1+100.000	105.00	0.50	0.50	0.90	DCN09	
DCN09	1+100.000	1+200.000	103.00	0.50	0.50	0.90	DCN10	
DCN10	1+200.000	1+230.000	26.00	0.50	0.50	0.30	DCN11	
DCN11	1+230.000	1+250.000	25.00	0.50	0.50	0.20	DFT02	
DFT02	1+250.000	1+300.000	50.00	3.00	0.60	0.00	DISPERSIONE	0.50
DFT01	1+100.000	1+250.000	190.00	1.00	0.50	0.00	DISPERSIONE	0.50
DFT03	1+300.000	1+400.000	99.00	1.00	0.60	0.00	DISPERSIONE	0.50
DFT04	1+400.000	1+580.000	138.00	1.00	0.60	0.00	DISPERSIONE	0.75
DFT05	1+580.000	1+610.000	29.00	1.00	1.00	0.00	DISPERSIONE	0.50
DFT06	1+610.000	1+750.000	140.00	1.00	0.60	0.20	DISPERSIONE	0.75
DFT07	1+750.000	1+910.000	162.00	1.00	0.60	0.20	DISPERSIONE	0.50
DFT08	1+910.000	2+000.000	95.00	1.00	0.50	0.20	DISPERSIONE	0.50
DFT09	2+000.000	2+100.000	100.00	1.00	0.60	0.20	DISPERSIONE	0.50
PFT03	0+970.000	1+008.000	19.00	1.00	0.50	0.00	IN03	0.50
PFT04	1+100.000	1+008.000	85.00	1.00	0.50	0.00	IN03	0.50
PCN12	0+970.000	0+915.000	55.00	0.30	0.60	0.20	PCN11	
PCN14	1+100.000	1+200.000	97.00	0.50	0.50	0.90	PCN15	
PCN15	1+200.000	1+225.000	25.00	0.50	0.50	0.30	PCN16	
PCN16	1+225.000	1+250.000	25.00	0.50	0.50	0.20	PFT05	
PFT05	1+250.000	1+300.000	50.00	3.00	0.60	0.00	DISPERSIONE	0.75
PFT06	1+300.000	1+400.000	99.00	1.00	0.50	0.00	DISPERSIONE	0.50
PFT07	1+400.000	1+525.000	122.00	1.00	0.60	0.00	DISPERSIONE	0.50
PFT08	1+525.000	1+610.000	33.00	1.00	1.00	0.00	DISPERSIONE	0.50
PFT09	1+610.000	1+750.000	135.00	1.00	0.60	0.20	DISPERSIONE	0.75
PFT10	1+750.000	1+910.000	156.00	1.00	0.60	0.20	DISPERSIONE	0.50
PFT11	1+910.000	1+935.000	25.00	1.00	0.60	0.20	DISPERSIONE	0.50
PFT12	1+935.000	2+000.000	64.00	1.00	0.60	0.20	DISPERSIONE	0.50
PFT13	2+000.000	2+072.000	72.00	1.00	0.60	0.20	DISPERSIONE	0.50

ELEMENTI IDRAULICI									
CODICE	PK INIZIO	PK FINE	LUNGHEZZA	BASE	ALTEZZA	DN	PENDENZA	RECAPITO	SPESSORE BAULETTO
–	km	km	m	m	m	mm	%	–	m
PFT14	2+100.000	2+072.000	28.00	1.00	0.50		0.20	DISPERSIONE	0.50
PFT15	2+100.000	2+183.000	83.00	1.00	1.00		0.20	DISPERSIONE	0.50
PFT16	2+183.000	2+215.000	44.00	1.00	1.00		0.20	DISPERSIONE	0.50
DFT10	2+100.000	2+160.000	63.00	1.00	0.60		0.20	DISPERSIONE	0.50
DFT11	2+160.000	2+226.000	66.00	1.00	0.60		0.20	DISPERSIONE	0.50
PFT17	2+215.000	2+267.000	45.00	1.00	1.00		0.20	PT02	0.50
PT02	2+267.000	2+267.000	35.00			500	0.20	SCOLMATORE	
PFT18	2+267.000	2+512.000	238.00	0.50	0.50		0.40	PT04	
PT03	2+490.000	2+492.000	2.00			500	0.40	PFT18	
PT04	2+512.000	2+530.000	15.00			500	0.40	PFT19	
PFT19	2+530.000	2+771.000	245.00	1.00	1.00		0.28	PT07	0.50
PT07	2+771.000	2+805.000	21.00			500	0.50	IN05	
PCN17	2+267.000	2+328.000	61.00	0.50	0.50		1.30	PCN18	
PCN18	2+328.000	2+490.000	162.00	0.50	0.50		2.40	PT06	
PT06	2+490.000	2+512.000	20.00			400	2.00	PCN20	
PCN19	2+490.000	2+512.000	22.00	0.50	0.50		2.40	PT05	
PT05	2+512.000	2+512.000	1.50			250	0.20	PCN20	
PCN20	2+512.000	2+771.000	260.00	1.00	0.70		2.40	PCN21	
PCN21	2+771.000	2+862.200	92.00	1.00	0.70		0.80	PCN22	
PCN22	2+862.200	3+183.000	322.00	1.00	0.70		0.70	PCN23	
DFT12	2+160.000	2+226.000	41.00	1.00	0.60		0.20	DISPERSIONE	0.50
DFT13	2+270.000	2+512.000	233.00	0.50	0.50		0.38	DFT14	
DT06	2+508.000	2+510.000	2.00			500	0.40	DFT14	
DFT14	2+530.000	2+768.000	238.00	0.50	0.50		0.35	DISPERSIONE	0.50
DCN12	2+267.000	2+328.000	61.00	0.50	0.50		1.30	DCN13	
DCN13	2+328.000	2+490.000	162.00	0.50	0.50		2.40	DT04	
DT04	2+490.000	2+512.000	20.00			400	1.30	DCN15	
DCN14	2+490.000	2+512.000	22.00	0.50	0.50		2.40	DT05	
DT05	2+512.000	2+512.000	1.50			250	0.20	DCN15	
DCN15	2+512.000	2+771.000	258.00	1.00	0.70		2.40	DCN16	
DCN16	2+771.000	2+862.200	92.00	1.00	0.70		0.80	DCN17	
DCN17	2+862.200	3+183.000	320.00	1.00	0.70		0.70	DCN18	

ELEMENTI IDRAULICI									
CODICE	PK INIZIO	PK FINE	LUNGHEZZA	BASE	ALTEZZA	DN	PENDENZA	RECAPITO	SPESORE BAULETTO
—	km	km	m	m	m	mm	%	—	m
PCN23	3+183.000	3+393.000	209.00	1.00	0.70		0.50	PCN24	
PCN24	3+393.000	3+398.500	5.50	1.00	0.70		0.40	PCN25	
PCN25	3+398.500	3+406.000	7.60	1.00	0.70		0.40	PCN26	
PCN26	3+406.000	3+419.300	13.20	1.00	0.70		0.20	VASCA	
PCN27	3+346.200	3+333.900	12.30	1.00	0.70		0.10	VASCA	
PCN28	3+333.400	3+346.200	7.25	1.00	0.70		0.30	PCN27	
PCN29	3+353.400	3+333.400	20.00	1.00	0.70		0.60	PCN28	
PCN30	3+365.000	3+353.400	11.60	1.00	0.70		0.90	PCN29	
PCN31	3+482.000	3+365.000	14.00	1.00	0.70		1.20	PCN30	
PCN32	3+671.000	3+482.000	190.00	1.00	0.70		1.30	PCN31	
PCN33	3+694.000	3+671.000	21.50	0.50	0.50		1.30	PT09	
PT09	3+670.000	3+670.000	1.50			250	0.20	PCN33	
PCN34	3+872.000	3+694.000	181.00	0.50	0.50		1.30	PT08	
PT08	3+694.000	3+670.000	20.00			400	1.30	PCN33	
PFT24	3+995.000	3+883.000	109.00	0.80	0.80		0.00	DISPERSIONE	0.50
PFT23	3+883.000	3+720.000	388.00	0.50	0.50		0.70	PFT24	
PFT22	3+720.000	3+670.000	59.00	0.50	0.50		0.30	PT10	
PT11	3+660.000	3+662.000	10.00			500	0.20	PFT22	
PT10	3+670.000	3+670.000	8.50			500	0.20	PFT21	
PFT21	3+670.000	3+610.000	59.00	0.50	0.50		0.00	DISPERSIONE	0.50
PT12	3+610.000	3+580.000	9.00			400 CLS	1.80	PFT21	
PFT20	3+580.000	3+452.000	120.00	0.50	0.50		1.50	PT12	
DCN18	3+183.000	3+393.000	202.00	1.00	0.70		0.50	DCN19	
DCN19	3+393.000	3+398.500	5.50	1.00	0.70		0.40	DCN20	
DCN20	3+398.500	3+406.000	7.60	1.00	0.70		0.40	DCN21	
DCN21	3+406.000	3+419.300	13.20	1.00	0.70		0.20	VASCA	
DT12	3+948.000	3+948.000	16.00			400	0.20	DFT19	
DFT19	3+975.000	3+890.000	181.00	0.80	0.80		0.00	DISPERSIONE	0.50
DFT18	3+780.000	3+890.000	101.00	0.50	0.50		1.50	DFT19	
DT11	3+690.000	3+688.000	38.00			315	0.10	DFT17	
DFT17	3+670.000	3+780.000	107.00	0.50	0.50		0.44	DFT18	
DCN29	3+872.000	3+694.000	21.50	0.50	0.50		1.30	DT10	
DT10	3+694.000	3+670.000	20.00			400	1.30	DCN27	
DCN28	3+694.000	3+671.000	21.50	0.50	0.50		1.30	DT09	
DT09	3+670.000	3+670.000	1.50			250	0.20	DCN27	
DCN27	3+671.000	3+482.000	190.00	1.00	0.70		1.30	DCN26	
DCN26	3+482.000	3+365.000	14.00	0.50	0.50		1.20	DCN25	
DCN25	3+365.000	3+353.400	11.60	0.50	0.50		0.90	DCN24	
DCN24	3+353.400	3+333.400	20.00	0.50	0.50		0.60	DCN23	
DCN23	3+333.400	3+346.200	7.25	0.50	0.50		0.30	DCN22	
DCN22	3+346.200	3+333.900	12.30	0.50	0.50		0.10	VASCA	
DFT16	3+670.000	3+607.000	63.00	0.80	0.80		0.00	DISPERSIONE	0.50
DT08	3+607.000	3+576.000	31.00			400 CLS	1.80	DFT16	
DT07	3+576.000	3+576.000	9.00			400 CLS	1.80	DT08	
DFT15	3+576.000	3+469.000	103.00	0.50	0.50		1.50	DT07	

ELEMENTI IDRAULICI									
CODICE	PK INIZIO	PK FINE	LUNGHEZZA	BASE	ALTEZZA	DN	PENDENZA	RECAPITO	SPESSORE BAULETTO
–	km	km	m	m	m	mm	%	–	m
PFT25	4+175.000	3+995.000	188.00	0.50	0.50		0.00	DISPERSIONE	0.50
DCN30	4+057.000	3+975.000	83.00	0.40	0.40		1.30	DT12	
DCN31	4+304.000	4+057.000	245.30	0.40	0.40		0.20	DCN30	
DCN32	4+304.000	4+375.000	63.00	0.40	0.40		0.30	DCN33	
DCN33	4+375.000	4+538.000	165.60	0.40	0.40		1.00	DA01	
DCN34	4+538.000	4+605.000	75.00	0.40	0.40		1.00	DA02	
PT18	4+785.000	4+773.000	12.00	0.80	0.80	400	0.20	PCN42	
PCN42	4+773.000	4+770.000	25.00	0.40	0.40		0.20	PT17	
PT17	4+770.000	4+770.000	13.50			400	0.20	DA03	
PCN35	4+304.000	4+180.000	113.60	0.40	0.40		0.20	PT13	
PT13	4+180.000	4+180.000	4.00			250	SCARPATA	PFT26	
PFT26	4+175.000	4+300.000	120.00	0.50	0.50		0.00	DISPERSIONE	0.50
PCN36	4+304.000	4+375.000	63.00	0.40	0.40		0.30	PCN37	
PCN37	4+375.000	4+538.000	165.60	0.40	0.40		1.00	PT14	
PT14	4+538.000	4+538.000	13.50			400	0.50	DA01	
PCN38	4+538.000	4+605.000	76.00	0.40	0.40		1.00	PT15	
PT15	4+605.000	4+605.000	13.00			400	0.30	DA02	

ELEMENTI IDRAULICI									
CODICE	PK INIZIO	PK FINE	LUNGHEZZA	BASE	ALTEZZA	DN	PENDENZA	RECAPITO	SPESSORE BAULETTO
—	km	km	m	m	m	mm	%	—	m
DCN35	4+605.000	4+674.000	59.00	0.40	0.40		1.00	DT13	
DCN36	4+700.000	4+674.000	6.00	0.40	0.40		0.20	DT13	
DT13	4+700.000	4+611.000	60.00			400	0.20	DA02	
DCN37	4+700.000	4+770.000	70.00	0.40	0.40		1.00	DA03	
DT14	4+785.000	4+773.000	12.00			400	0.20	DCN38	
DCN38	4+773.000	4+770.000	6.00	0.40	0.40		0.20	DA03	
DT15	4+835.000	4+870.000	38.00			315	0.10	DCN39	
DCN39	4+870.000	4+890.000	17.00	0.50	0.50		1.00	DT16	
DCN40	4+920.000	4+890.000	30.50	0.50	0.50		1.00	DT16	
DT16	4+890.000	4+890.000	16.00			400	0.20	PFT27	
DCN41	5+015.000	4+940.000	73.00	0.50	0.50		0.00	DT17	
DT17	4+940.000	4+940.000	19.00			500	0.40	PFT28	
PCN39	4+605.000	4+674.000	59.00	0.40	0.40		1.00	PT16	
PT16	4+674.000	4+674.000	13.50			400	0.30	DT13	
PCN40	4+700.000	4+674.000	25.00	0.40	0.40		0.20	PT16	
PCN41	4+700.000	4+770.000	70.00	0.40	0.40		1.00	PT17	
PT19	4+835.000	4+870.000	38.00			315	0.10	PCN43	
PCN43	4+870.000	4+890.000	17.00	0.50	0.50		1.00	PFT27	
PCN44	4+920.000	4+890.000	30.50	0.50	0.50		1.00	PFT27	
PFT27	4+860.000	4+910.000	50.00	2.50	0.80		0.00	DISPERSIONE	0.50
PCN45	5+015.000	4+940.000	73.00	0.50	0.50		0.00	DT17	
PFT28	4+920.000	5+024.000	104.00	0.80	0.80		0.00	DISPERSIONE	0.50
PFT29	5+026.000	5+205.000	175.00	1.00	1.00		0.00	DISPERSIONE	0.50

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>												
<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</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>NM27</td> <td>01</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 000 2 002</td> <td>A</td> <td>57 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	57 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM27	01	D 26 RI	ID 000 2 002	A	57 di 119								

## 11.2. SISTEMI DI DRENAGGIO

Per semplicità di comprensione, si riportano le simbologie riportate per le verifiche effettuate secondo il capitolo 6:

- $S_{imp}$ , superficie impermeabile;
- $S_{scar}$ , superficie semipermeabile;
- $S_{est}$ , superficie aree esterne;
- $S$ , superficie totale afferente al singolo tratto;
- $L$ , lunghezza dell'elemento;
- $i$ , pendenza dell'elemento;
- $K_s$ , coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler;
- $\Psi_{medio}$ , coefficiente di deflusso medio pesato;
- $w_{0c}$ , volume dei piccoli invasi e del velo idrico superficiale;
- $u$ , coefficiente udometrico;
- $Q$ , portata;
- $B/DN$ , dimensione della base interna della canaletta o del diametro nominale del collettore;
- $h$ , livello idrico;
- $GR$ , grado di riempimento raggiunto;
- $v$ , velocità;
- $S'$ , superficie totale comprensiva dei tratti di monte;
- $w_{0\ monte}$ , volume invasato nei tratti di monte;
- $w_{0t}$ , volume invasato totale;
- $W_{0l}$ , volume invasato nella canaletta o collettore di progetto.

**DFT01**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Saffidente [m <sup>2</sup> ]
8500	0.3	0.30	2550.00
permeabilità	K [m/s]*		
	0.0000360		

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.50	1.00	2.00	0.75	146.00	0.5

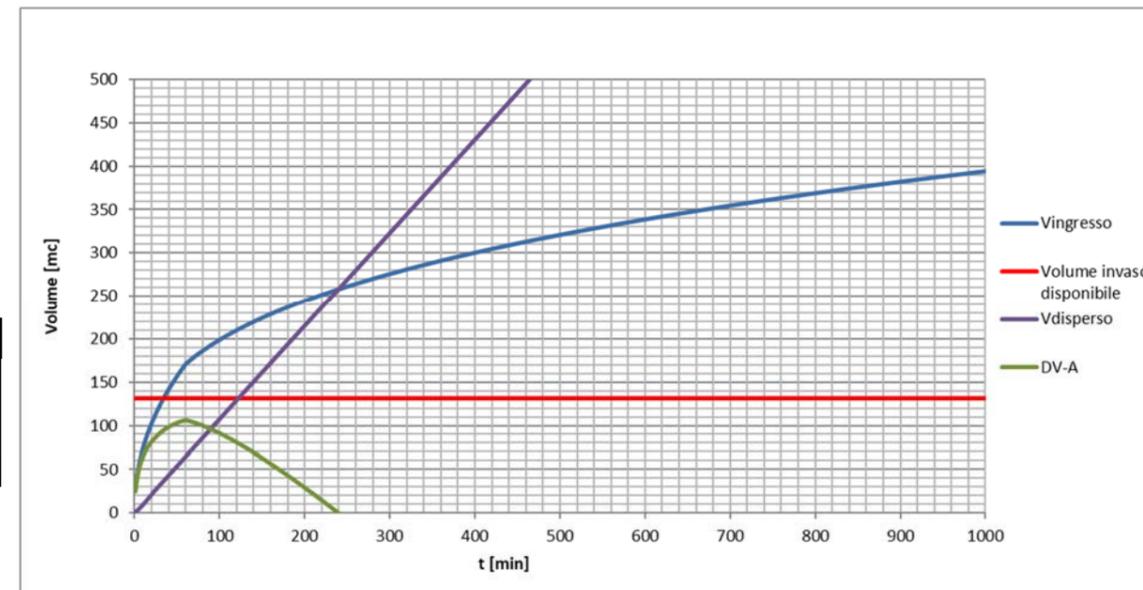
**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	146.00

**VERIFICA**

V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza
131.40	0.0179	OK	1.2360

V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	tsvuot [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
106.31	0.012689	2.33	2192.68	0.00	131.40	OK	3289.02	0	OK



 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

## DFT02

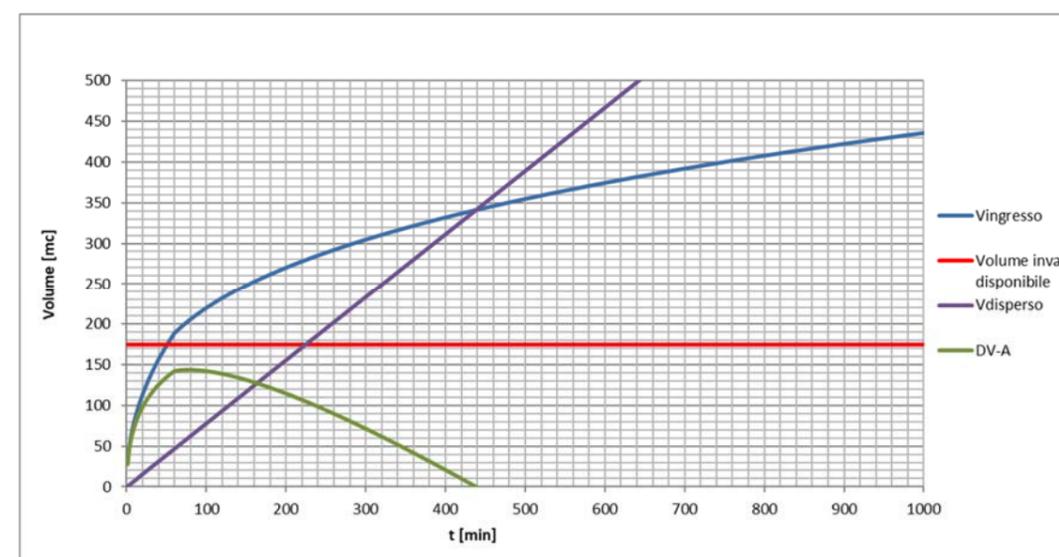
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

S <sub>IMP</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>SEMIPERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>IMP</sub> [-]	ψ <sub>SEMIPERM</sub> [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>affernte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>affernte</sub> [ha]
2135	742	0.9	0.7	1260	0.3	0.68	2818.90	0.28
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000360							

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
3.00	0.60	1.00	4.20	2.16	50.00	0.6

CASSONETTO				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
3.00	0.5	0.3	0.45	50.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza
174.60	0.0130	OK	1.2163



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
143.55	0.010490	3.80	1812.75	0.00	174.60	OK	2719.13	0	OK

### DFT03

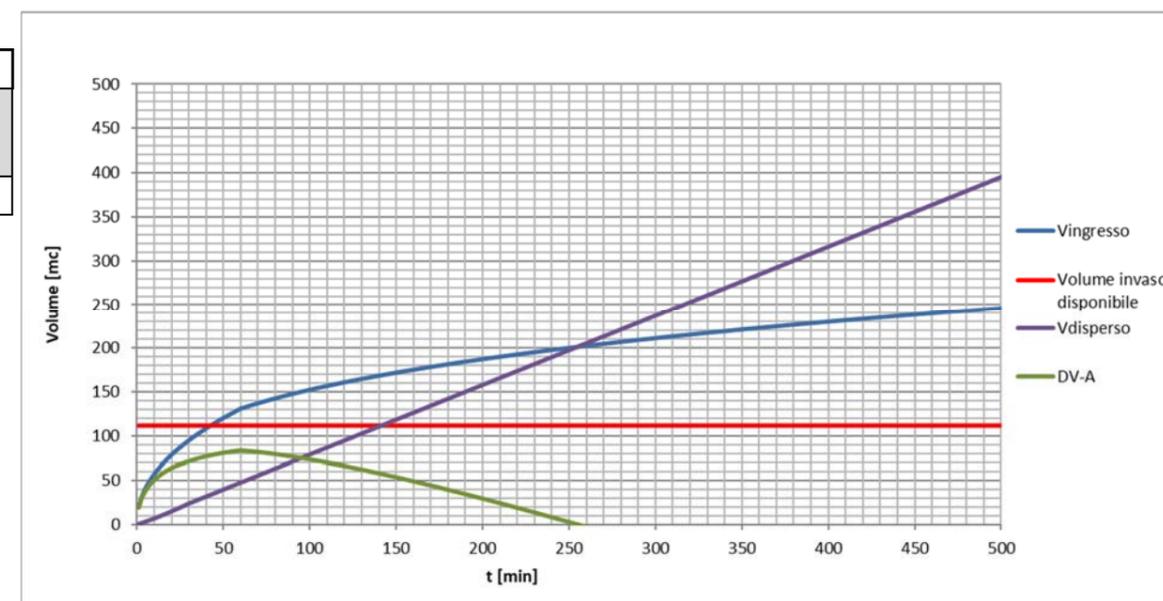
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
639	977	0.9	0.7	2321	0.3	0.50	1955.30	0.20
permeabilità		K [m/s]*						
		0.0000360						

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	99.00	0.6

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	99.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza
111.81	0.0132	OK	1.3371



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt,fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
83.62	0.009612	2.42	1661.01	0.00	111.81	OK	2491.51	0	OK

### DFT04

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
940	1947	0.9	0.7	2628	0.3	0.54	2997.30	0.30
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000240							

#### FOSSO DISPERDENTE in terra

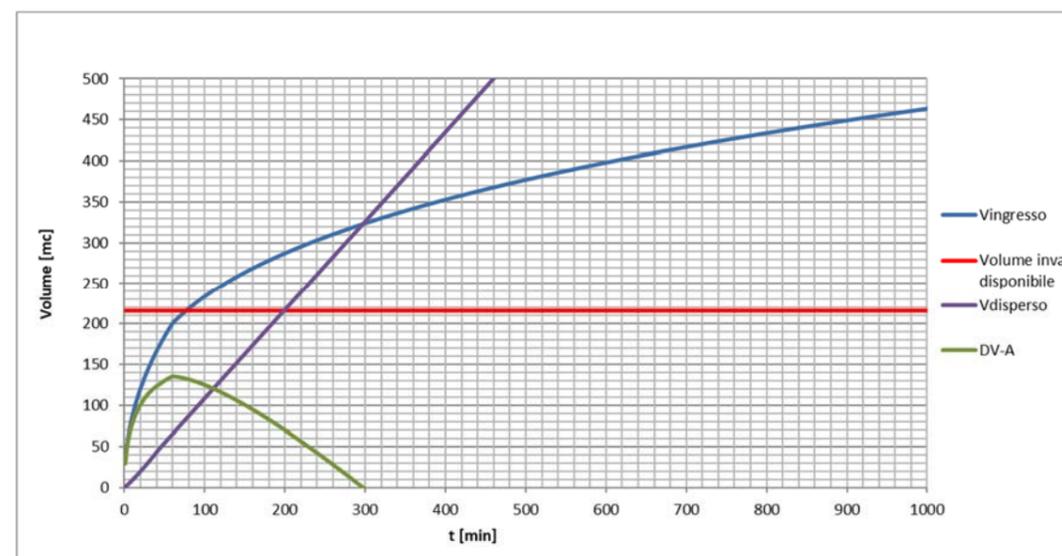
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	180.00	0.6

#### CASSONETTO rettangolare

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.75	0.3	0.225	180.00

#### VERIFICA

V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
216.12	0.0181	OK	1.5936



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	tsvuot [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
135.62	0.011651	3.23	2013.34	0.00	216.12	OK	3020.01	0	OK

**DFT05**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

S <sub>IMP</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>SEMIPERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>IMP</sub> [-]	ψ <sub>SEMIPERM</sub> [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
397	676	0.9	0.7	0	0.3	0.77	830.50	0.08
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000240							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

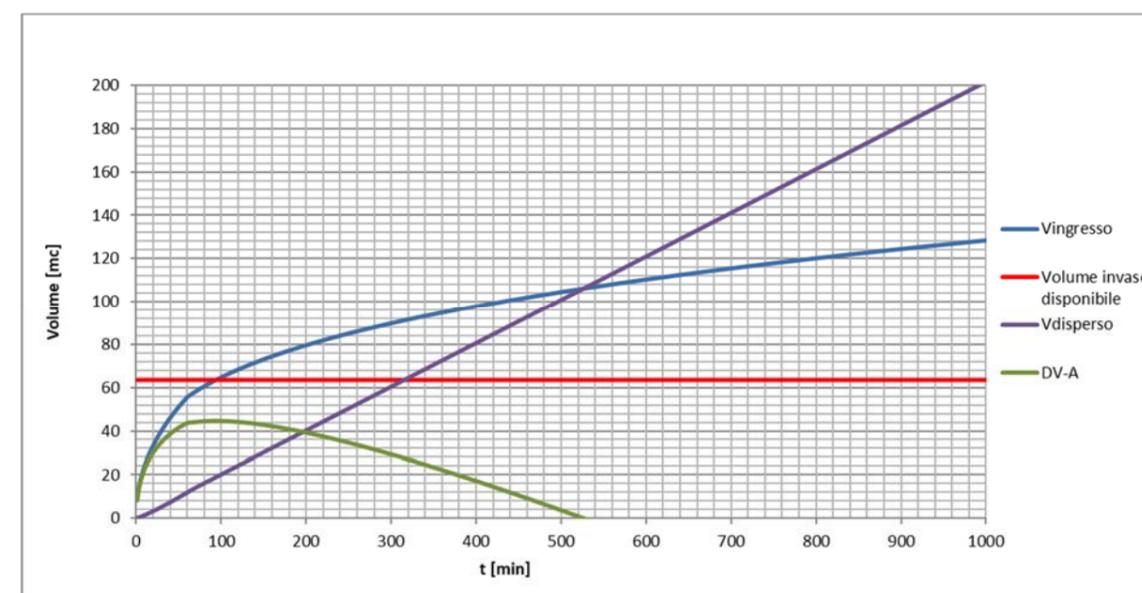
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	29.00	1

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	29.00

**VERIFICA**

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
63.54	0.0034	OK	1.4230



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt, fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
44.65	0.002665	4.65	460.44	0.00	63.54	OK	690.66	0	OK

**DFT06**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
905	2138	0.9	0.7	0	0.3	0.76	2311.10	0.23
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000240							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

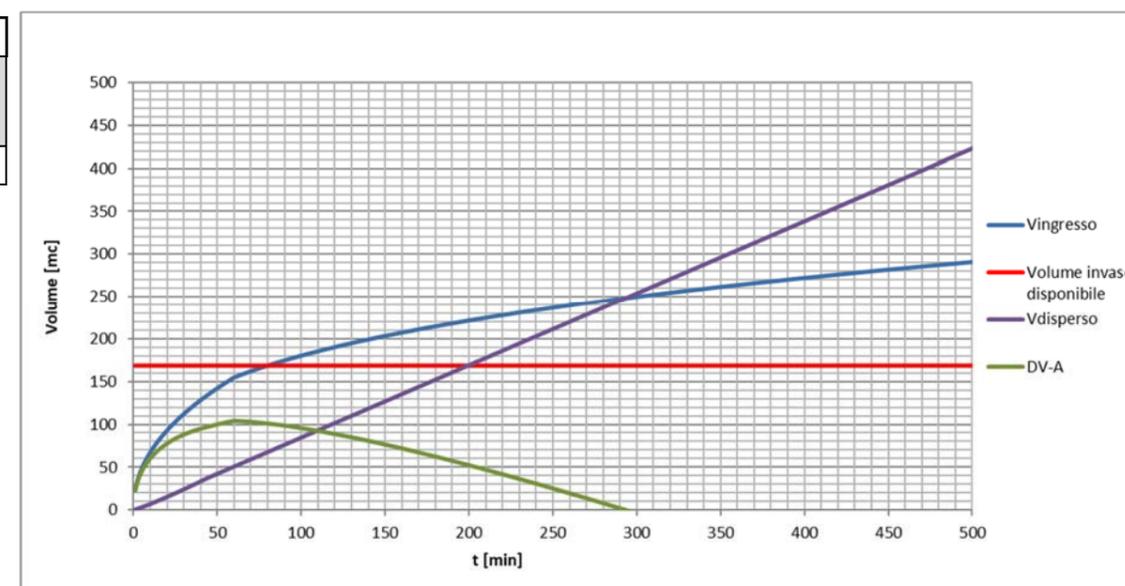
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	140.00	0.6

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.75	0.3	0.225	140.00

**VERIFICA**

V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
168.62	0.0141	OK	1.6193



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
104.13	0.009062	3.19	1565.93	0.00	168.62	OK	2348.90	0	OK

**DFT07**

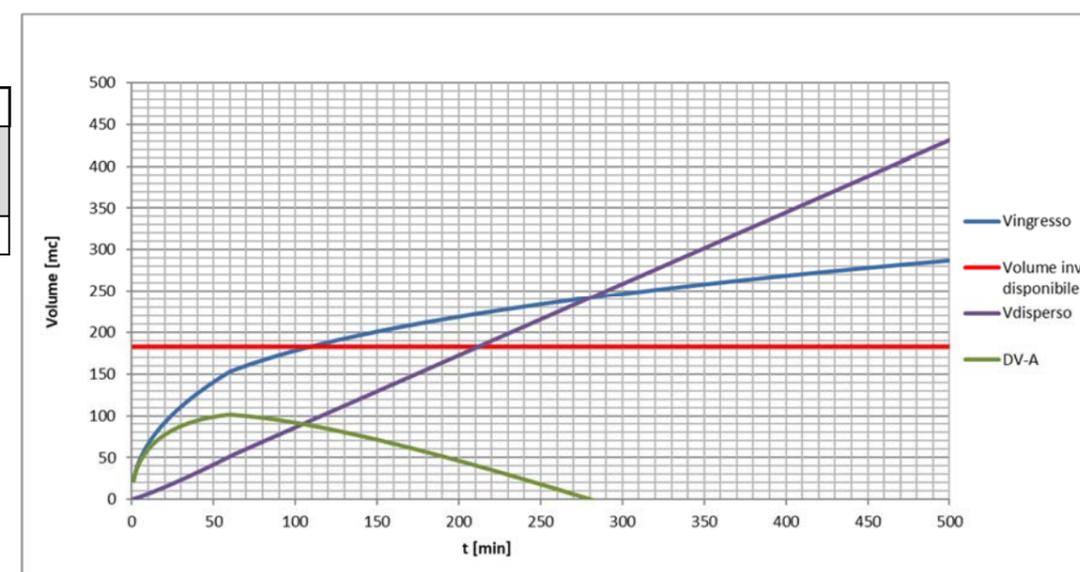
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

S <sub>IMP</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>SEMIPERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>IMP</sub> [-]	ψ <sub>SEMIPERM</sub> [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
1010	1961	0.9	0.7	0	0.3	0.77	2281.70	0.23
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000240							

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	162.00	0.6

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	162.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
182.85	0.0144	OK	1.8020



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt,fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
101.47	0.010486	2.69	1812.01	0.00	182.85	OK	2718.01	0	OK

**DFT08**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
593	903	0.9	0.7	0	0.3	0.78	1165.80	0.12
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000240							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

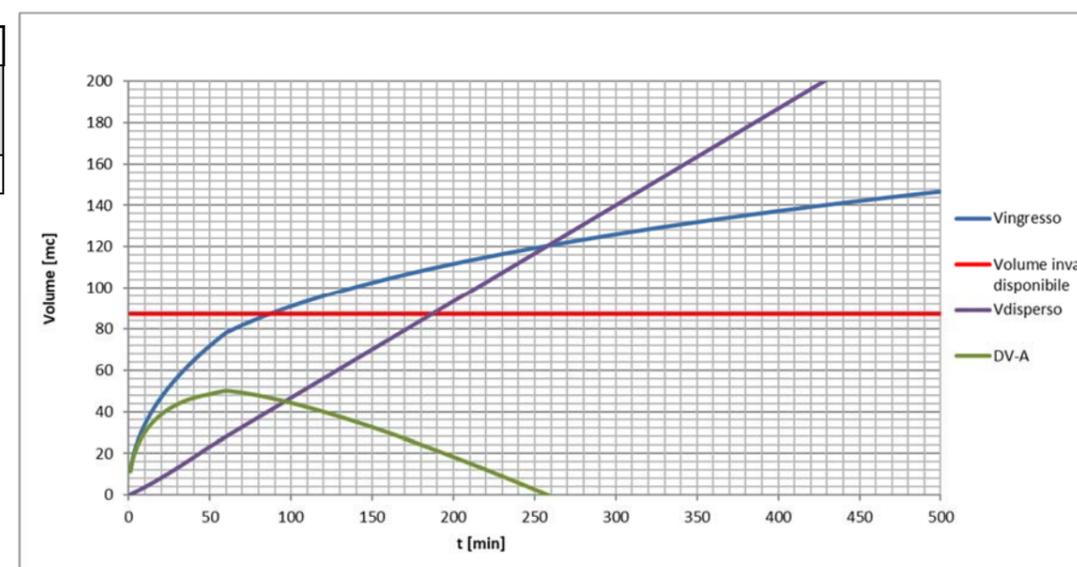
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.50	1.00	2.00	0.75	95.00	0.5

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	95.00

**VERIFICA**

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
87.28	0.0078	OK	1.7417



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
50.11	0.005504	2.53	951.16	0.00	87.28	OK	1426.74	0	OK

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

### DFT09

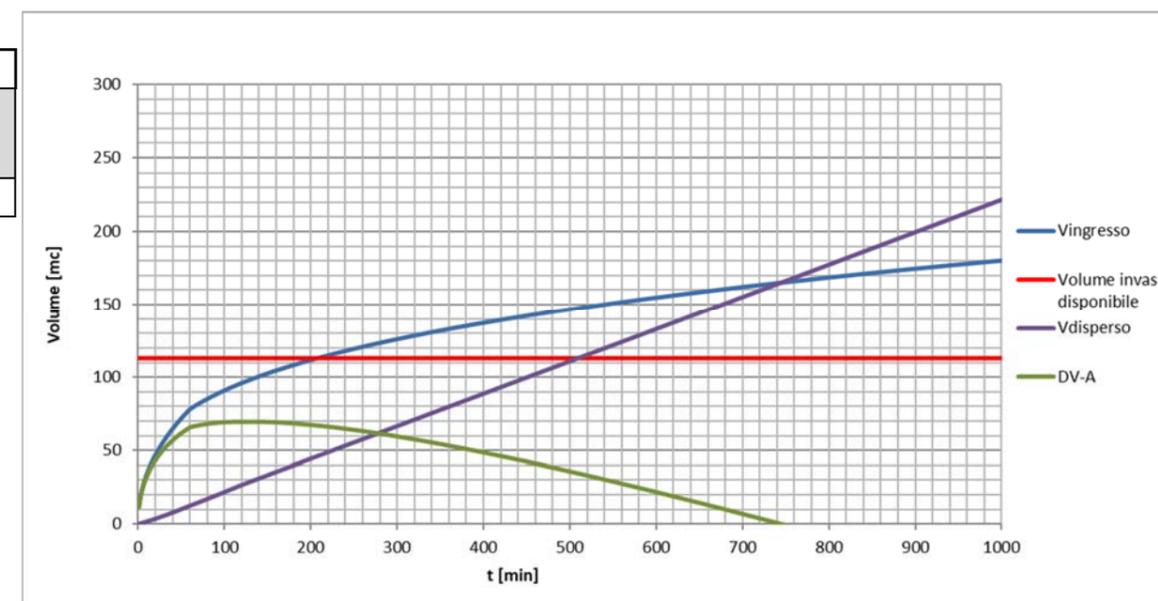
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
636	848	0.9	0.7	0	0.3	0.79	1166.00	0.12
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000100							

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	100.00	0.6

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	100.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
112.91	0.0037	OK	1.6246



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
69.50	0.002697	7.16	466.05	0.00	112.91	OK	699.08	0	OK

### DFT10

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
407	508	0.9	0.7	0	0.3	0.79	721.90	0.07
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000100							

#### FOSSO DISPERDENTE in terra

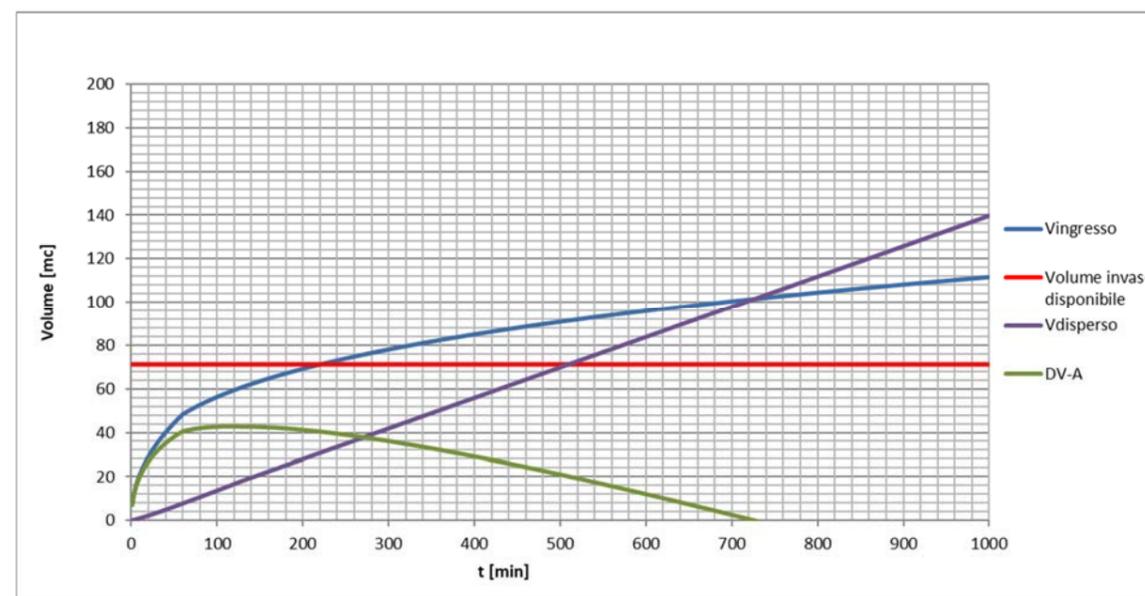
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	63.00	0.6

#### CASSONETTO rettangolare

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	63.00

#### VERIFICA

V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
71.15	0.0023	OK	1.6628



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
42.79	0.001699	7.00	293.61	0.00	71.15	OK	440.42	0	OK

**DFT11-DFT12**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
656	559	0.9	0.7	0	0.3	0.81	981.70	0.10
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000100							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

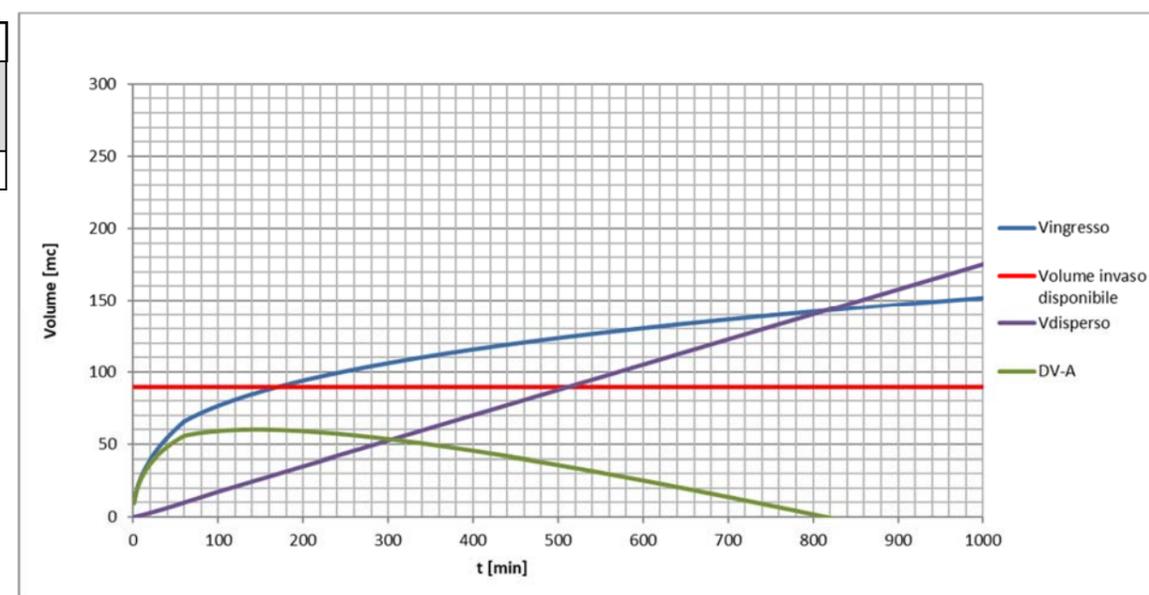
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	79.00	0.6

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	79.00

**VERIFICA**

V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
89.66	0.0029	OK	1.4916



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
60.11	0.002131	7.84	368.18	0.00	89.66	OK	552.27	0	OK

### DFT13

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
0	1413	0.9	0.7	0	0.3	0.70	989.10	0.10
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000036							

#### FOSSO DISPERDENTE in terra

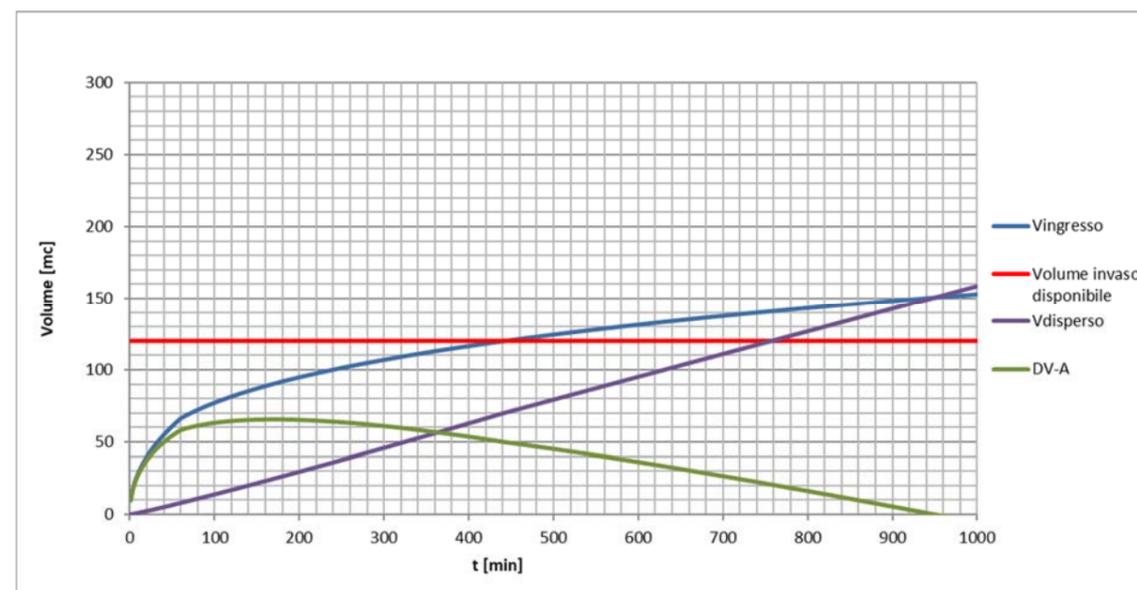
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
0.50	0.50	1.00	1.50	0.50	240.00	0.5

#### CASSONETTO rettangolare

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
0.50	0	0.3	0	240.00

#### VERIFICA

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
120.00	0.0017	OK	1.8305



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
65.56	0.001654	11.01	285.79	0.00	120.00	OK	428.69	0	OK

### DFT14

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
0	2817.2	0.9	0.7	0	0.3	0.70	1972.04	0.20
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000300							

#### FOSSO DISPERDENTE in terra

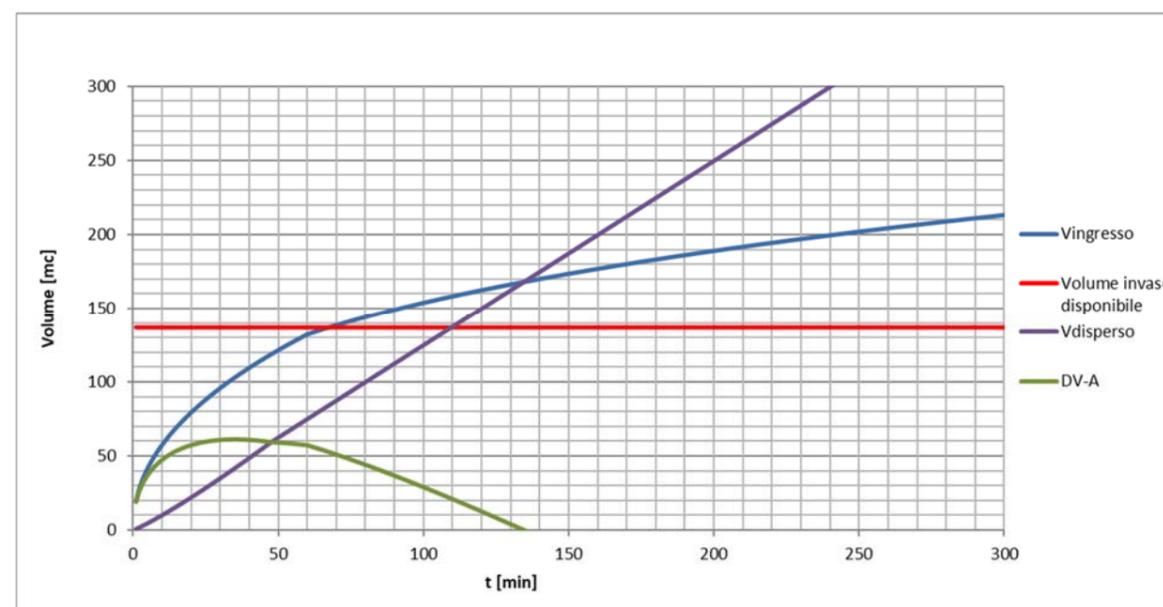
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
0.50	0.50	1.00	1.50	0.50	238.00	0.5

#### CASSONETTO rettangolare

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
0.50	0.5	0.3	0.075	238.00

#### VERIFICA

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
136.85	0.0208	OK	2.2360



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
61.20	0.013667	1.24	2361.74	0.00	136.85	OK	3542.61	0	OK

### DFT19-dispersione

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
2872.3	1427	0.9	0.7	3745	0.3	0.59	4707.47	0.47
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000500							

#### FOSSO DISPERDENTE in terra

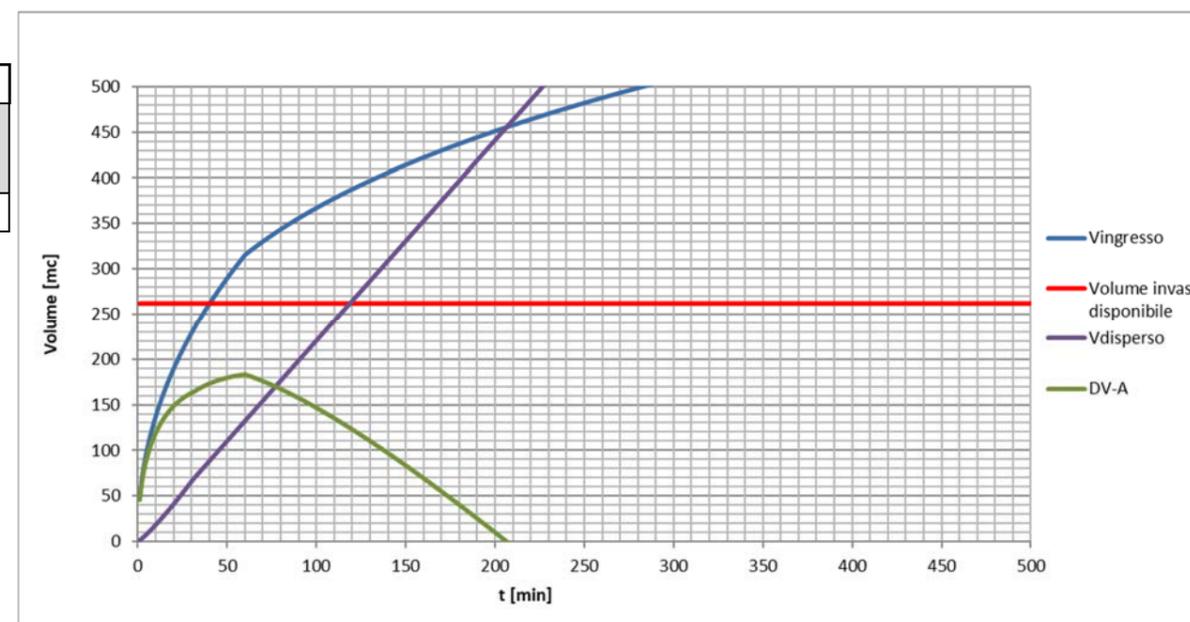
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
0.80	0.80	1.00	2.40	1.28	181.00	0.8

#### CASSONETTO rettangolare

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
0.80	0.5	0.3	0.12	181.00

#### VERIFICA

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
262.02	0.0368	OK	1.4306



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt, fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
183.15	0.027718	1.84	4789.64	0.00	262.02	OK	7184.46	0	OK

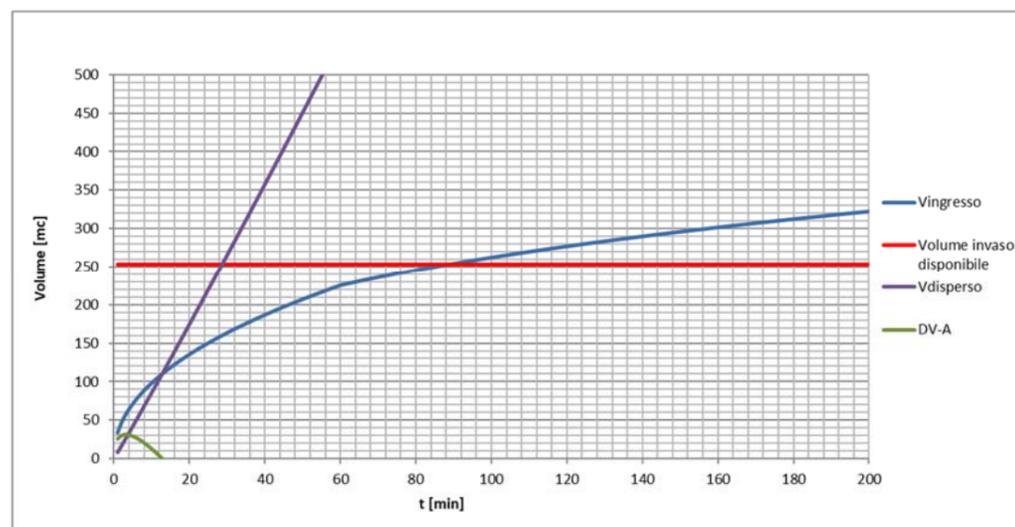
 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

### DFT19-scarico

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>affermte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>affermte</sub> [ha]
11211	0.3	0.30	3363.30	0.34
permeabilità	K [m/s]*			
	0.0000500			
INVARIANZA				
u [l/s/ha]	V [m <sup>3</sup> /min]			
342	6.9014916			

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
253.40	0.0368	OK	8.1237



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>fil.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
31.19	0.027718	0.31	4789.64	0.00	253.40	OK	7184.46	0	OK

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

### DFT16

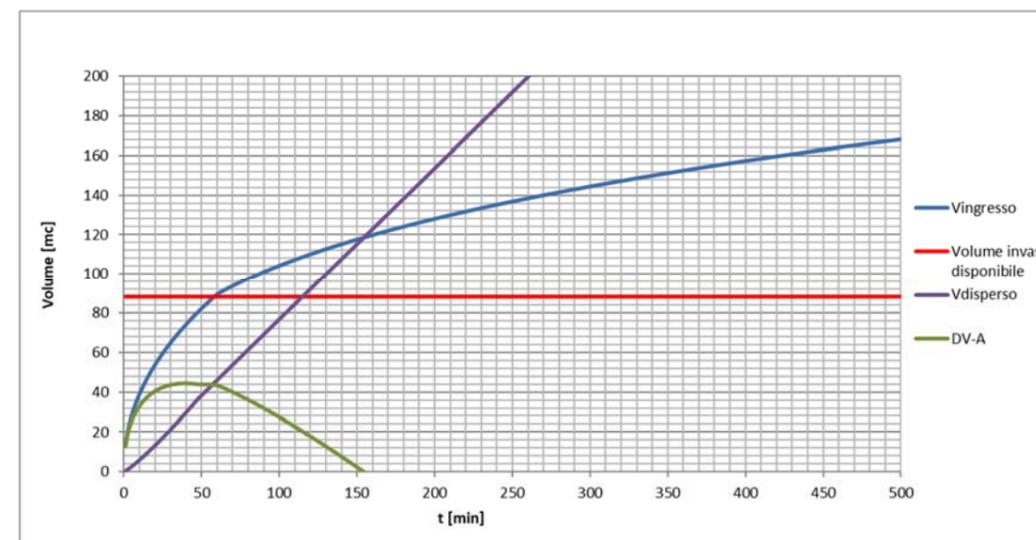
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>IMP</sub> [-]	ψ <sub>SEMIPERM</sub> [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferite</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferite</sub> [ha]
1029.8	0.9	0.7	2050	0.3	0.43	1335.86	0.13
permeabilità	K [m/s]*						
	0.0000500000						

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
0.80	0.80	1.00	2.40	1.28	63.00	0.8

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
0.80	0.5	0.3	0.12	63.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
88.20	0.0128	OK	1.9866



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
44.40	0.009648	1.28	1667.11	0.00	88.20	OK	2500.67	0	OK

**PFT01**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

S <sub>IMP</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>SEMIPERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>IMP</sub> [-]	ψ <sub>SEMIPERM</sub> [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
4777	1473	0.9	0.7	686	0.3	0.80	5536.20	0.55
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000480000							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

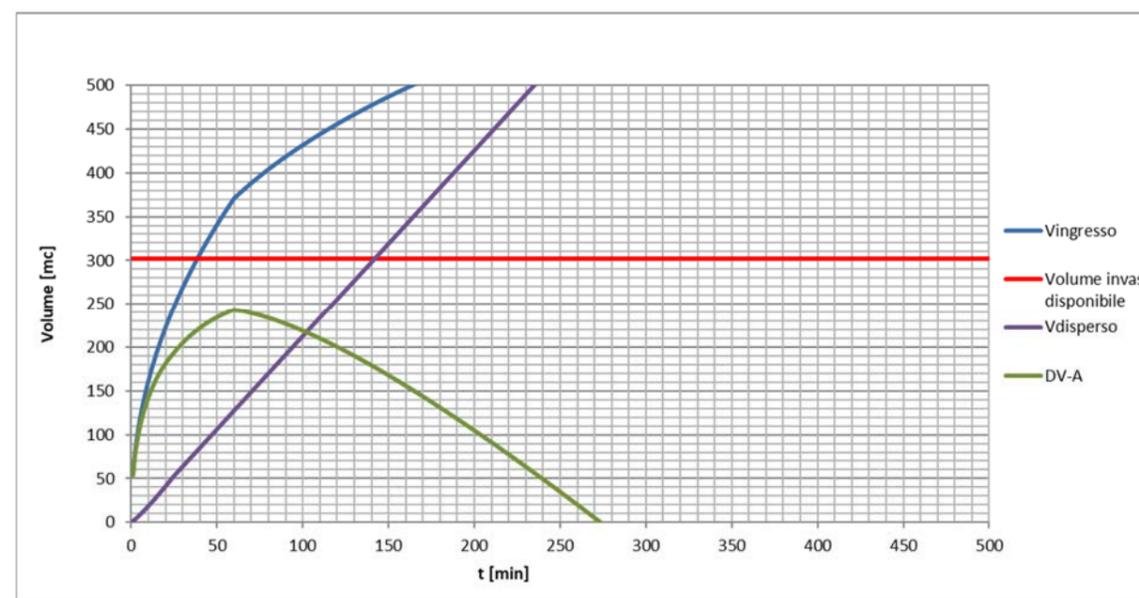
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.30	0.80	1.00	2.90	1.68	146.00	0.8

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.30	0.75	0.3	0.2925	146.00

**VERIFICA**

V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
302.32	0.0355	OK	1.2424



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
243.33	0.024968	2.71	4314.42	0.00	302.32	OK	6471.63	0	OK

**PFT02**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
5375	1376	0.9	0.7	0	0.3	0.86	5800.70	0.58
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000480000							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

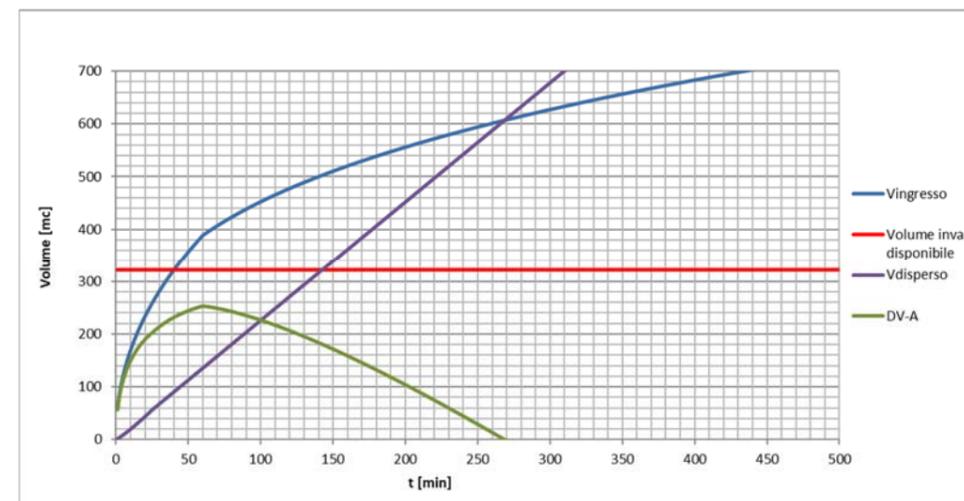
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.30	0.80	1.00	2.90	1.68	155.00	0.8

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.30	0.75	0.3	0.2925	155.00

**VERIFICA**

V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
321.86	0.0377	OK	1.2713



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
253.18	0.026507	2.65	4580.37	0.00	321.86	OK	6870.56	0	OK

**PFT03**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

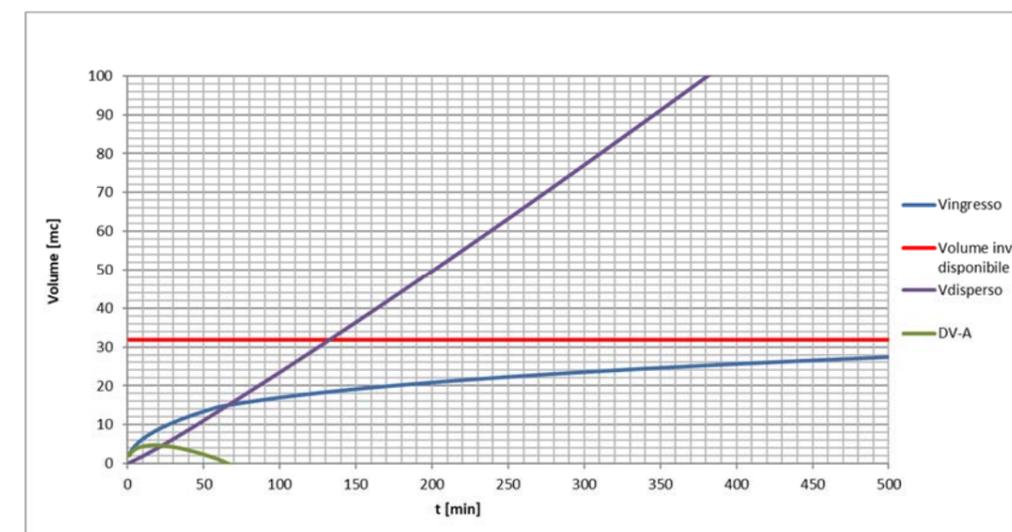
SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
122	154	0.9	0.7	0	0.3	0.79	217.60	0.02
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000360							
INVARIANZA								
u [l/s/ha]	V [m <sup>3</sup> /min]							
10	0.013056							

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.50	1.00	2.00	0.75	35.00	0.5

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	35.00

VERIFICA			
V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
31.87	0.0043	OK	6.7464

V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
4.72	0.003164	0.41	546.72	0.00	31.87	OK	820.09	0	OK



**PFT04**

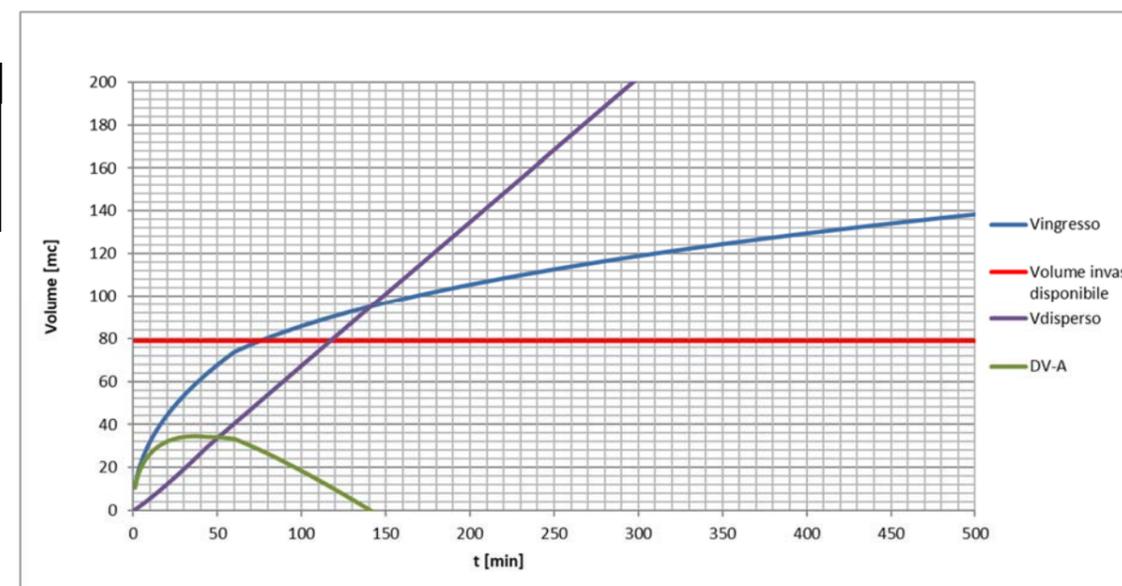
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
782.5	565	0.9	0.7	0	0.3	0.82	1099.75	0.11
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000360							
INVARIANZA								
u [l/s/ha]	V [m <sup>3</sup> /min]							
10	0.065985							

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.50	1.00	2.00	0.75	85.00	0.5

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	85.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
78.85	0.0104	OK	2.2838



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
34.52	0.008170	1.17	1411.77	0.00	78.85	OK	2117.66	0	OK

**PFT05**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
1729	1218	0.9	0.7	0	0.3	0.82	2408.70	0.24
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000360							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

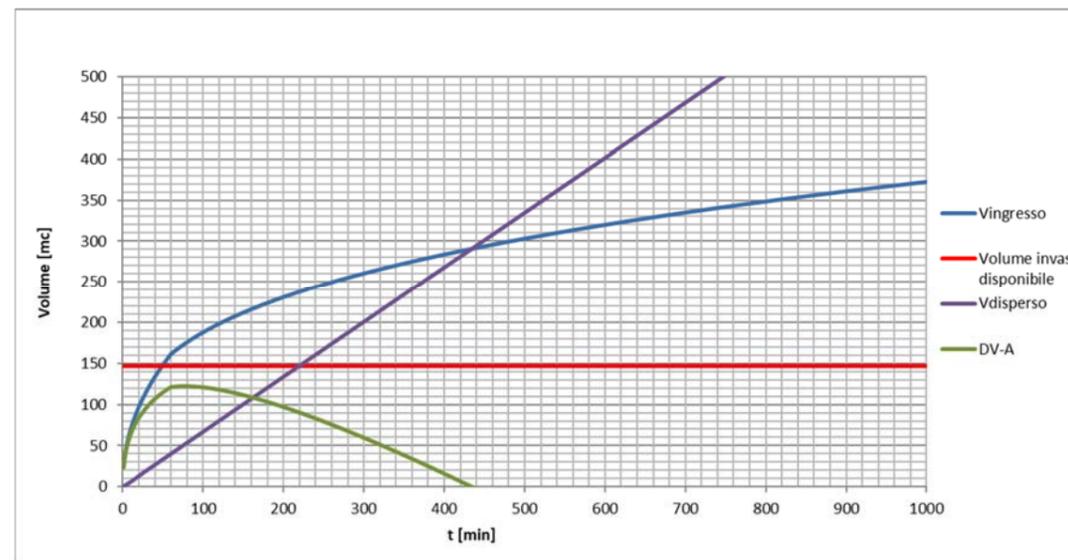
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
3.00	0.60	1.00	4.20	2.16	50.00	0.6

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
3.00	0.75	0.3	0.675	50.00

**VERIFICA**

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
146.94	0.0112	OK	1.2012



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
122.32	0.008455	4.02	1460.97	0.00	146.94	OK	2191.46	0	OK

**PFT06**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
634	977	0.9	0.7	0	0.3	0.78	1254.50	0.13
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000360							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

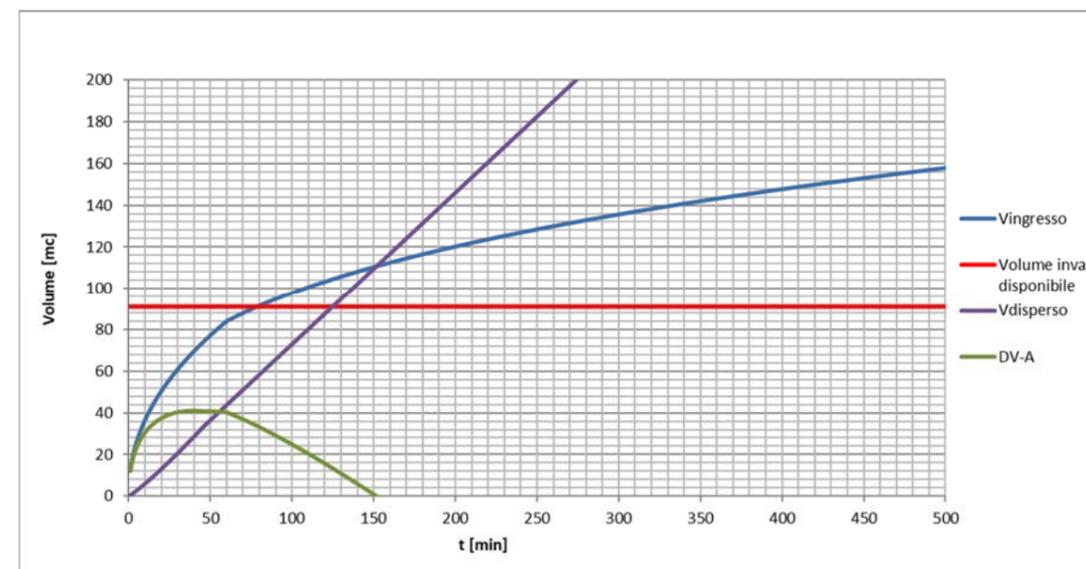
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.50	1.00	2.00	0.75	99.00	0.5

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	99.00

**VERIFICA**

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
91.00	0.0122	OK	2.2181



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	tsvuot [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
41.03	0.008604	1.32	1486.82	0.00	91.00	OK	2230.22	0	OK

**PFT07**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
931	1728	0.9	0.7	0	0.3	0.77	2047.50	0.20
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000240							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

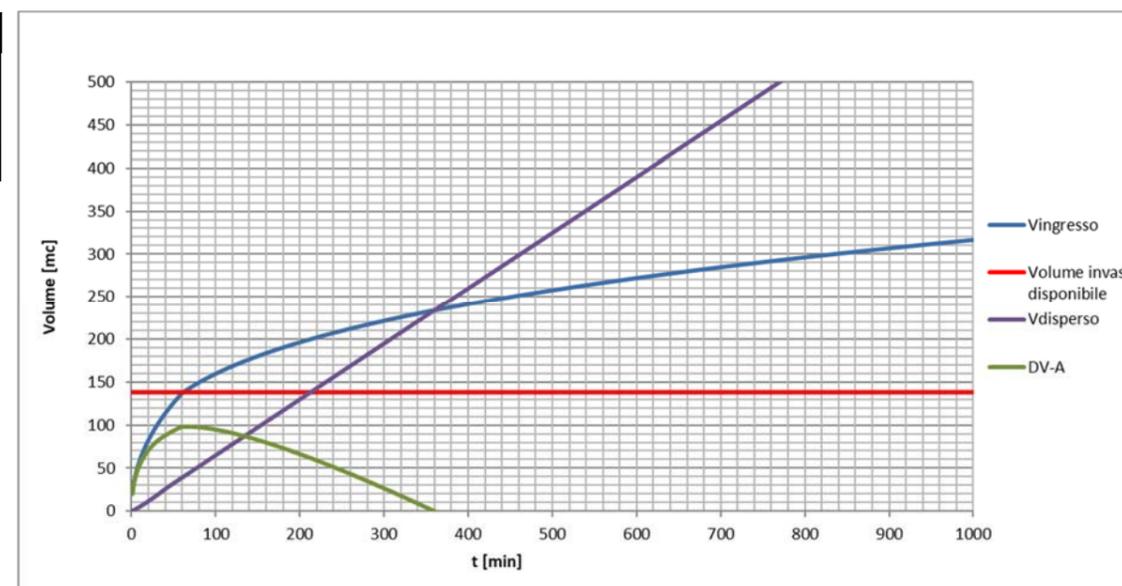
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	122.00	0.6

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	122.00

**VERIFICA**

V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
138.21	0.0108	OK	1.4057



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
98.32	0.007897	3.46	1364.60	0.00	138.21	OK	2046.90	0	OK

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

### PFT08

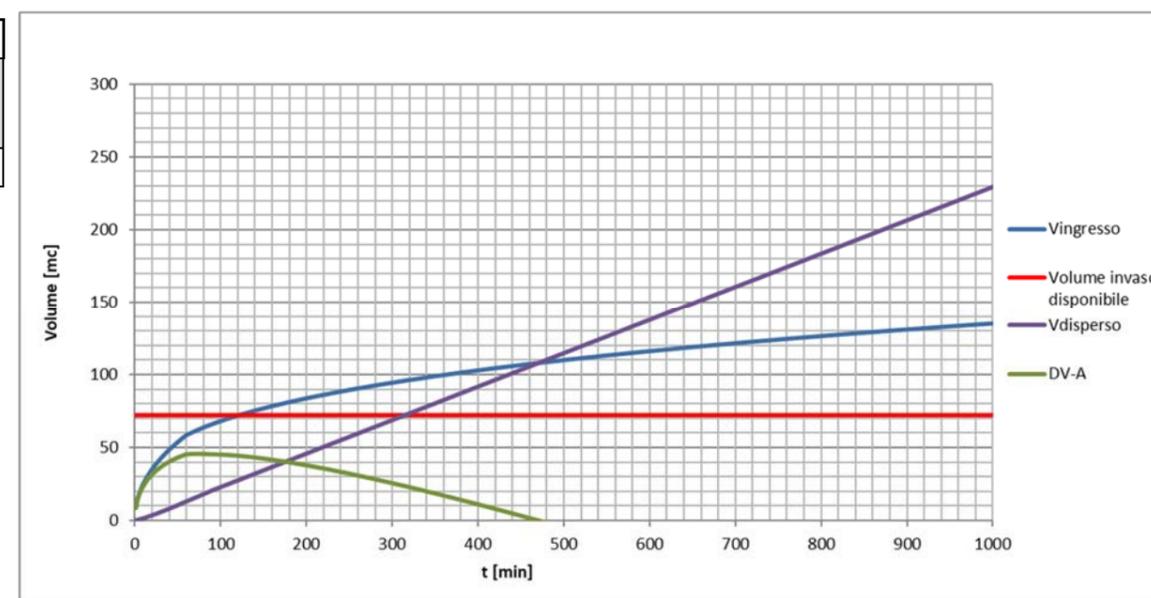
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
392	744	0.9	0.7	0	0.3	0.77	873.60	0.09
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000240							

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	33.00	1

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	33.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
72.13	0.0038	OK	1.5778



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
45.71	0.003032	4.19	523.95	0.00	72.13	OK	785.92	0	OK

**PFT09**

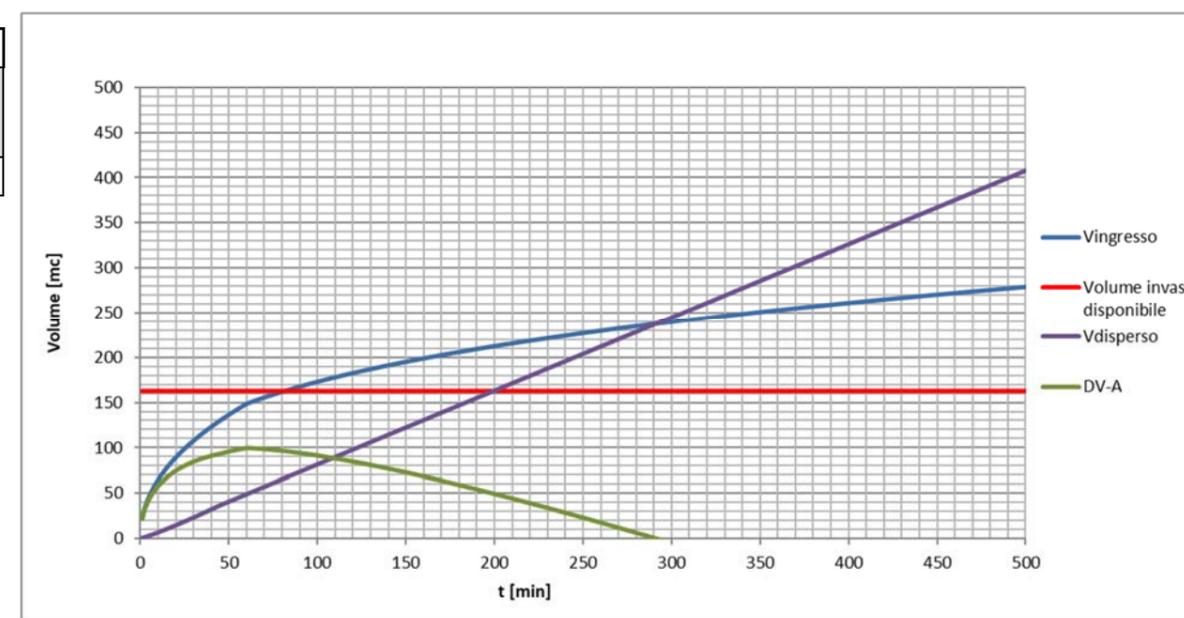
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
894.5	2017	0.9	0.7	0	0.3	0.76	2216.95	0.22
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000240							

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	135.00	0.6

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.75	0.3	0.225	135.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
162.66	0.0136	OK	1.6326



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>fil.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
99.63	0.008738	3.17	1510.01	0.00	162.66	OK	2265.01	0	OK

### PFT10

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

S <sub>IMP</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>SEMIPERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>IMP</sub> [-]	ψ <sub>SEMIPERM</sub> [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
1001	1877	0.9	0.7	0	0.3	0.77	2214.80	0.22
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000240							

#### FOSSO DISPERDENTE in terra

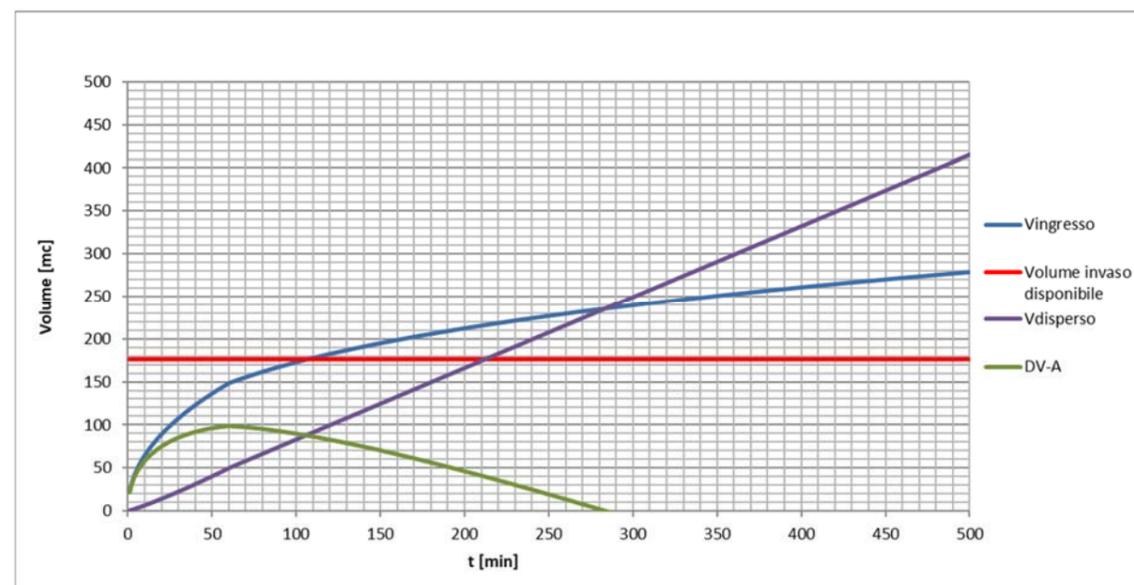
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	156.00	0.6

#### CASSONETTO rettangolare

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	156.00

#### VERIFICA

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
176.16	0.0138	OK	1.7837



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr,fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
98.76	0.010098	2.72	1744.90	0.00	176.16	OK	2617.34	0	OK

**PFT11**

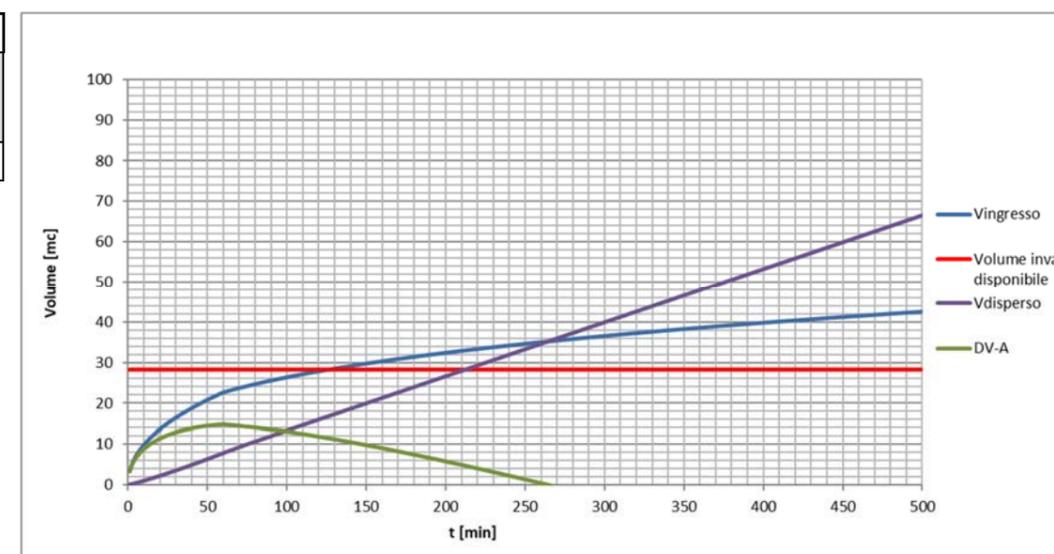
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
171	263	0.9	0.7	0	0.3	0.78	338.00	0.03
permeabilità		K [m/s]*						
		0.0000240						

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	25.00	0.6

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	25.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
28.26	0.0022	OK	1.9071



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
14.82	0.001618	2.54	279.63	0.00	28.26	OK	419.45	0	OK

**PFT12**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
414	623	0.9	0.7	0	0.3	0.78	808.70	0.08
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000240							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

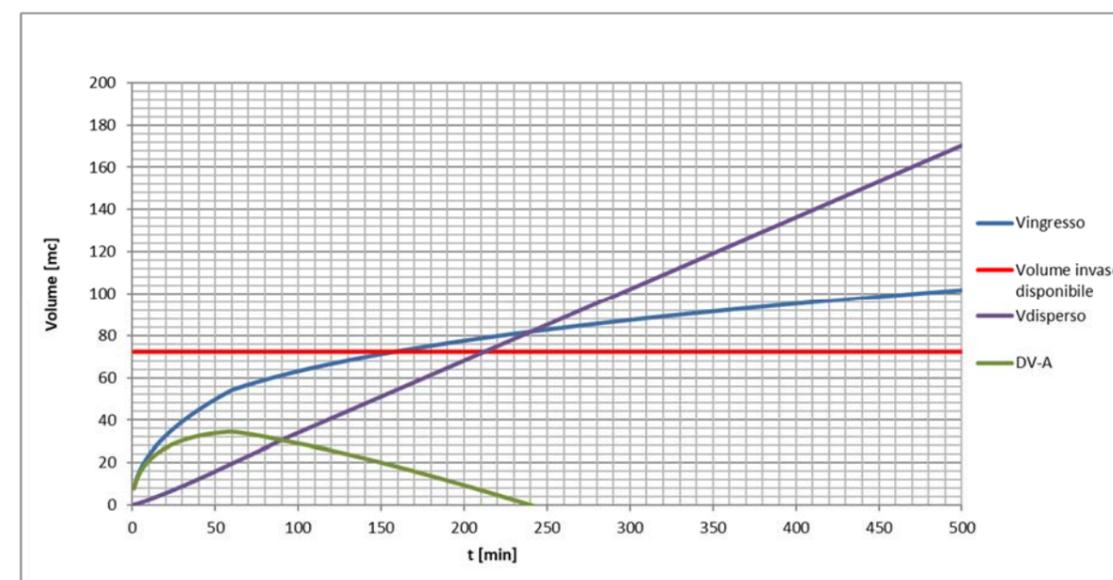
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	64.00	0.6

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	64.00

**VERIFICA**

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
72.28	0.0057	OK	2.0901



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
34.58	0.004143	2.32	715.85	0.00	72.28	OK	1073.78	0	OK

**PFT13**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
458	597	0.9	0.7	0	0.3	0.79	830.10	0.08
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000100							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

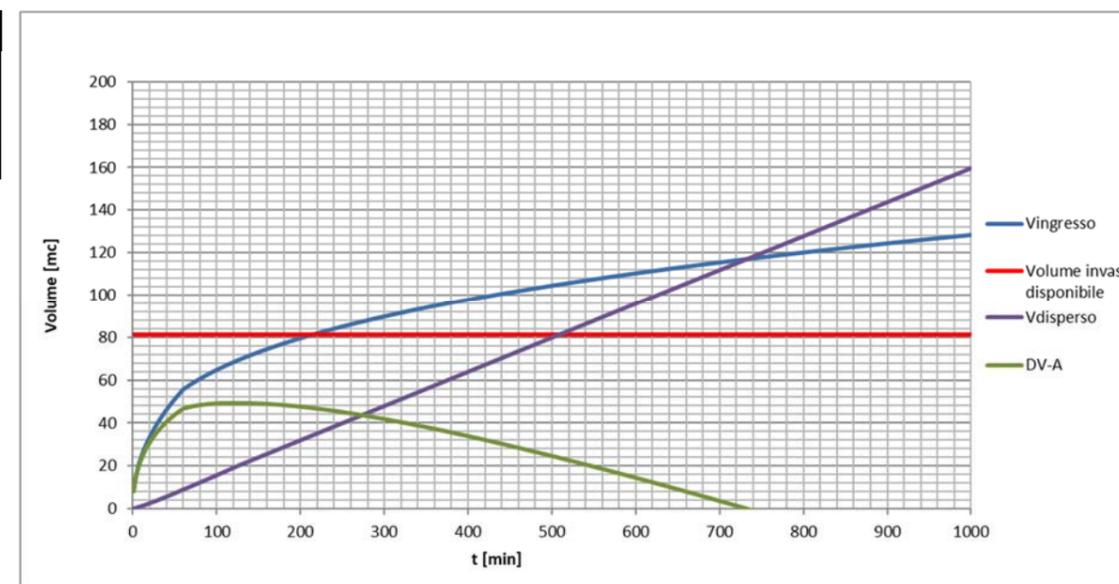
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.60	1.00	2.20	0.96	72.00	0.6

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	72.00

**VERIFICA**

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
81.29	0.0027	OK	1.6497



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	tsvuot [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
49.28	0.001942	7.05	335.56	0.00	81.29	OK	503.34	0	OK

**PFT14**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
177.8	210	0.9	0.7	0	0.3	0.79	307.02	0.03
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000100							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

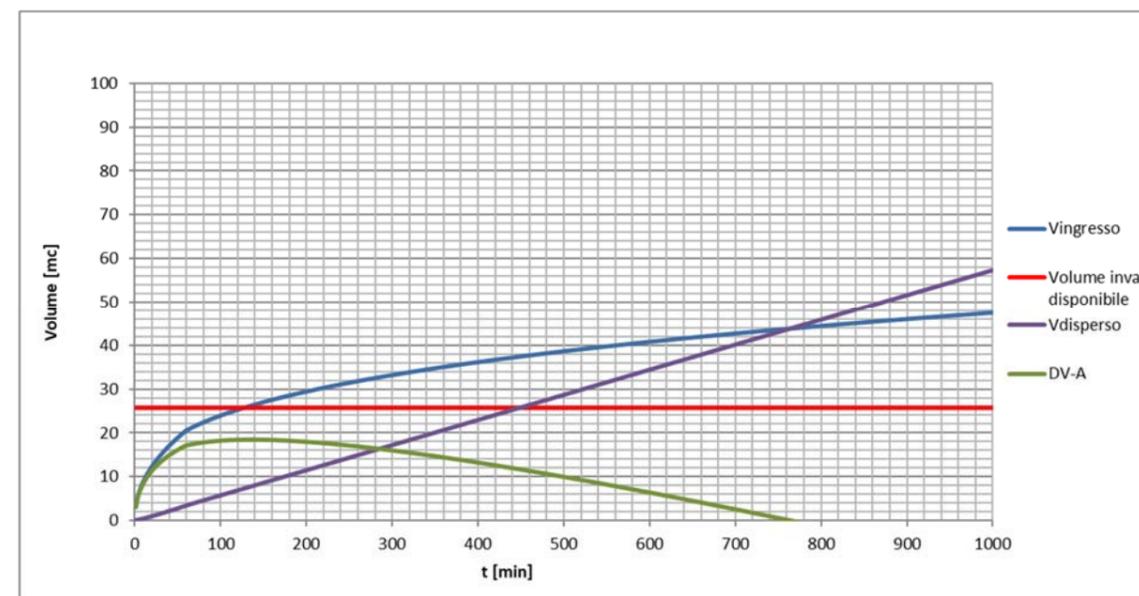
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	0.50	1.00	2.00	0.75	28.00	0.5

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	28.00

**VERIFICA**

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
25.73	0.0010	OK	1.3955



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	tsvuot [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
18.44	0.000676	7.58	116.81	0.00	25.73	OK	175.21	0	OK

**PFT15**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
527.05	660.5	0.9	0.7	2905	0.3	0.44	1808.20	0.18
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000100							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

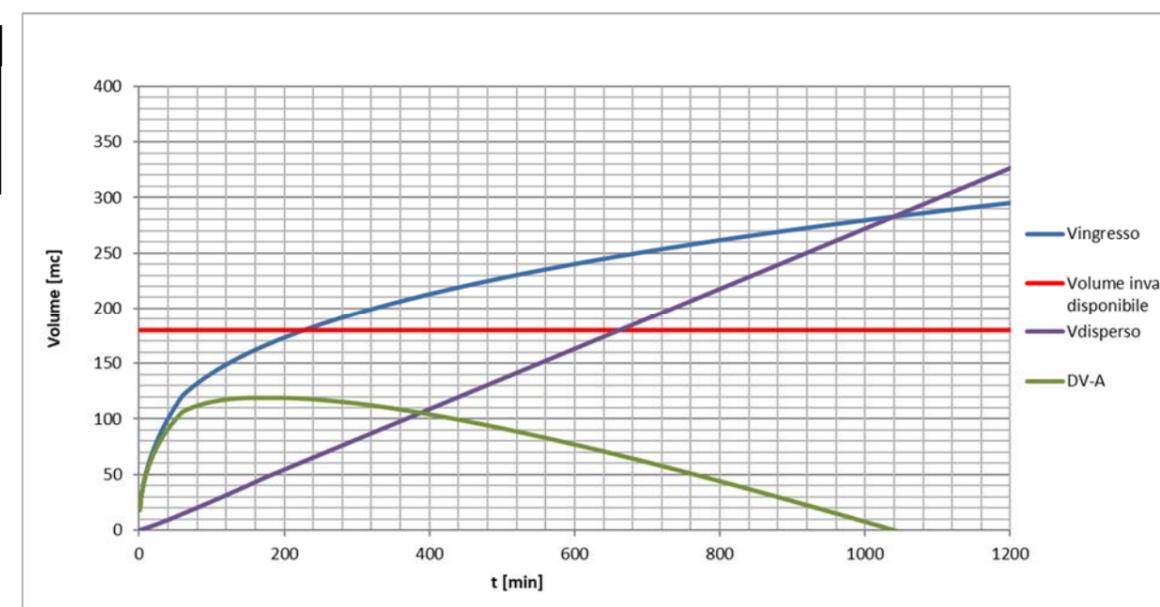
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	83.00	1

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	83.00

**VERIFICA**

V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
180.03	0.0040	OK	1.5127



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
119.01	0.003705	8.92	640.16	0.00	180.03	OK	960.24	0	OK

**PFT16**

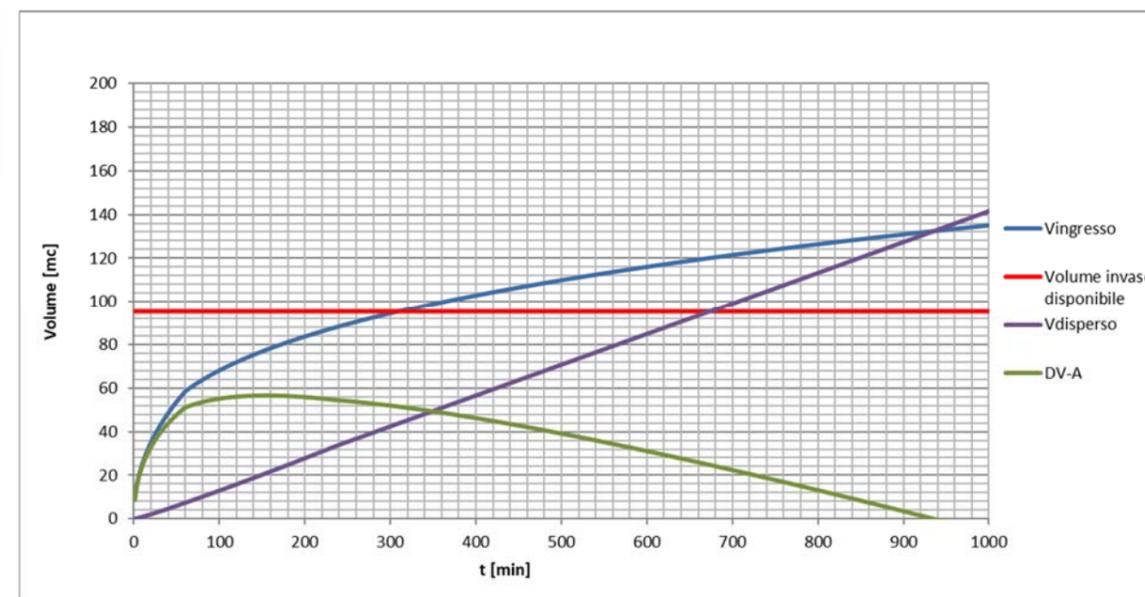
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

S <sub>IMP</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>SEMIPERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>IMP</sub> [-]	ψ <sub>SEMIPERM</sub> [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
234.95	286	0.9	0.7	1540	0.3	0.42	873.66	0.09
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000100							
INVARIANZA								
u [l/s/ha]	V [m <sup>3</sup> /min]							
10	0.0524193							

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	44.00	1

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	44.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
95.30	0.0021	OK	1.6832



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
56.62	0.001919	8.19	331.68	0.00	95.30	OK	497.52	0	OK

**PFT17**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

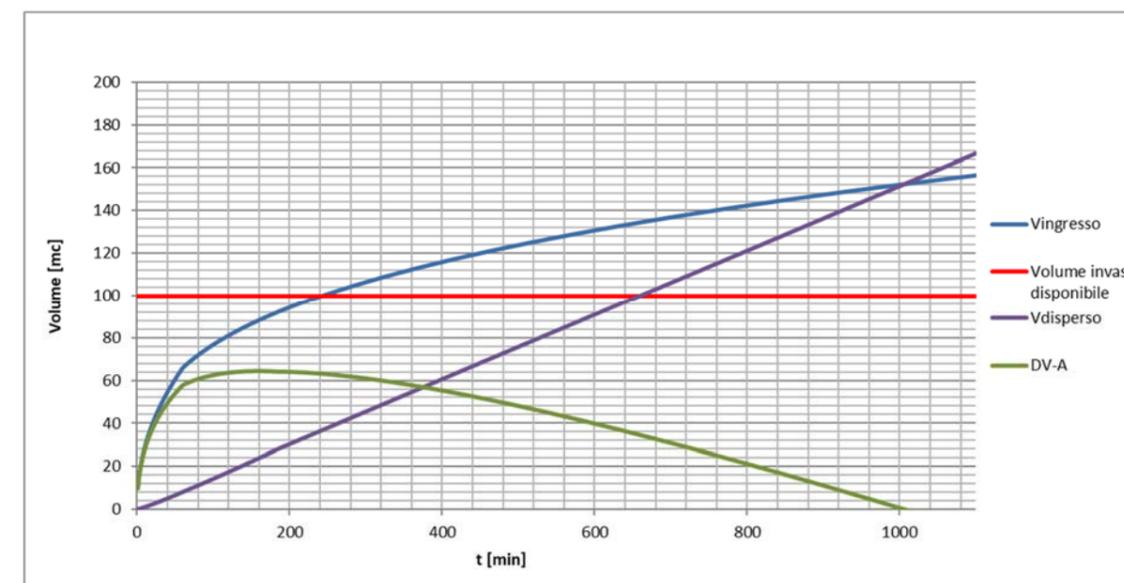
SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
304	325	0.9	0.7	1610	0.3	0.44	984.10	0.10
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000100							
INVARIANZA								
u [l/s/ha]	V [m <sup>3</sup> /min]							
10	0.059046							

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	46.00	1

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	46.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
99.81	0.0022	OK	1.5506

V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>fil.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
64.37	0.002065	8.66	356.85	0.00	99.81	OK	535.27	0	OK



**PFT19**

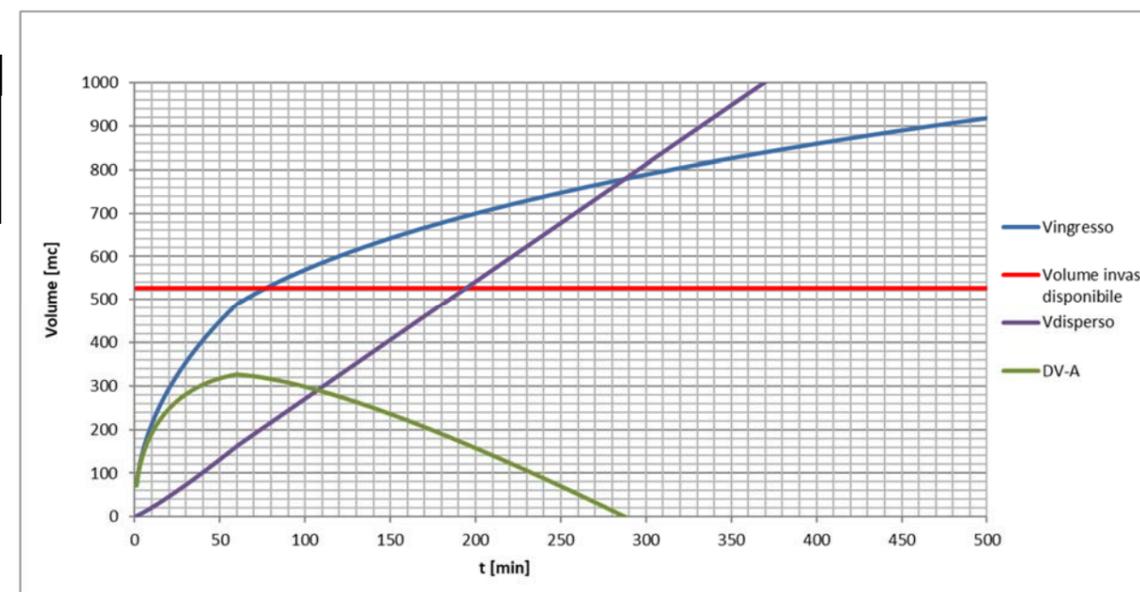
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>IMP</sub> [-]	ψ <sub>SEMIPERM</sub> [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
3134.9	0.9	0.7	17010	0.3	0.36	7297.43	0.73
permeabilità	K [m/s]*						
	0.0000320						
INVARIANZA							
u [l/s/ha]	V [m <sup>3</sup> /min]						
10	0.4378458						

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	245.00	1

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	245.00

VERIFICA			
V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
526.75	0.0379	OK	1.6126



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt, fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
326.65	0.030015	3.02	5186.57	0.00	526.75	OK	7779.85	0	OK

**PFT21**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
85	345.5	0.9	0.7	592	0.3	0.49	495.95	0.05
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000500000							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

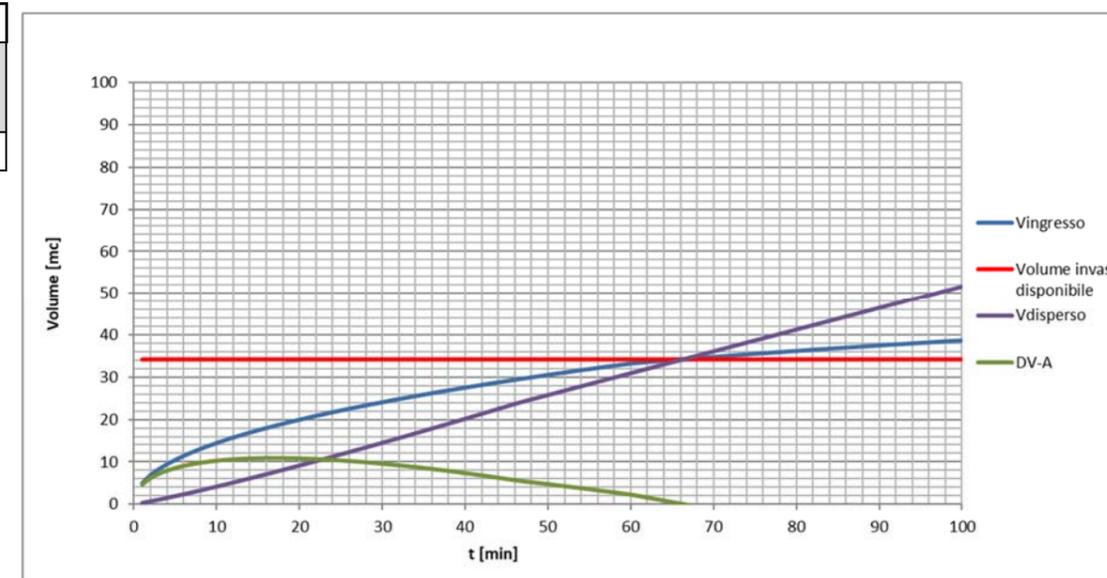
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
0.50	0.50	1.00	1.50	0.50	59.00	0.5

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
0.50	0.5	0.3	0.075	59.00

**VERIFICA**

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
34.18	0.0086	OK	3.1333



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
10.91	0.005647	0.54	975.79	0.00	34.18	OK	1463.68	0	OK

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

## PFT22

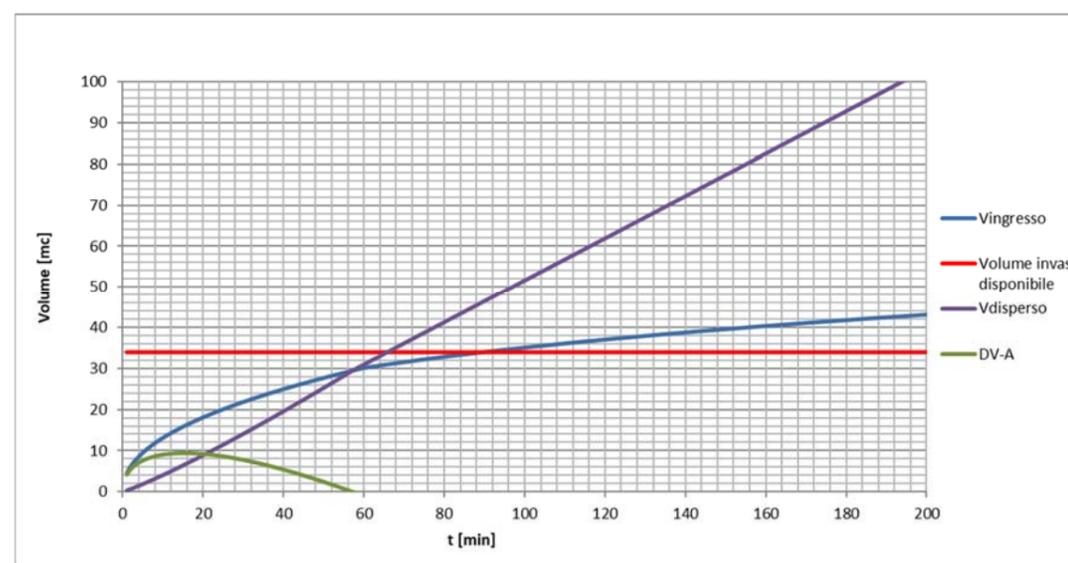
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferite</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferite</sub> [ha]
388.5	0.9	0.7	592	0.3	0.46	449.55	0.04
permeabilità	K [m/s]*						
	0.0000500000						

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
0.50	0.50	1.00	1.50	0.50	59.00	0.5

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
0.50	0.5	0.3	0.075	59.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
33.93	0.0086	OK	3.6047



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
9.41	0.005647	0.46	975.79	0.00	33.93	OK	1463.68	0	OK

**PFT24**

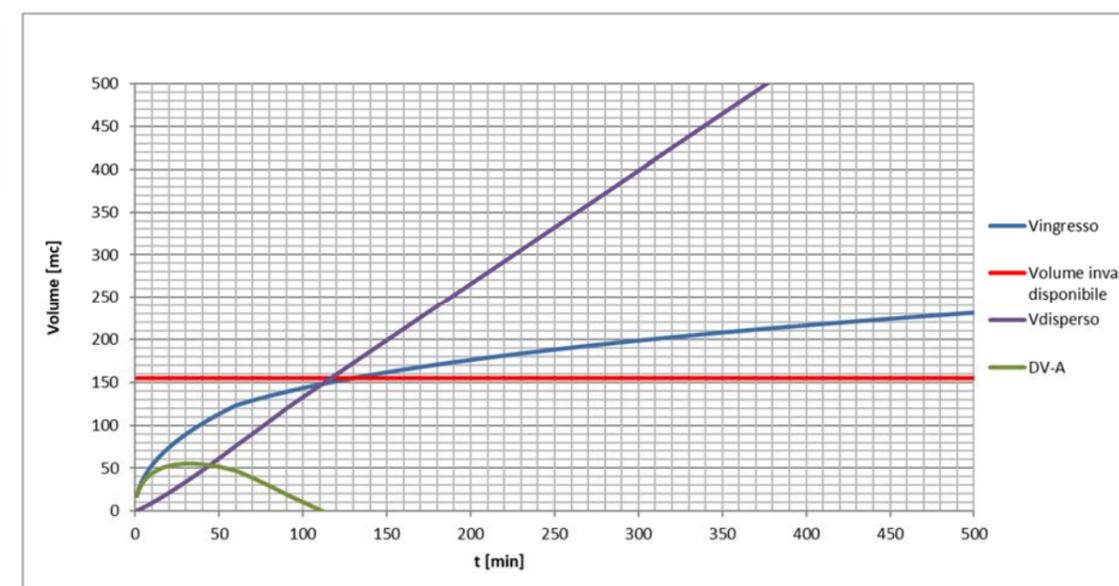
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
783	1619	0.9	0.7	0	0.3	0.77	1838.00	0.18
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000500							

A- FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
0.80	0.80	1.00	2.40	1.28	109.00	0.8

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
0.80	0.5	0.3	0.12	109.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
154.95	0.0221	OK	2.7985



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
55.37	0.016692	0.92	2884.37	0.00	154.95	OK	4326.55	0	OK

**PFT25**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	S <sub>PERM</sub> [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>PERM</sub> [-]	ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
1155.7	521	0.9	0.7	0	0.3	0.84	1404.83	0.14
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000500							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

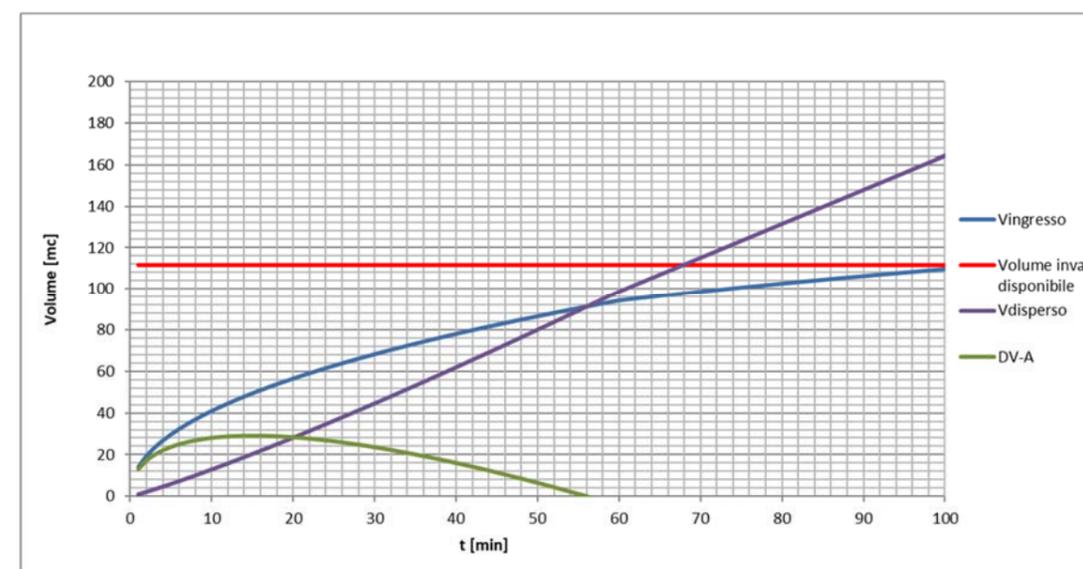
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
0.50	0.50	1.00	1.50	0.50	188.00	0.5

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
0.50	0.5	0.3	0.075	188.00

**VERIFICA**

V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
111.57	0.0274	OK	3.8309



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
29.12	0.017994	0.45	3109.30	0.00	111.57	OK	4663.94	0	OK

**PFT26**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
789.52	897	0.9	0.7	0	0.3	0.79	1338.47	0.13
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0001200							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

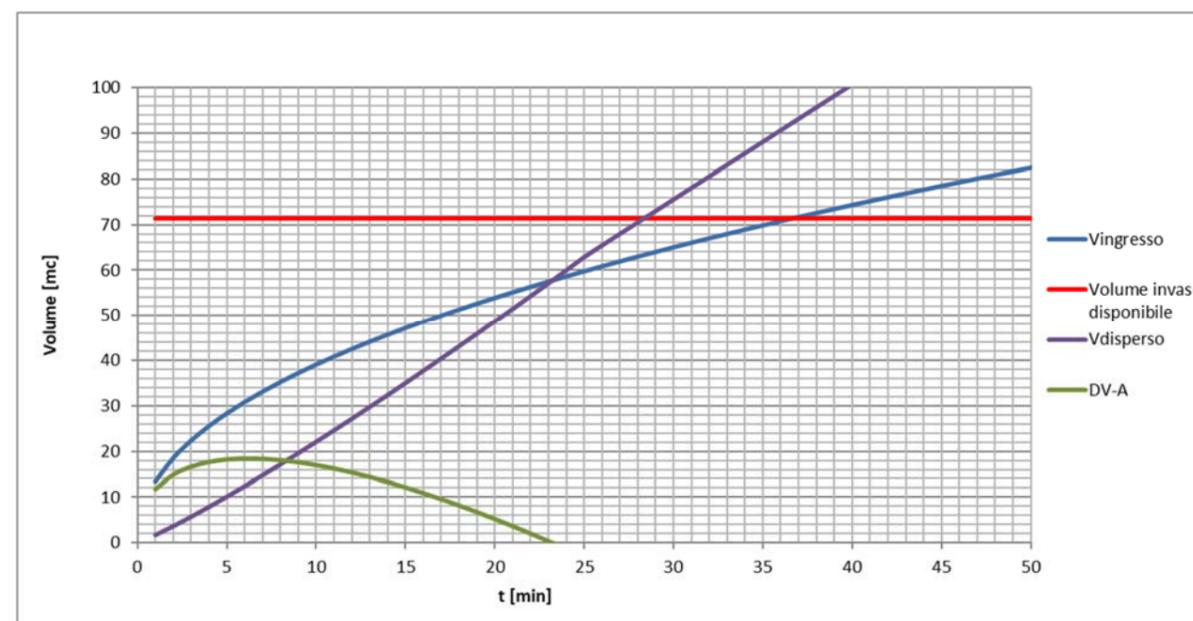
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
0.50	0.50	1.00	1.50	0.50	120.00	0.5

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
0.50	0.5	0.3	0.075	120.00

**VERIFICA**

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
71.37	0.0420	OK	3.8736



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>fil.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
18.42	0.027565	0.19	4763.18	0.00	71.37	OK	7144.76	0	OK

**PFT27**

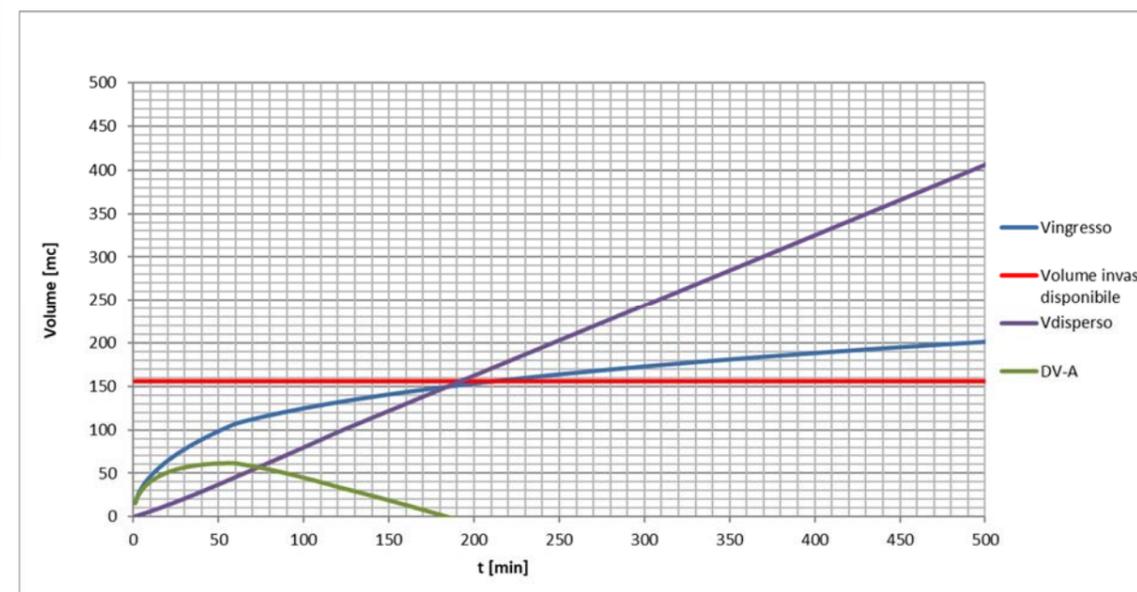
Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
1690	78.75	0.9	1	0	0.3	0.90	1599.75	0.16
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000470							

FOSSO DISPERDENTE in terra						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
2.50	0.80	1.00	4.10	2.64	50.00	0.8

CASSONETTO rettangolare				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
2.50	0.5	0.3	0.375	50.00

VERIFICA			
V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
155.82	0.0135	OK	2.5329



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
61.52	0.011192	1.53	1934.05	0.00	155.82	OK	2901.08	0	OK

**PFT28**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
2213	231	0.9	1	0	0.3	0.91	2222.70	0.22
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000470							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

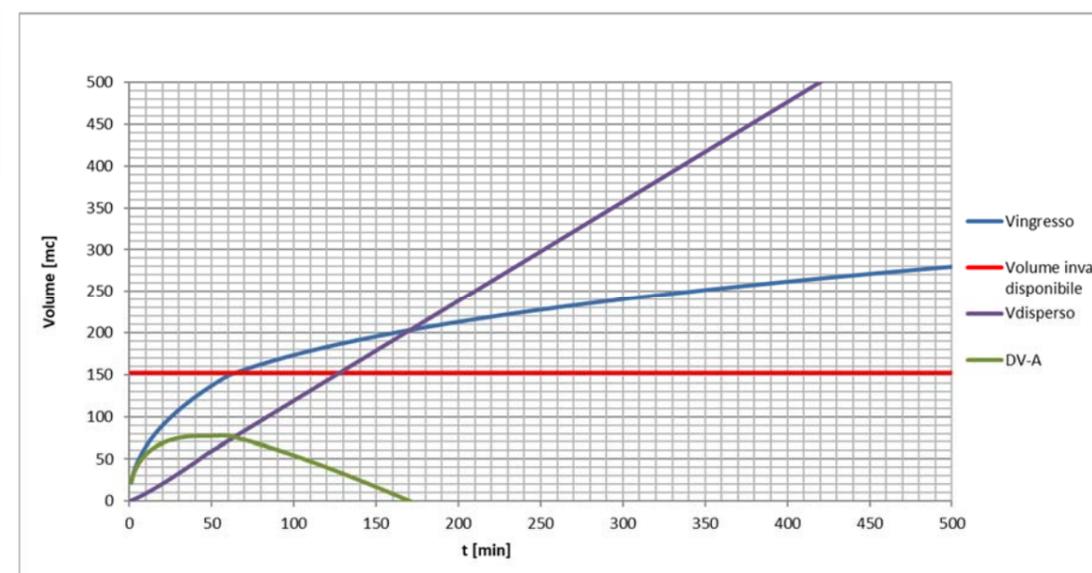
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
0.80	0.80	1.00	2.40	1.28	104.00	0.8

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
0.80	0.5	0.3	0.12	104.00

**VERIFICA**

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
152.24	0.0199	OK	1.9630



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
77.55	0.014971	1.44	2586.93	0.00	152.24	OK	3880.40	0	OK

**PFT29**

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.2.

SIMP [m <sup>2</sup> ]	SSEMIPERM [m <sup>2</sup> ]	ψIMP [-]	ψSEMIPERM [-]	SPERM [m <sup>2</sup> ]	ψPERM [-]	ψmedio [-]	Safferte [m <sup>2</sup> ]	Safferte [ha]
3951	2842	0.9	1	0	0.3	0.94	6397.90	0.64
permeabilità	K [m/s]*							
	0.0000470							

**FOSSO DISPERDENTE in terra**

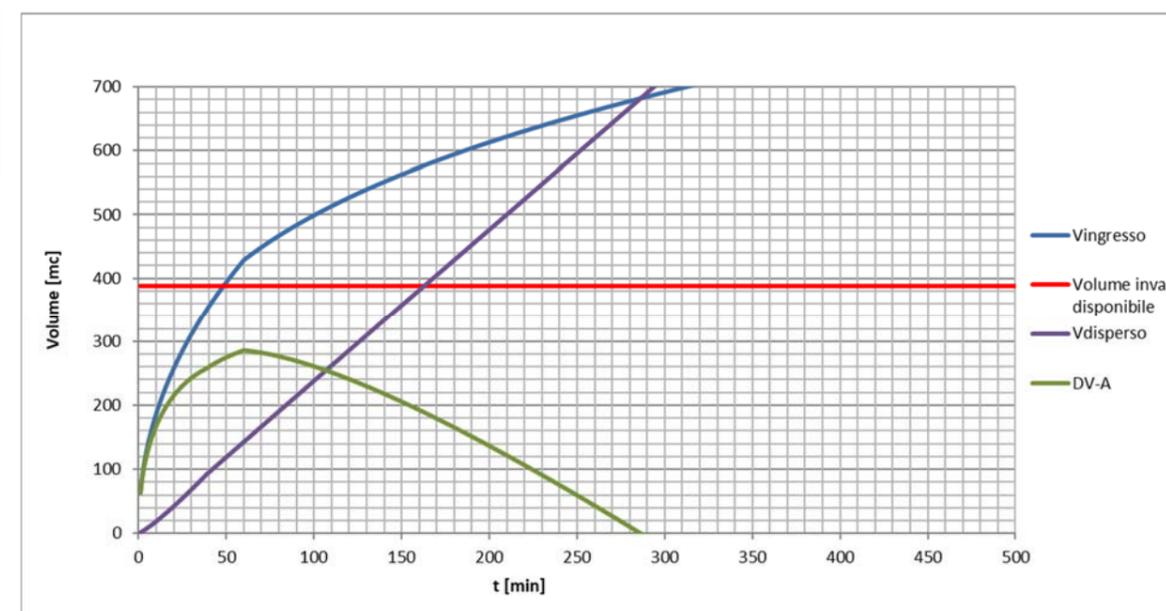
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	175.00	1

**CASSONETTO rettangolare**

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
1.00	0.5	0.3	0.15	175.00

**VERIFICA**

V in vaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
388.10	0.0397	OK	1.3578



V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filt.fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	t <sub>svuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento (Regione Lombardia)	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h (Reg. Lombardia)
285.84	0.031489	2.52	5441.27	0.00	388.10	OK	8161.90	0	OK

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria</b>	COMMESSA NM27	LOTTO 01	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 000 2 002	REV. A

## VERIFICA POZZI PERDENTI

Verifica effettuata secondo il capitolo 10.1.1.

*POZZI LATO DISPARI PK 1+250-1+280 km*

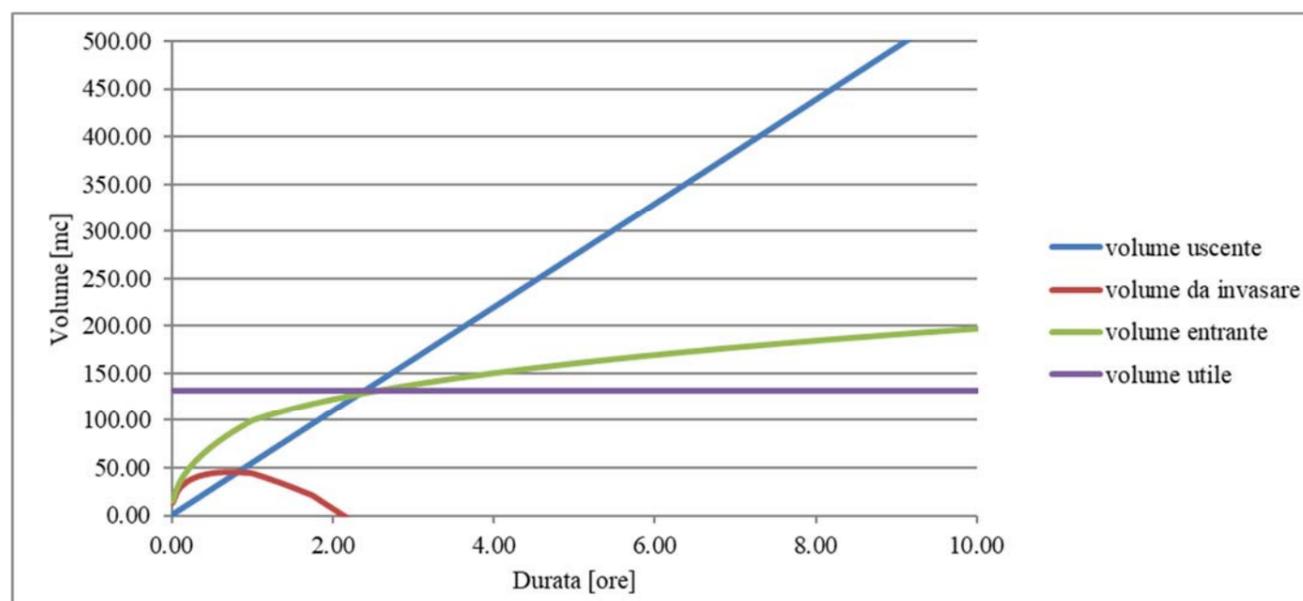
Nell’ambito della verifica del fosso DFT01 a pag.67 è stato considerato il volume di invaso dei pozzi, trascurando l’infiltrazione dei pozzi. La verifica, seppur cautelativa, veniva soddisfatta con un coefficiente di sicurezza di 1.21.

*POZZI LATO DISPARI PK 0+612-0+665 km*

Durata di pioggia $t_p$ (min)	t (ore)	Sup. Bacino S (ha)	Dati dell'equazione pluvi.		Coeff. di deflusso f	Altezza di pioggia h (mm)	Volume entrante $V_e$ (m <sup>3</sup> )	$Q_u$ (l/s)	$Q_u$ (m <sup>3</sup> /ora)	Portata uscente $V_u$ (m <sup>3</sup> )	Volume da invasare V (m <sup>3</sup> )
			a (mm)	n							
1	0.02	0.1649	67.025	0.464	0.9	10	14.88	15.22	54.78	0.91	13.97
5	0.08	0.1649	67.025	0.464	0.9	21	31.4	15.22	54.78	4.56	26.84
10	0.17	0.1649	67.025	0.464	0.9	29	43.31	15.22	54.78	9.13	34.19
15	0.25	0.1649	67.025	0.464	0.9	35	52.28	15.22	54.78	13.69	38.59
20	0.33	0.1649	67.025	0.464	0.9	40	59.75	15.22	54.78	18.26	41.49
25	0.42	0.1649	67.025	0.464	0.9	45	66.26	15.22	54.78	22.82	43.44
30	0.50	0.1649	67.025	0.464	0.9	49	72.11	15.22	54.78	27.39	44.73
35	0.58	0.1649	67.025	0.464	0.9	52	77.46	15.22	54.78	31.95	45.51
40	0.67	0.1649	67.025	0.464	0.9	56	82.41	15.22	54.78	36.52	45.89
45	0.75	0.1649	67.025	0.464	0.9	59	87.04	15.22	54.78	41.08	45.96
50	0.83	0.1649	67.025	0.464	0.9	62	91.4	15.22	54.78	45.65	45.76
55	0.92	0.1649	67.025	0.464	0.9	64	95.54	15.22	54.78	50.21	45.32
60	1.00	0.1649	67.025	0.464	0.9	67	99.47	15.22	54.78	54.78	44.69

Il sistema si svuota in 0.9 ore.

Relazioni:		$Q = 2 \pi K H^2 / \ln (R/r_0)$
dove		
H=	3.5 m	Altezza interna pozzo nello strato filtrante
$r_0$ =	1 m	raggio interno del pozzo
K=	0.000048 m/s	coefficiente di filtrazione
Vale l'espressione:		
		$R/r_0 = 3.828(\text{rad}q(1+H/r_0)-1)$
Risultati:		
	$R/r_0 =$	4.292414
	Q pozzo=	2.54 l/s
numero pozzi	6	
volume pozzi	131.9	
volume residuo	85.99	
coeff sicurezza	2.8	

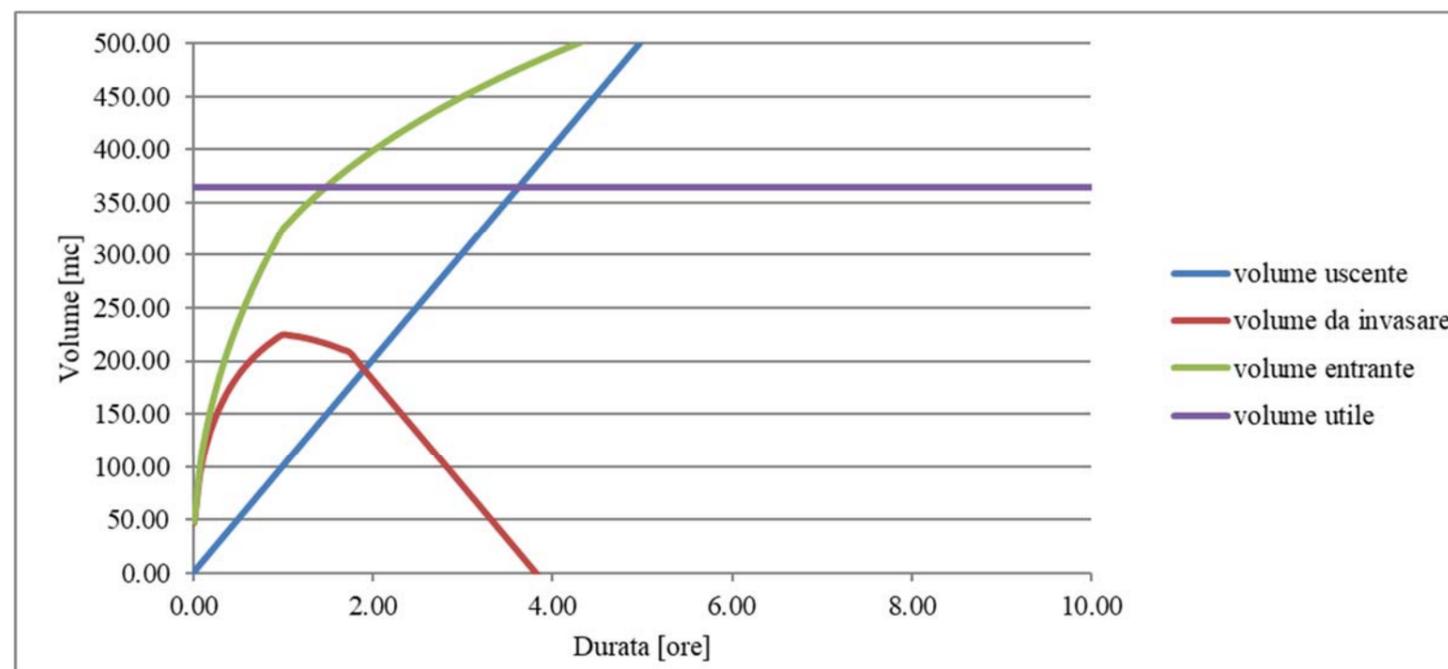


*POZZI LATO PARI PK 0+770-0+850 km*

											V <sub>min</sub>	224.11
Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluv.		Coeff. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Portata uscente		Volume uscente	Volume da invasare	
t <sub>p</sub>	t	S	a	n	f	h	V <sub>e</sub>	Q <sub>u</sub>	Q <sub>u</sub>	V <sub>u</sub>	V	
(min)	(ore)	(ha)	(mm)			(mm)	(m <sup>3</sup> )	(l/s)	(m <sup>3</sup> /ora)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	
1	0.02	0.5380	67.025	0.464	0.9	10	48.55	27.90	100.42	1.67	46.88	
5	0.08	0.5380	67.025	0.464	0.9	21	102.5	27.90	100.42	8.37	94.08	
10	0.17	0.538	67.025	0.464	0.9	29	141.3	27.90	100.42	16.74	124.58	
15	0.25	0.538	67.025	0.464	0.9	35	170.6	27.90	100.42	25.11	145.46	
20	0.33	0.538	67.025	0.464	0.9	40	194.9	27.90	100.42	33.47	161.45	
25	0.42	0.538	67.025	0.464	0.9	45	216.2	27.90	100.42	41.84	174.35	
30	0.50	0.538	67.025	0.464	0.9	49	235.3	27.90	100.42	50.21	185.07	
35	0.58	0.538	67.025	0.464	0.9	52	252.7	27.90	100.42	58.58	194.14	
40	0.67	0.538	67.025	0.464	0.9	56	268.9	27.90	100.42	66.95	201.93	
45	0.75	0.538	67.025	0.464	0.9	59	284	27.90	100.42	75.32	208.66	
50	0.83	0.538	67.025	0.464	0.9	62	298.2	27.90	100.42	83.69	214.52	
55	0.92	0.538	67.025	0.464	0.9	64	311.7	27.90	100.42	92.06	219.64	
60	1.00	0.538	67.025	0.464	0.9	67	324.5	27.90	100.42	100.42	224.11	
65	1.08	0.538	67.025	0.2971	0.9	69	332.3	27.90	100.42	108.79	223.55	
70	1.17	0.538	67.025	0.2971	0.9	70	339.7	27.90	100.42	117.16	222.58	
75	1.25	0.538	67.025	0.2971	0.9	72	346.8	27.90	100.42	125.53	221.25	
80	1.33	0.538	67.025	0.2971	0.9	73	353.5	27.90	100.42	133.90	219.59	

Il sistema si svuota in 2.2 ore.

Relazioni:			$Q = 2 p K H^2 / \ln (R/r_0)$
dove			
H=	3.5	m	Altezza interna pozzo nello strato filtrante
r <sub>0</sub> =	1	m	raggio interno del pozzo
K=	0.000048	m/s	coefficiente di filtrazione
Vale l'espressione:			
			$R/r_0 = 3.828(\text{rad}q(1+H/r_0)-1)$
Risultati:			
	R/r <sub>0</sub> =	4.292414	
	Q pozzo=	2.54	l/s
numero pozzi		11	
volume fossi		122.24	
volume pozzi		241.9026	
volume residuo		140.03	
coeff sicurezza		1.624846	



## VERIFICA COLLETTORI

Verifica effettuata secondo il capitolo 6.

TUBAZIONE	S	L	i	k <sub>s</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	DN	y/D	v	S'	φ <sub>medio</sub>	v <sub>0c</sub> ' <sub>monte</sub>	y	v <sub>0</sub>	v <sub>0c</sub> collettore	v <sub>0c</sub> tot
	ha	m	m/m	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	mm	%	m s <sup>-1</sup>	ha		m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
PT03	0.0000	2.00	0.004	80	0	74.9	105.25	500	50.00	1.21	1.406	0.34	70.29	0.24	116.28	0.124	32.720
PT04	0.0000	15.00	0.004	80	0	73.9	103.93	500	49.00	1.23	1.406	0.34	70.29	0.23	117.55	0.905	33.626
PT05	0.0000	1.50	0.002	80	0	492.4	9.16	250	43.00	0.51	0.019	0.72	0.90	0.10	1.2001	1.442	16.219
PT06	0.0160	20.00	0.020	80	41	340.1	84.93	400	39.00	2.11	0.250	0.84	11.69	0.15	29.884	3.222	70.240
PT07	0.0160	21.00	0.005	80	41	65.6	83.46	500	41.00	1.24	1.272	0.46	62.68	0.19	207.1	1.109	115.232
PT08	0.0137	20.00	0.013	80	43	380.7	86.72	400	45.00	1.78	0.228	0.82	10.71	0.17	23.821	4.268	54.992
PT09	0.0000	1.20	0.013	80	0	481.5	7.56	250	24.00	0.94	0.016	0.73	0.79	0.06	1.0636	0.614	17.726
DT01	0.0160	20.00	0.020	80	41	340.1	84.93	400	39.00	2.11	0.250	0.84	11.69	0.15	29.885	3.221	70.238
DT02	0.0000	1.50	0.002	80	0	492.4	9.16	250	43.00	0.51	0.019	0.72	0.90	0.10	1.2001	1.442	16.219
DT04	0.0137	20.00	0.013	80	43	383.5	85.97	400	45.00	1.77	0.224	0.83	10.53	0.17	22.865	4.337	54.503
DT05	0.0000	1.20	0.013	80	0	481.5	7.56	250	24.00	0.94	0.016	0.73	0.79	0.06	1.0636	0.614	17.726
DT07	0.0000	9.00	0.018	67	0	150.3	27.66	400	25.00	1.27	0.184	0.46	9.20	0.09	14.175	1.065	28.900
DT08	0.0000	31.00	0.018	67	0	143.1	26.32	400	24.00	1.28	0.184	0.46	9.20	0.09	14.812	3.463	32.364
PT12	0.0000	9.00	0.018	67	0	104.8	15.72	400	18.00	1.07	0.150	0.38	7.50	0.07	11.665	0.818	25.238
PT14	0.0000	13.50	0.005	80	0	298.8	47.47	400	42.00	1.07	0.159	0.90	7.94	0.16	24.11	3.773	101.750
PT15	0.0000	13.50	0.003	80	0	483.9	25.56	400	34.00	0.77	0.053	0.90	2.64	0.13	5.2807	8.536	52.277
PT16	0.0000	13.50	0.003	80	0	356.7	20.83	400	30.00	0.74	0.058	0.90	2.92	0.11	7.5992	6.499	80.168
PT17	0.0000	13.50	0.003	80	0	343.3	22.67	400	32.00	0.74	0.066	0.90	3.30	0.12	8.8841	6.283	84.557
DT01	0.0000	32.00	0.003	80	0	255.2	88.59	500	49.00	1.04	0.347	0.90	17.36	0.23	60.378	7.820	123.939
DT02	0.0000	26.00	0.004	80	0	152.2	56.79	400	49.00	1.02	0.373	0.90	18.66	0.18	103.11	3.781	222.147
DT03	0.0000	21.00	0.002	80	0	117.3	37.54	400	47.00	0.73	0.320	0.90	16.00	0.18	110.03	3.377	293.946
PT01	0.0000	9.00	0.005	80	0	344.2	33.63	315	49.00	1.00	0.098	0.90	4.89	0.15	13.118	3.101	84.268
DT15	0.0252	38.00	0.001	80	40	601.0	15.14	315	49.00	0.45	0.025	0.95	0.00	0.15	2.2993	50.767	50.767
DT16	0.0000	16.00	0.002	80	0	316.8	30.28	400	42.00	0.68	0.096	0.91	4.54	0.16	14.153	7.431	100.555
DT17	0.0000	19.00	0.004	80	0	527.8	129.30	500	56.00	1.29	0.245	0.91	11.77	0.26	23.17	7.781	46.523
DT13	0.0000	60.00	0.002	80	0	198.9	23.22	400	36.00	0.64	0.117	0.90	5.84	0.14	25.476	18.552	168.192

## VERIFICA CANALETTE

Verifica effettuata secondo il capitolo 6.

Canaletta	calcolo superfici			S	L	i	k <sub>s</sub>	φ	V <sub>0s</sub>	u	Q	Altezza	Base	y/D	v	S'	φ <sub>medio</sub>	V <sub>0c</sub> ' monte	y0	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> collettore	V <sub>0c</sub> collettore	V <sub>0c</sub> tot
	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>																				
	ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	ha		m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
PCN14	0.0687	0.0550	0.0000	0.1237	97.00	0.009	66.67	0.81	50.00	441.11	54.55	0.50	0.50	20.00	1.09	0.124	0.811	0.000	0.10	11.03	4.85	39.22	39.22
PCN15	0.0180	0.0087	0.0000	0.0267	25.00	0.003	66.67	0.83	50.00	381.69	57.39	0.50	0.50	31.00	0.74	0.150	0.815	6.183	0.16	15.35	1.94	12.89	52.10
PCN16	0.0171	0.0135	0.0000	0.0306	25.00	0.002	66.67	0.81	50.00	333.71	60.39	0.50	0.50	36.00	0.67	0.181	0.815	7.518	0.18	20.73	2.25	12.43	64.54
DCN08	0.0742	0.0163	0.1200	0.2105	105.00	0.009	66.67	0.54	50.00	231.06	48.63	0.50	0.50	19.00	1.02	0.210	0.542	0.000	0.10	15.51	4.99	23.70	23.70
PCN17	0.0430	0.0062	0.0000	0.0492	61.00	0.013	66.67	0.87	50.00	555.86	27.35	0.50	0.50	11.00	0.99	0.049	0.875	0.000	0.06	4.14	1.68	34.09	34.09
PCN18	0.1142	0.0703	0.0000	0.1845	162.00	0.024	66.67	0.82	50.00	342.84	80.12	0.50	0.50	19.00	1.69	0.234	0.835	2.460	0.10	27.35	7.70	32.93	67.02
PCN19	0.0016	0.0170	0.0000	0.0186	22.00	0.024	66.67	0.72	48.27	505.45	9.41	0.50	0.50	5.00	0.75	0.019	0.717	0.000	0.03	1.17	0.28	14.78	14.78
PCN20	0.1576	0.0000	0.0000	0.1576	260.00	0.024	66.67	1.00	50.00	250.36	106.63	0.70	1.00	13.00	1.67	0.426	0.895	13.244	0.09	74.51	16.56	38.89	125.34
PCN21	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	92.00	0.008	66.67	0.00	0.00	225.01	95.84	0.70	1.00	16.00	1.22	0.426	0.895	21.124	0.11	81.72	7.21	16.93	142.28
PCN22	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	322.00	0.007	66.67	0.00	0.00	170.68	72.69	0.70	1.00	14.00	1.06	0.426	0.895	21.124	0.10	103.81	22.09	51.86	194.14
PCN23	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	209.00	0.005	66.67	0.00	0.00	146.99	62.60	0.70	1.00	14.00	0.91	0.426	0.895	21.124	0.10	118.15	14.34	33.66	227.81
PCN24	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.50	0.004	66.67	0.00	0.00	146.37	62.34	0.70	1.00	16.00	0.80	0.426	0.895	21.124	0.11	118.58	0.43	1.01	228.82
PCN25	0.0047	0.0000	0.0000	0.0047	7.60	0.004	66.67	1.00	50.00	145.93	62.84	0.70	1.00	16.00	0.80	0.431	0.896	21.124	0.11	120.49	0.60	1.38	230.20
PCN26	0.0083	0.0000	0.0000	0.0083	13.20	0.002	66.67	1.00	50.00	144.68	63.49	0.70	1.00	22.00	0.59	0.439	0.898	21.359	0.15	124.22	1.42	3.24	233.44
PCN34	0.1261	0.0880	0.0000	0.2141	181.00	0.013	66.67	0.82	50.00	390.26	83.56	0.50	0.50	24.00	1.39	0.214	0.818	0.000	0.12	21.57	10.86	50.72	50.72
PCN33	0.0015	0.0142	0.0000	0.0157	21.50	0.013	66.67	0.73	50.00	486.57	7.64	0.50	0.50	5.00	0.61	0.016	0.729	0.000	0.03	1.05	0.27	17.11	17.11
PCN32	0.1180	0.0000	0.0000	0.1180	190.00	0.013	66.67	1.00	50.00	269.28	97.35	0.70	1.00	14.00	1.42	0.362	0.878	12.079	0.10	57.30	13.03	36.05	108.77
PCN31	0.0088	0.0000	0.0000	0.0088	14.00	0.012	66.67	1.00	50.00	265.79	98.41	0.70	1.00	15.00	1.34	0.370	0.881	17.979	0.11	59.72	1.03	2.78	111.55
PCN30	0.0073	0.0000	0.0000	0.0073	11.60	0.009	66.67	1.00	50.00	262.73	99.18	0.70	1.00	16.00	1.27	0.378	0.883	18.417	0.11	61.80	0.91	2.41	113.96
PCN29	0.0125	0.0000	0.0000	0.0125	20.00	0.006	66.67	1.00	50.00	256.47	100.02	0.70	1.00	19.00	1.07	0.390	0.887	18.779	0.13	65.71	1.86	4.77	118.74
PCN28	0.0045	0.0000	0.0000	0.0045	7.25	0.003	66.67	1.00	50.00	253.67	100.08	0.70	1.00	23.00	0.89	0.395	0.888	19.404	0.16	67.29	0.82	2.07	120.81
PCN27	0.0077	0.0000	0.0000	0.0077	12.30	0.001	66.67	1.00	50.00	246.94	99.33	0.70	1.00	32.00	0.63	0.402	0.890	19.631	0.22	70.54	1.93	4.79	125.60
DCN12	0.0430	0.0062	0.0000	0.0492	61.00	0.013	66.67	0.87	50.00	555.86	27.35	0.50	0.50	11.00	0.99	0.049	0.875	0.000	0.06	4.14	1.68	34.09	34.09
DCN13	0.1142	0.0703	0.0000	0.1845	162.00	0.024	66.67	0.82	50.00	342.85	80.13	0.50	0.50	19.00	1.69	0.234	0.835	2.460	0.10	27.35	7.70	32.92	67.02
PCN19	0.0016	0.0170	0.0000	0.0186	22.00	0.024	66.67	0.72	48.27	505.45	9.41	0.50	0.50	5.00	0.75	0.019	0.717	0.000	0.03	1.17	0.28	14.78	14.78
DCN15	0.1571	0.0000	0.0000	0.1571	258.00	0.024	66.67	1.00	50.00	250.71	106.66	0.70	1.00	13.00	1.67	0.425	0.895	13.244	0.09	74.31	16.43	38.63	125.09
DCN16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	92.00	0.008	66.67	0.00	0.00	223.84	95.23	0.70	1.00	16.00	1.21	0.425	0.895	21.099	0.11	81.53	7.21	16.95	142.04
DCN17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	320.00	0.007	66.67	0.00	0.00	170.18	72.40	0.70	1.00	14.00	1.06	0.425	0.895	21.099	0.10	103.48	21.95	51.60	193.64
DCN18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	202.00	0.005	66.67	0.00	0.00	145.85	62.05	0.70	1.00	14.00	0.90	0.425	0.895	21.099	0.10	117.34	13.86	32.57	226.22
DCN19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.50	0.004	66.67	0.00	0.00	145.24	61.79	0.70	1.00	16.00	0.79	0.425	0.895	21.099	0.11	117.77	0.43	1.01	227.23
DCN20	0.0047	0.0000	0.0000	0.0047	7.60	0.004	66.67	1.00	50.00	144.81	62.29	0.70	1.00	16.00	0.79	0.430	0.896	21.099	0.11	119.67	0.60	1.39	228.61
DCN21	0.0083	0.0000	0.0000	0.0083	13.20	0.002	66.67	1.00	50.00	143.58	62.94	0.70	1.00	22.00	0.58	0.438	0.898	21.334	0.15	123.39	1.42	3.25	231.86
DCN29	0.1246	0.0859	0.0000	0.2105	176.00	0.013	66.67	0.82	50.00	403.09	84.85	0.50	0.50	23.00	1.41	0.211	0.818	0.000	0.12	21.09	10.12	48.08	48.08
DCN28	0.0015	0.0142	0.0000	0.0157	21.50	0.013	66.67	0.73	50.00	486.57	7.64	0.50	0.50	5.00	0.61	0.016	0.729	0.000	0.03	1.05	0.27	17.11	17.11

**NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”**  
**LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO**

Relazione di drenaggio acque di piattaforma ferroviaria

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
NM27 01 D 26 RI ID 000 2 002 A 104 di 119

Canaletta	calcolo superfici			S	L	i	k <sub>s</sub>	φ	v <sub>0s</sub>	u	Q	Altezza	Base	y/D	v	S'	φ <sub>medio</sub>	V <sub>0c</sub> ' monte	y0	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> collettore	V <sub>0c</sub> collettore	V <sub>0c</sub> tot
	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>																				
	ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	ha		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	
DCN27	0.1180	0.0000	0.0000	0.1180	190.00	0.013	66.67	1.00	50.00	270.16	96.69	0.70	1.00	14.00	1.41	0.358	0.879	11.899	0.10	55.94	13.03	36.42	108.65
DCN26	0.0088	0.0000	0.0000	0.0088	14.00	0.012	66.67	1.00	50.00	266.61	97.75	0.70	1.00	15.00	1.33	0.367	0.882	17.799	0.11	58.34	1.03	2.81	111.45
DCN25	0.0073	0.0000	0.0000	0.0073	11.60	0.009	66.67	1.00	50.00	263.50	98.52	0.70	1.00	16.00	1.26	0.374	0.884	18.237	0.11	60.40	0.91	2.43	113.89
DCN24	0.0125	0.0000	0.0000	0.0125	20.00	0.006	66.67	1.00	50.00	257.13	99.36	0.70	1.00	19.00	1.07	0.386	0.888	18.599	0.13	64.28	1.86	4.82	118.70
DCN23	0.0045	0.0000	0.0000	0.0045	7.25	0.003	66.67	1.00	50.00	254.13	99.35	0.70	1.00	24.00	0.88	0.391	0.889	19.224	0.17	65.86	0.85	2.18	120.89
DCN22	0.0077	0.0000	0.0000	0.0077	12.30	0.001	66.67	1.00	50.00	247.08	98.49	0.70	1.00	33.00	0.63	0.399	0.891	19.451	0.23	69.08	1.99	4.99	125.87
DCN31	0.1716	0.0000	0.0000	0.1716	245.30	0.002	66.67	0.90	50.00	281.52	48.31	0.40	0.40	48.00	0.63	0.172	0.900	0.000	0.19	27.42	18.84	109.78	109.78
DCN30	0.0580	0.0000	0.0000	0.0580	83.00	0.013	66.67	0.90	50.00	251.81	57.82	0.40	0.40	28.00	1.29	0.230	0.900	8.580	0.11	40.41	3.72	16.19	125.98
DCN32	0.0438	0.0000	0.0000	0.0438	63.00	0.003	66.67	0.90	50.00	467.78	20.48	0.40	0.40	23.00	0.56	0.044	0.900	0.000	0.09	4.51	2.32	52.95	52.95
DCN33	0.1151	0.0000	0.0000	0.1151	165.60	0.010	66.67	0.90	50.00	307.62	48.87	0.40	0.40	27.00	1.13	0.159	0.900	2.189	0.11	23.51	7.15	45.03	97.98
PCN35	0.0790	0.0000	0.0000	0.0790	113.60	0.002	66.67	0.90	50.00	370.51	29.25	0.40	0.40	33.00	0.55	0.079	0.900	0.000	0.13	9.95	6.00	75.97	75.97
PCN36	0.0438	0.0000	0.0000	0.0438	63.00	0.003	66.67	0.90	50.00	467.78	20.48	0.40	0.40	23.00	0.56	0.044	0.900	0.000	0.09	4.51	2.32	52.95	52.95
PCN37	0.1151	0.0000	0.0000	0.1151	165.60	0.010	66.67	0.90	50.00	307.62	48.87	0.40	0.40	27.00	1.13	0.159	0.900	2.189	0.11	23.51	7.15	45.03	97.98
PCN38	0.0528	0.0000	0.0000	0.0528	76.00	0.010	66.67	0.90	50.00	536.45	28.34	0.40	0.40	19.00	0.93	0.053	0.900	0.000	0.08	4.95	2.31	43.74	43.74
DCN34	0.0528	0.0000	0.0000	0.0528	76.00	0.010	66.67	0.90	50.00	536.45	28.34	0.40	0.40	18.00	0.98	0.053	0.900	0.000	0.07	4.83	2.19	41.44	41.44
PCN39	0.0410	0.0000	0.0000	0.0410	59.00	0.010	66.67	0.90	50.00	569.44	23.35	0.40	0.40	17.00	0.91	0.041	0.900	0.000	0.07	3.56	1.60	39.14	39.14
DCN35	0.0410	0.0000	0.0000	0.0410	59.00	0.010	66.67	0.90	50.00	552.48	22.65	0.40	0.40	17.00	0.83	0.041	0.900	0.000	0.07	3.66	1.60	39.14	39.14
PCN40	0.0174	0.0000	0.0000	0.0174	25.00	0.002	66.67	0.90	50.00	569.44	9.89	0.40	0.40	16.00	0.39	0.017	0.900	0.000	0.06	1.51	0.64	36.83	36.83
DCN36	0.0174	0.0000	0.0000	0.0174	25.00	0.002	66.67	0.90	50.00	569.44	9.89	0.40	0.40	16.00	0.39	0.017	0.900	0.000	0.06	1.51	0.64	36.83	36.83
PCN41	0.0487	0.0000	0.0000	0.0487	70.00	0.010	66.67	0.90	50.00	536.45	26.10	0.40	0.40	18.00	0.91	0.049	0.900	0.000	0.07	4.45	2.02	41.44	41.44
DCN37	0.0487	0.0000	0.0000	0.0487	70.00	0.010	66.67	0.90	50.00	536.45	26.10	0.40	0.40	18.00	0.91	0.049	0.900	0.000	0.07	4.45	2.02	41.44	41.44
PCN42	0.0174	0.0000	0.0000	0.0174	25.00	0.002	66.67	0.90	50.00	569.44	9.89	0.40	0.40	16.00	0.39	0.017	0.900	0.000	0.06	1.51	0.64	36.83	36.83
DCN38	0.0174	0.0000	0.0000	0.0174	25.00	0.002	66.67	0.90	50.00	569.44	9.89	0.40	0.40	16.00	0.39	0.017	0.900	0.000	0.06	1.51	0.64	36.83	36.83
PCN01	0.1769	0.0000	0.0000	0.1769	151.50	0.009	66.67	0.90	50.00	453.94	80.31	0.50	0.50	26.00	1.24	0.177	0.900	0.000	0.13	18.69	9.85	55.66	55.66
DCN01	0.1702	0.0000	0.0000	0.1702	171.50	0.0092	66.67	0.90	50.00	431.25	73.40	0.50	0.50	24.00	1.22	0.170	0.900	0.000	0.12	18.80	10.29	60.46	60.46
PCN02	0.0422	0.0085	0.0000	0.0507	51.00	0.0010	66.67	0.87	50.00	419.82	21.28	0.50	0.50	22.00	0.39	0.051	0.866	0.000	0.11	5.34	2.81	55.33	55.33
DCN02	0.0242	0.0000	0.0000	0.0242	28.50	0.0010	66.67	0.90	50.00	523.09	12.66	0.30	0.50	41.00	0.35	0.024	0.900	0.000	0.12	2.24	1.05	43.46	43.46
PCN03	0.0568	0.0000	0.0000	0.0568	28.50	0.0010	66.67	0.90	50.00	563.46	32.00	0.50	0.50	30.00	0.43	0.057	0.900	0.000	0.15	4.98	2.14	37.63	37.63
DCN03	0.1285	0.0000	0.0000	0.1285	197.00	0.0092	66.67	0.90	50.00	381.51	49.02	0.50	0.50	18.00	1.03	0.129	0.900	0.000	0.09	15.78	8.87	68.99	68.99
PCN04	0.1637	0.0000	0.0000	0.1637	195.00	0.0092	66.67	0.90	50.00	397.64	65.09	0.50	0.50	23.00	1.18	0.164	0.900	0.000	0.12	18.91	11.21	68.49	68.49
PCN06	0.0566	0.0000	0.0000	0.0566	72.00	0.0017	66.67	0.90	50.00	417.48	23.63	0.50	0.50	20.00	0.47	0.057	0.900	0.000	0.10	6.43	3.60	63.60	63.60
PCN07	0.0977	0.0000	0.0000	0.0977	122.00	0.0017	66.67	0.90	50.00	353.61	34.55	0.50	0.50	26.00	0.53	0.098	0.900	0.000	0.13	12.82	7.93	81.17	81.17
DCN04	0.0672	0.0000	0.0000	0.0672	122.00	0.0017	66.67	0.90	50.00	325.88	21.90	0.50	0.50	20.00	0.46	0.067	0.900	0.000	0.10	9.16	6.10	90.77	90.77
PCN08	0.0385	0.0000	0.0000	0.0385	46.00	0.002	66.67	0.90	50.00	496.39	19.11	0.50	0.50	16.00	0.48	0.039	0.900	0.000	0.08	3.77	1.84	47.79	47.79
DCN05	0.0293	0.0000	0.0000	0.0293	46.00	0.002	66.67	0.90	50.00	457.50	13.40	0.50	0.50	14.00	0.38	0.029	0.900	0.000	0.07	3.08	1.61	54.95	54.95
PCN09	0.1806	0.0000	0.0000	0.1806	224.00	0.002	66.67	0.90	50.00	284.10	51.31	0.50	0.50	35.00	0.59	0.181	0.900	0.000	0.18	28.63	19.60	108.53	108.53
PCN10	0.0709	0.0000	0.0000	0.0709	94.00	0.001	66.67	0.90	50.00	348.40	24.70	0.50	0.50	25.00	0.40	0.071	0.900	0.000	0.13	9.42	5.88	82.86	82.86

Canaletta	calcolo superfici			S	L	i	k <sub>s</sub>	φ	v <sub>0s</sub>	u	Q	Altezza	Base	y/D	v	S'	φ <sub>medio</sub>	V <sub>0c</sub> ' monte	y0	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> collettore	V <sub>0c</sub> collettore	V <sub>0c</sub> tot
	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>																				
	ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	ha		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	
<b>PCN11</b>	0.1437	0.0000	0.0000	0.1437	200.00	<b>0.002</b>	66.67	0.90	50.00	292.93	42.09	<b>0.50</b>	0.50	30.00	0.56	0.144	0.900	0.000	0.15	22.19	15.00	104.38	104.38
<b>DCN06</b>	0.0715	0.0000	0.0000	0.0715	108.00	<b>0.002</b>	66.67	0.90	50.00	359.51	25.70	<b>0.50</b>	0.50	21.00	0.49	0.072	0.900	0.000	0.11	9.25	5.67	79.30	79.30
<b>DCN40</b>	0.0572	0.0000	0.0000	0.0572	30.50	<b>0.010</b>	66.67	0.90	50.00	714.71	40.88	0.50	<b>0.50</b>	16.00	1.02	0.057	0.900	0.000	0.08	4.08	1.22	21.33	21.33
<b>DCN39</b>	0.0132	0.0000	0.0000	0.0132	17.00	<b>0.001</b>	66.67	0.90	50.00	440.64	16.92	0.50	<b>0.50</b>	19.00	0.36	0.038	0.931	1.020	0.10	4.44	0.81	21.03	71.80
<b>DCN41</b>	0.1107	0.0118	0.0000	0.1225	73.00	<b>0.098</b>	66.67	0.91	48.07	780.26	95.56	0.50	<b>0.50</b>	13.00	2.94	0.122	0.910	0.000	0.07	8.26	2.37	19.37	19.37

## VERIFICA FOSSI

Verifica effettuata secondo il capitolo 6.

FOSSO	calcolo superfici			S	L	i	k <sub>s</sub>	φ	v <sub>0s</sub>	u	Q	Altezza	Base	y/D	v	S'	φ <sub>medio</sub>	V <sub>0c</sub> ' monte	y0	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> collettore	V <sub>0c</sub> collettore	V <sub>0c</sub> tot
	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>																				
	ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	ha		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	
<b>PFT18</b>	0.0000	0.1412	1.2645	1.4057	238.00	<b>0.0040</b>	30	0.34	50	74.1	104.19	0.50	<b>0.50</b>	51.00	0.54	1.4057	0.34	0	0.26	116.106	45.821	32.597	32.597
<b>PFT19</b>	0.0000	0.1527	0.8540	1.0067	244.00	<b>0.0029</b>	30	0.36	50	74.6	75.07	0.80	<b>0.80</b>	23.00	0.41	1.0067	0.36	0	0.18	94.513	44.178	43.884	43.884
<b>DFT17</b>	0.0000	0.0171	0.3745	0.3916	107.00	<b>0.0044</b>	30	0.32	50	76.9	30.11	0.50	<b>0.50</b>	24.00	0.40	0.3916	0.32	0	0.12	27.541	7.961	20.329	20.329
<b>DFT18</b>	0.0000	0.0574	0.2193	0.2767	101.00	<b>0.0150</b>	30	0.38	50	117.0	32.38	0.50	<b>0.50</b>	18.00	0.61	0.2767	0.38	0	0.09	19.198	5.363	19.382	19.382
<b>DFT15</b>	0.0000	0.0740	0.1100	0.1840	103.00	<b>0.0150</b>	30	0.46	50	157.1	28.90	0.50	<b>0.50</b>	16.00	0.58	0.1840	0.46	0	0.08	14.322	4.779	25.974	25.974
<b>PFT20</b>	0.0000	0.0300	0.1200	0.1500	120.00	<b>0.0150</b>	30	0.38	50	102.2	15.33	0.50	<b>0.50</b>	12.00	0.50	0.1500	0.38	0	0.06	11.163	4.032	26.880	26.880
<b>PFT22</b>	0.0000	0.0343	0.0000	0.0343	48.00	<b>0.0020</b>	30	0.70	50	251.2	8.62	0.50	<b>0.50</b>	15.00	0.20	0.0343	0.70	0	0.08	3.785	2.070	60.350	60.350
<b>PFT23</b>	0.0000	0.9110	0.0000	0.9110	338.00	<b>0.0070</b>	30	0.70	50	199.0	181.28	0.50	<b>0.50</b>	58.00	0.79	0.9110	0.70	0	0.29	122.986	77.436	85.001	85.001
<b>PFT18</b>	0.0000	0.1412	1.2645	1.4057	238.00	<b>0.0040</b>	30	0.34	50	74.1	104.19	0.50	<b>0.50</b>	51.00	0.54	1.4057	0.34	0	0.26	116.106	45.821	32.597	32.597
<b>PFT19</b>	0.0000	0.1527	0.8540	1.0067	244.00	<b>0.0029</b>	30	0.36	50	74.6	75.07	0.80	<b>0.80</b>	23.00	0.41	1.0067	0.36	0	0.18	94.513	44.178	43.884	43.884
<b>DFT17</b>	0.0000	0.0171	0.3745	0.3916	107.00	<b>0.0044</b>	30	0.32	50	76.9	30.11	0.50	<b>0.50</b>	24.00	0.40	0.3916	0.32	0	0.12	27.541	7.961	20.329	20.329
<b>DFT18</b>	0.0000	0.0574	0.2193	0.2767	101.00	<b>0.0150</b>	30	0.38	50	117.0	32.38	0.50	<b>0.50</b>	18.00	0.61	0.2767	0.38	0	0.09	19.198	5.363	19.382	19.382
<b>DFT15</b>	0.0000	0.0740	0.1100	0.1840	103.00	<b>0.0150</b>	30	0.46	50	157.1	28.90	0.50	<b>0.50</b>	16.00	0.58	0.1840	0.46	0	0.08	14.322	4.779	25.974	25.974

### MANUFATTI DI REGOLAZIONE ALLO SCARICO

Si riportano i tabulati di dimensionamento dei manufatti di regolazione allo scarico, composti da luce a battente e soglia sfiorante, dimensionati secondo il capitolo 10.2.2.

PFT03-MP1	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2	0.37	0.02	7.72

PFT04-MP1	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2	0.21	0.04	26.53

PFT09-MP2	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2.2	0.37	0.05	41.27

PFT10-MP3	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2.2	0.36	0.05	41.23

PFT11-MP4	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2.2	0.33	0.01	6.29

PFT12-MP5	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2.2	0.3	0.03	15.06

PFT13-MP6	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2	0.39	0.02	9.78

PFT15-MP7	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		3	0.74	0.02	16.75

PFT16-MP8	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		3	0.68	0.01	8.39

PFT17-MP9	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		3	0.72	0.01	9.24

PFT19-MP11	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		3	0.7	0.09	135.86

PFT24-MP12	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2.4	0.34	0.05	47.93

PFT24-MP13	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2.4	0.34	0.05	47.93

DFT06-MD1	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2.2	0.38	0.05	43.03

DFT08-MD2	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2	0.29	0.03	21.7

DFT09-MD3	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2	0.39	0.02	12.47

DFT11-MD4	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2	0.43	0.02	9.83

DFT19-MD6	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2.4	0.63	0.08	87.64

DFT19-MD7	Sfioro	L	h soglia	h sfioro	Q
		m	m	m	l/s
		2.4	0.63	0.08	87.64

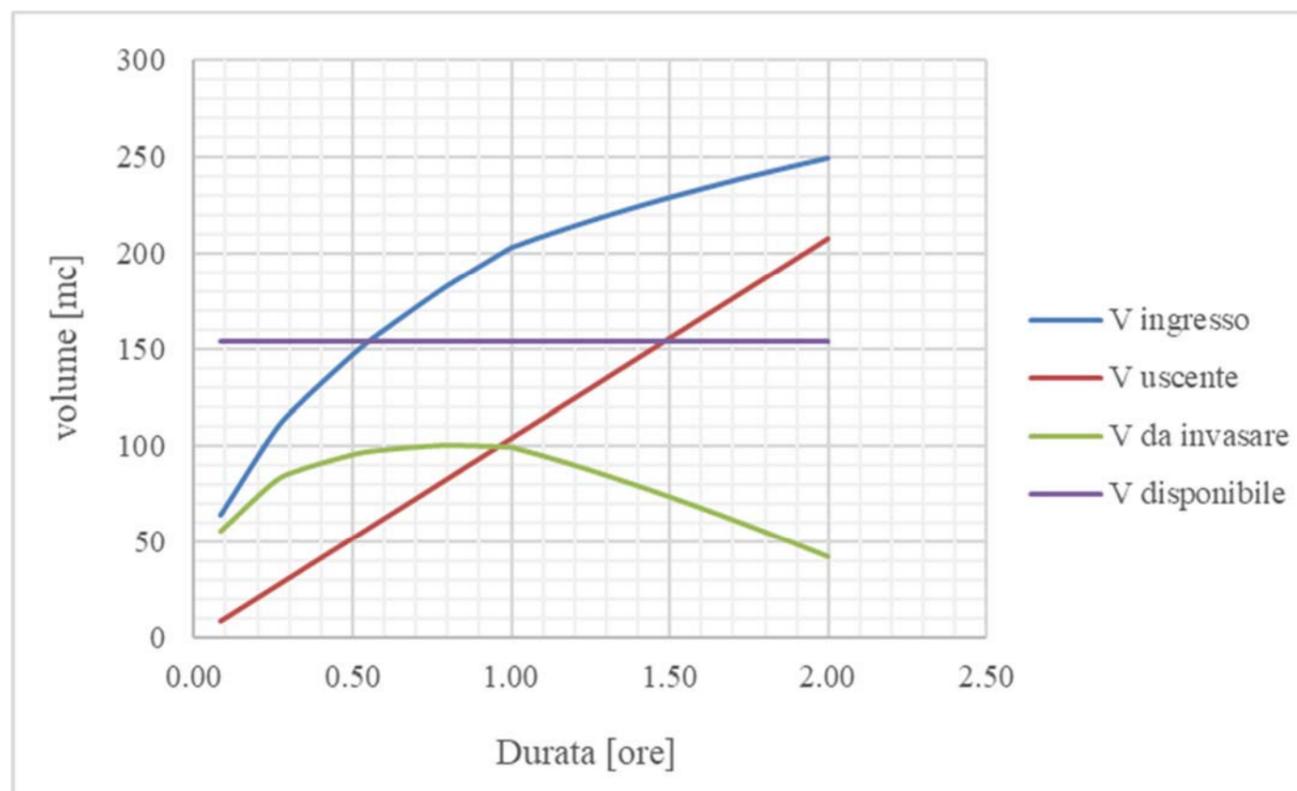
## AREE DI LAMINAZIONE E DISPERSIONE

Aree dimensionate secondo il capitolo 10.1.1.

DA01

Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluv.		Coeff. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Portata uscente	Portata uscente	V <sub>min</sub> 100.10	
t <sub>p</sub>	t		a	n						V <sub>u</sub>	V
(min)	(ore)	(ha)	(mm)			(mm)	(m <sup>3</sup> )	(l/s)	(m <sup>3</sup> /ora)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
5	0.08	0.3418	67.024	0.464	0.886	21	64.07	28.8	103.68	8.64	55.43
10	0.17	0.3418	67.024	0.464	0.886	29	88.38	28.8	103.68	17.28	71.10
15	0.25	0.3418	67.024	0.464	0.886	35	106.7	28.8	103.68	25.92	80.75
20	0.33	0.3418	67.024	0.464	0.886	40	121.9	28.8	103.68	34.56	87.35
25	0.42	0.3418	67.024	0.464	0.886	45	135.2	28.8	103.68	43.20	92.01
30	0.50	0.3418	67.024	0.464	0.886	49	147.1	28.8	103.68	51.84	95.30
35	0.58	0.3418	67.024	0.464	0.886	52	158.1	28.8	103.68	60.48	97.57
40	0.67	0.3418	67.024	0.464	0.886	56	168.2	28.8	103.68	69.12	99.03
45	0.75	0.3418	67.024	0.464	0.886	59	177.6	28.8	103.68	77.76	99.84
50	0.83	0.3418	67.024	0.464	0.886	62	186.5	28.8	103.68	86.40	100.10

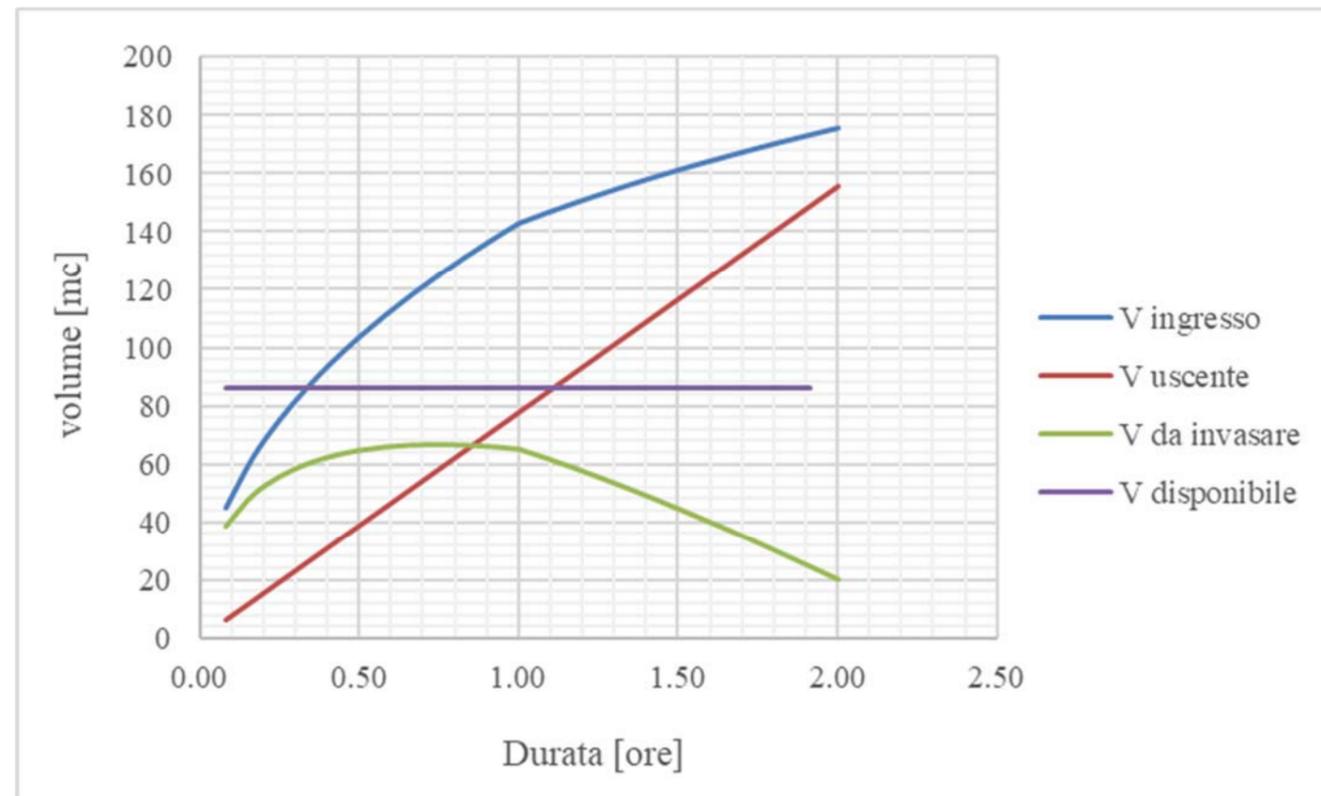
Qdispersa=	k*A*i=	28.8	l/s
	k=	0.00012	m/s
	A fondo=	240	mq
	h utile=	0.8	m
	y/h max=	0.8	
	V=	153.6	mc
	T svuot=	0.965454	ore



DA02

Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluv.			Coeff. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Portata uscente	V <sub>min</sub> 66.83	
t <sub>p</sub>	t		a	n	f					V <sub>u</sub>	V
(min)	(ore)	(ha)	(mm)			(mm)	(m <sup>3</sup> )	(l/s)	(m <sup>3</sup> /ora)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
5	0.08	0.2411	67.024	0.464	0.885	21	45.15	21.6	77.76	6.48	38.67
10	0.17	0.2411	67.024	0.464	0.885	29	62.28	21.6	77.76	12.96	49.32
15	0.25	0.2411	67.024	0.464	0.885	35	75.17	21.6	77.76	19.44	55.73
20	0.33	0.2411	67.024	0.464	0.885	40	85.9	21.6	77.76	25.92	59.98
25	0.42	0.2411	67.024	0.464	0.885	45	95.27	21.6	77.76	32.40	62.87
30	0.50	0.2411	67.024	0.464	0.885	49	103.7	21.6	77.76	38.88	64.81
35	0.58	0.2411	67.024	0.464	0.885	52	111.4	21.6	77.76	45.36	66.01
40	0.67	0.2411	67.024	0.464	0.885	56	118.5	21.6	77.76	51.84	66.65
45	0.75	0.2411	67.024	0.464	0.885	59	125.1	21.6	77.76	58.32	66.83
50	0.83	0.2411	67.024	0.464	0.885	62	131.4	21.6	77.76	64.80	66.62
55	0.92	0.2411	67.024	0.464	0.885	64	137.4	21.6	77.76	71.28	66.08
60	1.00	0.2411	67.024	0.464	0.885	67	143	21.6	77.76	77.76	65.26
60	1.00	0.2411	67.024	0.297	0.885	67	143	21.6	77.76	77.76	65.26
65	1.08	0.2411	67.024	0.297	0.885	69	146.5	21.6	77.76	84.24	62.22
70	1.17	0.2411	67.024	0.297	0.885	70	149.7	21.6	77.76	90.72	59.00
75	1.25	0.2411	67.024	0.297	0.885	72	152.8	21.6	77.76	97.20	55.62
80	1.33	0.2411	67.024	0.297	0.885	73	155.8	21.6	77.76	103.68	52.10
85	1.42	0.2411	67.024	0.297	0.885	74	158.6	21.6	77.76	110.16	48.45
90	1.50	0.2411	67.024	0.297	0.885	76	161.3	21.6	77.76	116.64	44.69

Qdispersa=	k*A*i=	21.6	l/s
	k=	0.00012	m/s
	A fondo=	180	mq
	h utile=	0.6	m
	y/h max=	0.8	
	V=	86.4	mc
	T svuot=	0.859413	ore



DA03

Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluv.		Coeff. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Portata uscente	Volume uscente	Volume da invasare	
$t_p$	$t$		$a$	$n$							
(min)	(ore)	(ha)	(mm)		(mm)	( $m^3$ )	(l/s)	( $m^3$ /ora)	( $m^3$ )	( $m^3$ )	
5	0.08	0.1431	67.024	0.464	0.885	21	26.78	13.2	47.52	3.96	22.82
10	0.17	0.1431	67.024	0.464	0.885	29	36.93	13.2	47.52	7.92	29.01
15	0.25	0.1431	67.024	0.464	0.885	35	44.58	13.2	47.52	11.88	32.70
20	0.33	0.1431	67.024	0.464	0.885	40	50.94	13.2	47.52	15.84	35.10
25	0.42	0.1431	67.024	0.464	0.885	45	56.5	13.2	47.52	19.80	36.70
30	0.50	0.1431	67.024	0.464	0.885	49	61.49	13.2	47.52	23.76	37.73
35	0.58	0.1431	67.024	0.464	0.885	52	66.05	13.2	47.52	27.72	38.33
40	0.67	0.1431	67.024	0.464	0.885	56	70.27	13.2	47.52	31.68	38.59
45	0.75	0.1431	67.024	0.464	0.885	59	74.22	13.2	47.52	35.64	38.58
50	0.83	0.1431	67.024	0.464	0.885	62	77.94	13.2	47.52	39.60	38.34
55	0.92	0.1431	67.024	0.464	0.885	64	81.46	13.2	47.52	43.56	37.90
60	1.00	0.1431	67.024	0.464	0.885	67	84.82	13.2	47.52	47.52	37.30
60	1.00	0.1431	67.024	0.297	0.885	67	84.82	13.2	47.52	47.52	37.30
65	1.08	0.1431	67.024	0.297	0.885	69	86.86	13.2	47.52	51.48	35.38
70	1.17	0.1431	67.024	0.297	0.885	70	88.79	13.2	47.52	55.44	33.35
75	1.25	0.1431	67.024	0.297	0.885	72	90.63	13.2	47.52	59.40	31.23
80	1.33	0.1431	67.024	0.297	0.885	73	92.38	13.2	47.52	63.36	29.02
85	1.42	0.1431	67.024	0.297	0.885	74	94.06	13.2	47.52	67.32	26.74
90	1.50	0.1431	67.024	0.297	0.885	76	95.67	13.2	47.52	71.28	24.39

Qdispersa=	k*A*i=	13.2	l/s
	k=	0.00012	m/s
	A fondo=	110	mq
	h utile=	0.6	m
	y/h max=	0.8	
	V=	52.8	mc
	T svuot=	0.812076	ore

