

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA**

**U.O. INFRASTRUTTURE NORD**

**PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO**

**COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE – PRG E ACC DEL P.M.  
CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI**

**IDRAULICA**

Relazione di compatibilità di smaltimento idraulico – Sede ferroviaria

SCALA:

-

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

I Z 0 9    0 0    D    2 6    R I    I D 0 0 0 0    0 0 2    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	F.Serrau	Settembre 2019	M.Ventura	Settembre 2019	S. Lo Presti	Settembre 2019	F. Sacchi Settembre 2019

ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD  
Doct. Ing. Francesco Sacchi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Udine  
n. 23172 Sp. A.


File: IZ0900D26RIID0000002A

n. Elab.:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM</b></p>												
<p><b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE 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>IZ09</td> <td>00 D 26</td> <td>RI</td> <td>ID0000 002</td> <td>A</td> <td>2 di 54</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IZ09	00 D 26	RI	ID0000 002	A	2 di 54
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IZ09	00 D 26	RI	ID0000 002	A	2 di 54								

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
3	INQUADRAMENTO GENERALE DELL' AREA .....	6
4	ANALISI PLUVIOMETRICA.....	9
5	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA .....	15
6	OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO.....	22
7	SISTEMA DI ACCUMULO E DISPERSIONE PER LA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE DI PIATTAFORMA.....	26
8	VERIFICA ELEMENTI IDRAULICI.....	30

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere idrauliche di drenaggio previste nella progettazione definitiva del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.

Il presente studio descrive il sistema di drenaggio delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma ferroviaria, analizzando in dettaglio le opere di presidio idraulico per l'allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale di progetto. Il progetto analizza le interferenze con le opere esistenti e le opere di futura realizzazione studiandone la perfetta compatibilità.


Si riportano, inoltre, le analisi degli aspetti legati alla verifica di "Compatibilità Idraulica" rispetto ai disposti normativi di pianificazione e assetto del territorio della Autorità di Bacino Alpi Orientali.

Gli elaborati idraulici prodotti nell'ambito del presente studio sono riportati in Tabella 1.1:

	<b>IDRAULICA</b>
-	Relazione idrologica
1:5000	Corografia dei bacini idrografici
-	Relazione di compatibilità di smaltimento idraulico - Sede ferroviaria
1:1000	Planimetria di smaltimento idraulico sede ferroviaria - Tav. 1/3
1:1000	Planimetria di smaltimento idraulico sede ferroviaria - Tav. 2/3
1:1000	Planimetria di smaltimento idraulico sede ferroviaria - Tav. 3/3
1:50	Sezioni tipologiche idraulica 1/2
1:50	Sezioni tipologiche idraulica 2/2
varie	Particolari e dettagli opere di smaltimento idraulico

**Tabella 1.1: Elaborati prodotti nell'ambito del presente studio.**


Lo studio idrologico è finalizzato alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno, che verranno assunte nelle successive verifiche idrauliche. La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI e dalle Norme tecniche delle costruzioni.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b></p>					
<p><b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b></p>	<p>COMMESSA IZ09</p>	<p>LOTTO 00 D 26</p>	<p>CODIFICA RI</p>	<p>DOCUMENTO ID0000 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 4 di 54</p>


## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme:

- 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;
- PRTA – Piano Regionale di Tutela delle Acque
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Alpi Orientali (P.G.R.A. 04/03/2016);
- Dlgs 27 gennaio 1992, n. 132. Protezione delle acque sotterranee;
- Decreto del Presidente della Regione 27 marzo 2018, n.083/Pres. - Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'articolo 14, comma 1, letterak) della legge regionale 29 aprile 2015, n. 11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque).-PAIR – Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini Regionali
- PAI – Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b></p>												
<p><b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE 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>IZ09</td> <td>00 D 26</td> <td>RI</td> <td>ID0000 002</td> <td>A</td> <td>5 di 54</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IZ09	00 D 26	RI	ID0000 002	A	5 di 54
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IZ09	00 D 26	RI	ID0000 002	A	5 di 54								

- Piano Regolatore Generale Comunale (Variante n.49) – Approvato con Deliberazione consiliare del 6 ottobre 2016, n.30.

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 6 di 54

### 3 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

#### 3.1 Inquadramento normativo idraulico

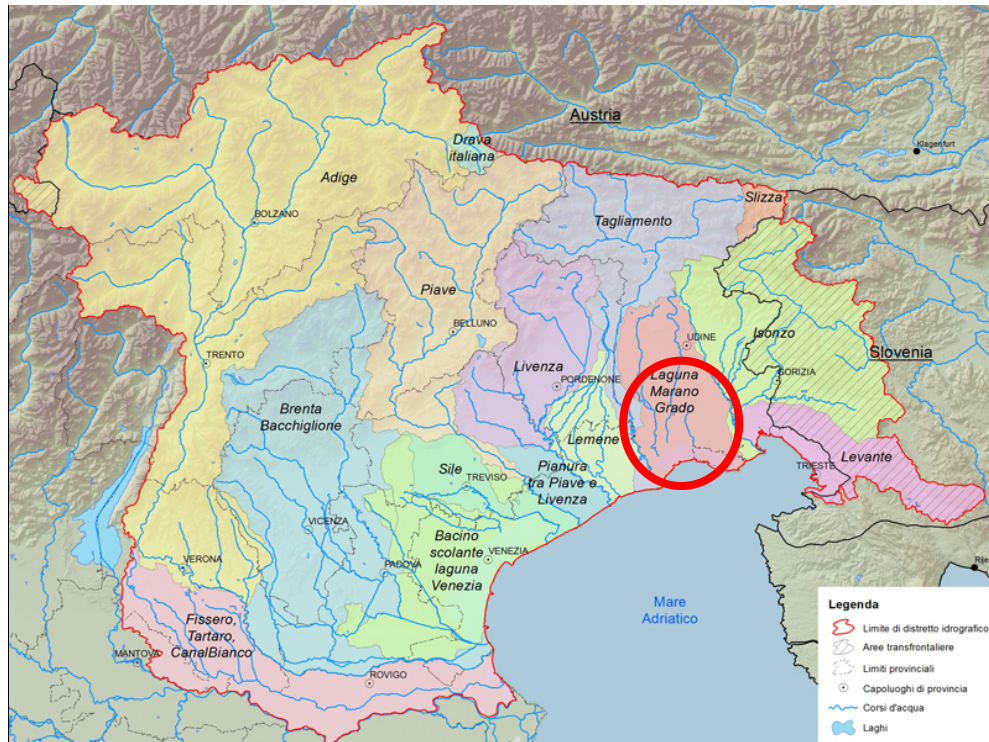
Le opere in progetto ricadono all'interno del bacino idrografico della "Laguna Marano Grado" ricadente all'interno del bacino idrografico Alpi Orientali, pertanto le competenze in materia di pianificazione idraulica sono demandate all'Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali e al PAI in vigore.

Con le disposizioni del Testo Unico in materia ambientale (Decreto legislativo n. 152/2006) l'intero territorio italiano è stato ripartito complessivamente in 8 distretti idrografici (Figura 3-1) in ognuno dei quali è istituita l'Autorità di bacino distrettuale, definita giuridicamente come ente pubblico non economico.



Figura 3-1 - Suddivisione territoriale in distretti

Gli interventi in progetto ricadono nell'area di giurisdizione del Distretto idrografico Alpi Orientali  
Figura 3-2.



**Figura 3-2 – Distretto idrografico Padano**


L'analisi idraulica dovrà considerare gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore, in particolare i piani di settore di riferimento che per la zona in esame sono:

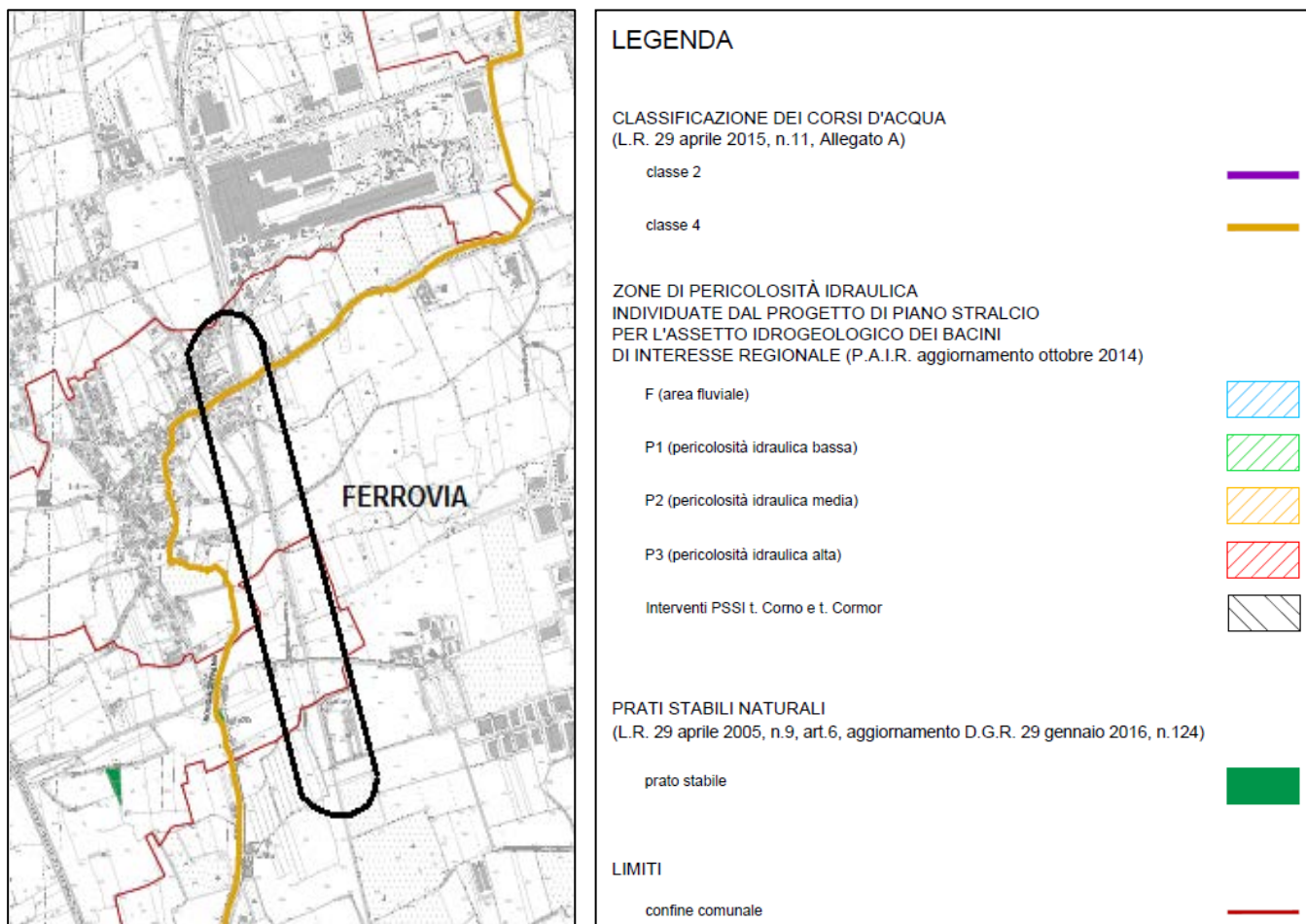
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);
- Piano di Gestione Rischio Alluvione (PGRA).

### 3.2 Rischio idraulico

Per la valutazione della pericolosità idraulica cui è soggetta l'area d'intervento sono stati consultati gli studi idraulici disponibili sul rischio idraulico del territorio ed in particolare il Piano Regolatore Generale Comunale (Variante n.49).

In Figura 3-3 è rappresentata la mappa del Piano Regolatore, nella quale è presente anche la mappatura delle zone di pericolosità idraulica individuate dal progetto di piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini di interesse regionale (P.A.I.R. aggiornamento Ottobre 2014).


	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Carnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A



**Figura 3-3 – Localizzazione sede ferroviaria all'interno del Piano Regolatore generale Comunale.**

Come illustrato in Figura 3-3, la zona in cui verrà inserita la sede ferroviaria di progetto è situata in un'area in cui non si evidenziano particolari criticità idrauliche, pertanto non sarà necessario adottare speciali misure di salvaguardia idraulica dell'opera.



	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

#### 4 ANALISI PLUVIOMETRICA

L'analisi idrologica è finalizzata alla definizione dei parametri delle linee segnalatrici di probabilità 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.


Il software Rainmap FVG permette la determinazione delle Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica che hanno il compito di esprimere il legame esistente tra l'altezza della pioggia  $h$  e la sua durata  $d$ , per un assegnato tempo di ritorno  $T$ . I dati analizzati sono stati ricavati da serie storiche di 130 stazioni pluviometriche e coprono un intervallo di tempo dal 1920 al 2013. Usualmente tale legame si trova espresso nella formulazione:  $hd(T) = a * dn$ .

Le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica permettono quindi di ottenere uno studio statistico delle piogge intense in un punto o in un'area della superficie terrestre. Nella formulazione i parametri  $a$  ed  $n$  sono in funzione del tempo di ritorno  $T$ . Il parametro  $a$  rappresenta l'altezza della precipitazione di durata unitaria e tempo di ritorno  $T$ ; tale valore risulta essere crescente rispetto a  $T$ . Il parametro  $n$  invece assume oscillazioni molto più limitate.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti inserendo le coordinate geografiche del progetto in esame:

Parametri LSPP							
<b>n</b>	0,31						
<b>a</b>	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
	33,1	44,5	52,7	61,0	72,6	81,9	91,8

Precipitazioni (mm)							
Durata (Hr)	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	33,1	44,5	52,7	61,0	72,6	81,9	91,8
2	41,0	55,0	65,1	75,4	89,7	101,2	113,5
3	46,3	62,2	73,6	85,3	101,5	114,6	128,4
4	50,6	67,9	80,4	93,1	110,9	125,1	140,2
5	54,2	72,7	86,1	99,7	118,7	133,9	150,1
6	57,3	76,9	91,0	105,4	125,5	141,6	158,7
7	60,0	80,6	95,4	110,5	131,5	148,4	166,3

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

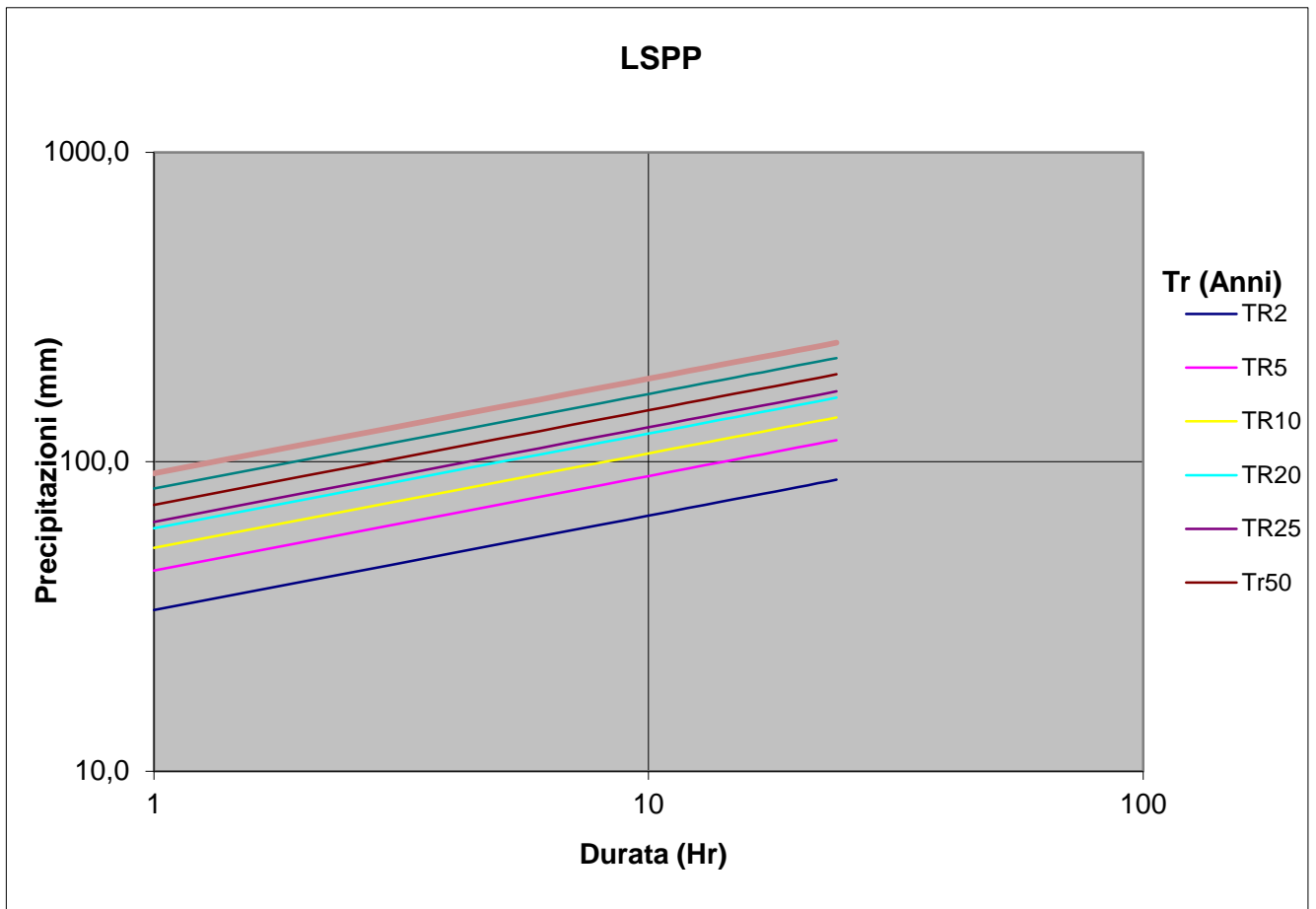
8	62,5	84,0	99,4	115,1	137,0	154,6	173,3
9	64,8	87,0	103,0	119,3	142,0	160,3	179,6
10	66,9	89,9	106,4	123,2	146,7	165,5	185,5
11	68,9	92,5	109,5	126,9	151,0	170,4	191,0
12	70,8	95,0	112,5	130,3	155,1	175,0	196,1
13	72,5	97,4	115,2	133,5	158,9	179,3	201,0
14	74,2	99,6	117,9	136,6	162,5	183,4	205,6
15	75,8	101,7	120,4	139,5	166,0	187,3	209,9
16	77,3	103,8	122,8	142,2	169,3	191,1	214,1
17	78,7	105,7	125,1	144,9	172,5	194,6	218,1
18	80,1	107,6	127,3	147,5	175,5	198,1	222,0
19	81,4	109,4	129,4	149,9	178,4	201,4	225,7
20	82,7	111,1	131,5	152,3	181,3	204,6	229,2
21	84,0	112,8	133,4	154,6	184,0	207,6	232,7
22	85,2	114,4	135,3	156,8	186,6	210,6	236,0
23	86,3	115,9	137,2	158,9	189,2	213,5	239,2
24	87,5	117,4	139,0	161,0	191,6	216,3	242,3

Il Manuale di Progettazione ferroviaria di RFI definisce i tempi di ritorno da utilizzare per il dimensionamento delle opere idrauliche in funzione dell'importanza strategica del manufatto. Per le opere idrauliche relative alla piattaforma ferroviaria il tempo di ritorno con cui dimensionare è di 100 anni mentre per alcuni manufatti il tempo di ritorno di riferimento è 25 anni. Bisogna quindi ricavare anche i parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno pari a 25 anni, questo può essere effettuato attraverso l'interpolazione dei parametri precedentemente definiti.

I parametri di riferimento per i tempi di ritorno di 25 anni, ottenuti dalle interpolazioni, sono:

Tr= 25 anni	
a [mm/h]	n [-]
64.0	0.31

Di seguito si riporta la curva di possibilità pluviometrica per i diversi tempi di ritorno, calcolata per piogge di durata maggiori di 1h con l'aggiunta della curva interpolata per TR25 anni.



**Figura 4-1- Curve di possibilità pluviometrica di durata superiore ad un'ora**

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.

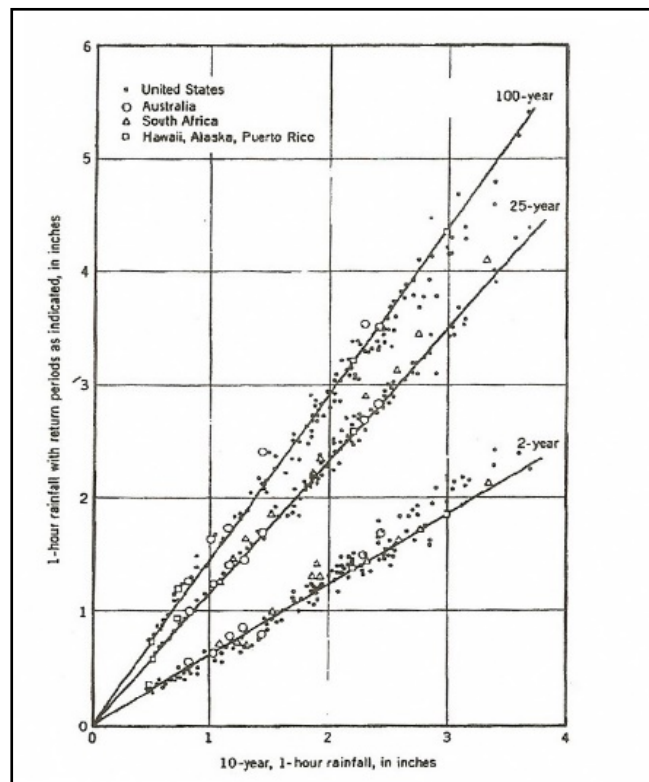
Bell ("Generalized Rainfall Duration Frequency Relationship" – Journal of the Hydraulics Division – Proceedings of American Society of Civil Engineers – volume 95, issue 1 – gennaio 1969) ha osservato che i rapporti  $r_T$  tra le altezze di durata  $t$  molto breve ed inferiori alle due ore e l'altezza 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 4.1 - Rapporto tra altezza di pioggia di durata inferiore ad un ora – U.S. Water Bureau**

Questi rapporti variano di molto poco negli Stati Uniti ed i loro valori sono indipendenti dal periodo di ritorno.



**Figura 4-2- Relazione altezza-frequenza per 2, 25, 100 anni**

Bell, come sopra accennato, sulla scorta di osservazioni provenienti da oltre 150 stazioni con oltre 40 anni di osservazione, ha dimostrato che tale correlazione si può estendere fino a valori di durata sino alle due ore, come risulta dalla Figura 4.3, ha riscontrato la costanza dei rapporti tra tempi di pioggia

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

breve e tempo di pioggia della durata pari ad un'ora, anche in Australia, Africa, Hawaii, Alaska e Porto Rico.

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  $n$ '.

Le curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 25, 50, 100, 200 e 500 anni e durata inferiore ad un ora, riferite al progetto in essere, sono riportate di seguito, con tempo  $t$  espresso in minuti.

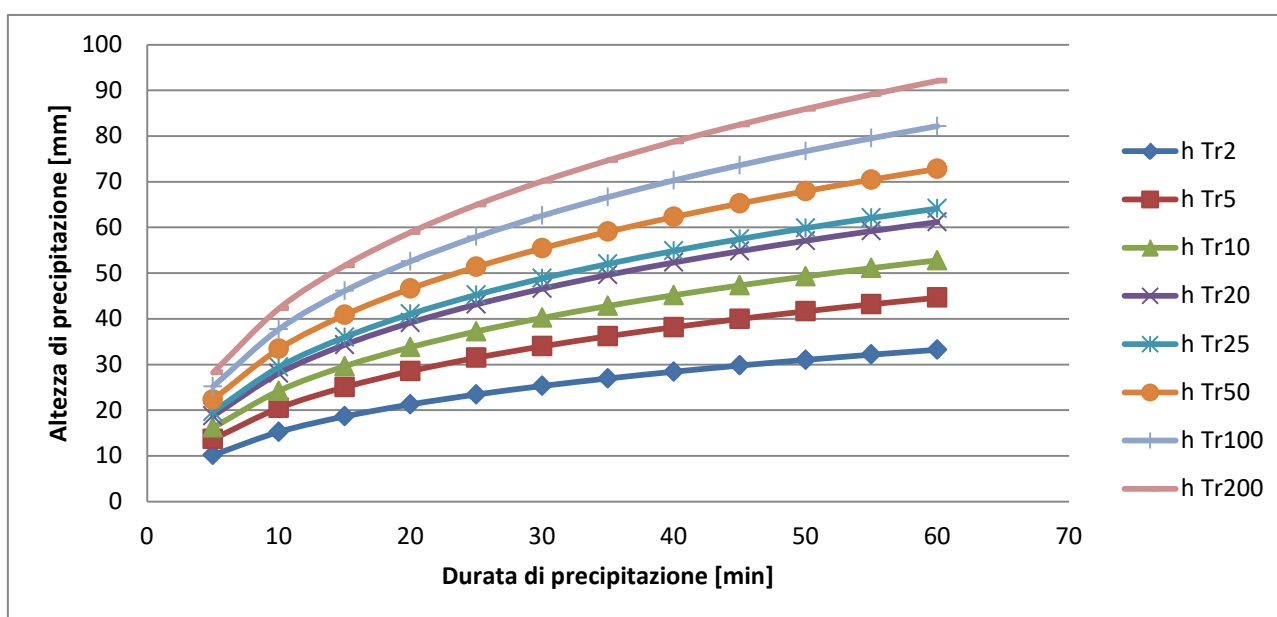



Figura 4-3- Curve di possibilità pluviometrica di durata inferiore ad un'ora

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

Date le dimensioni dell'area da servire e le lunghezze dei singoli tratti a vantaggio di sicurezza, le curve di pioggia utilizzate fanno riferimento a piogge con durate minori di un'ora perché maggiormente rispondenti al reale funzionamento del sistema.

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, trincea drenante:

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

Ai fini del dimensionamento delle opere idrauliche di drenaggio connesse alla piattaforma ferroviaria (tempo di ritorno pari a 100 anni) la legge di pioggia è:

- $h = 81.9 \cdot \tau^{0.31}$ , per le durate di pioggia  $t$  maggiori di un'ora;
- $h = (0.54 \cdot t^{0.25} - 0.50) \cdot 81.9$ , per le durate di pioggia  $t$  minori di un'ora. Passando ai logaritmi e regolarizzando con l'equazione di una retta, dove il termine noto indica il parametro  $a$  e il coefficiente angolare rappresenta il parametro  $n'$ , tale relazione si può semplicemente esprimere come:  $h = 81.9 \cdot \tau^{0.464}$ .

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 15 di 54

## 5 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

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.

### 5.1 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.

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 16 di 54

### METODO DELL'INVASO

La portata fluviale della rete è calcolata con il 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. In zone completamente pianeggianti, come quelle di progetto, il metodo empirico dell'invaso risulta il più adatto.

L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con "p", mentre "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,  $\varphi$  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.

$$p = \varphi * I * A$$

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.



	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 17 di 54

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 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  $\omega$ :

$$w/\omega = W/\Omega = \text{cost}$$

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:

$$q/\omega = Q/\Omega = \text{cost}$$

( $Q$  portata a monte della sezione,  $\Omega$  area della sezione a monte)

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:

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

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

L'equazione di continuità diviene quindi:

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

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 18 di 54

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 T 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  $T = t_r$ , 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  $T = t_r$  si ottiene l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

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

In cui:


u, coefficiente udometrico, rappresenta la portata per unità di superficie del bacino (l/s/ha);

$\varphi$ , coefficiente di deflusso;

W, il volume w rappresenta il volume specifico di invaso totale pari al rapporto tra il volume di invaso totale  $W_{\text{tot}}$  e la superficie drenata, è valutato secondo la seguente espressione:

$$W = \frac{0.005(A_p + A_s) + 0.003A_e + \sigma L}{A_p + A_r + A_e}$$

- $A_p$  denota l'area della piattaforma ferroviaria di progetto ( $m^2$ );
- $A_s$  denota l'area della scarpata dell'eventuale trincea e della piattaforma ferroviaria esistente ( $m^2$ );
- $A_e$  denota l'area esterna ( $m^2$ );

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO</b> PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</p>					
<p><b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b></p>	<p>COMMESSA IZ09</p>	<p>LOTTO 00 D 26</p>	<p>CODIFICA RI</p>	<p>DOCUMENTO ID0000 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 19 di 54</p>

- $L$  (m) e  $\sigma$ (m<sup>2</sup>), rispettivamente, rappresentano la lunghezza e la sezione idrica nel fosso per il grado di riempimento effettivo.

In particolare  $W$  è dato dalla somma del volume proprio di invaso  $W1$ , del volume di invaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi  $W2$ , del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata  $W3$ .

$a$ ,  $n$ , coefficienti della curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora vista l'estensione dei bacini e per tempo di ritorno pari a 100 anni (con  $a$  espresso il mm/h);

$k$ , coefficiente che assume il valore "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 dunque:

$$u = 2168 \cdot n \cdot \frac{(\psi \cdot a)^{1/n}}{W^{1/n-1}}$$


Per quanto attiene il coefficiente di deflusso esso è stato assunto:

- $\varphi = 0.90$  per la piattaforma ferroviaria di progetto e gli stradelli annessi;
- $\varphi = 0.60$  per la piattaforma ferroviaria esistente, scarpate e aree esterne.
- $\varphi = 0.70$  per la piattaforma ferroviaria di progetto, nel caso di assenza del pacchetto di sub-ballast.

Ricavato il coefficiente udometrico, la portata si ottiene come:

$$Q = u(A_p + A_r + A_e)$$

Dove la superficie totale drenata  $A = A_p + A_r + A_e$  è espressa in ettari e la portata  $Q$  in l/s.

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 20 di 54

## 5.2 Dimensionamento idraulico

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:

$$V = K\sqrt{Ri}$$

e l'equazione di continuità:

$$Q = \sigma V$$

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


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

ottenendo:

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


dove:

- $Q$ , portata ( $m^3/s$ )
- $i$ , pendenza media del fosso ( $m/m$ );
- $A$ , sezione idrica ( $m^2$ );
- $K_s$ , il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, pari a  $80 \text{ mm}^{1/3} \cdot s^{-1}$  per le tubazioni in materiale plastico, pari a  $67 \text{ mm}^{1/3} \cdot s^{-1}$  per le canalette in cls;
- $R$ , raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato ( $m$ ).

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	<b>COMMESSA</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00 D 26	<b>CODIFICA</b> RI	<b>DOCUMENTO</b> ID0000 002	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 21 di 54

In base alle relazioni di cui sopra, è possibile verificare le differenti opere idrauliche, tenendo conto dei seguenti vincoli di progetto:

- la velocità minima di moto uniforme non deve essere inferiore a 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. Per gli elementi idraulici aperti si impone un franco idraulico sulla sponda pari a 0.05m (5cm).

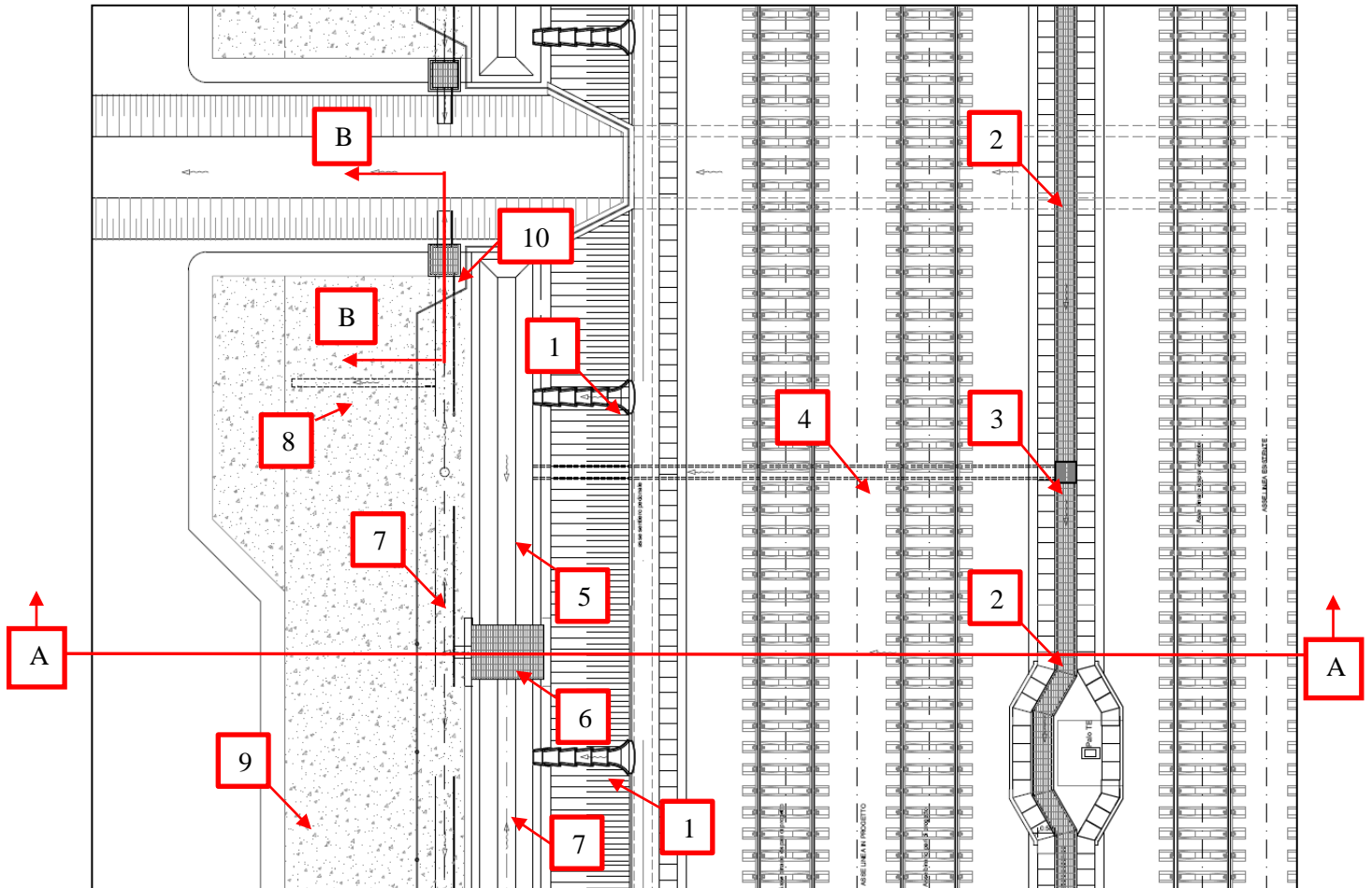
	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 22 di 54

## 6 OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO

Il sistema di drenaggio previsto è costituito da un sistema di raccolta, collettamento e smaltimento delle acque meteoriche afferenti la piattaforma ferroviaria.

Si riporta di seguito uno stralcio planimetrico ove è evidenziato il sistema di drenaggio di piattaforma, nel caso di sezione in rilevato, in particolare si ha:

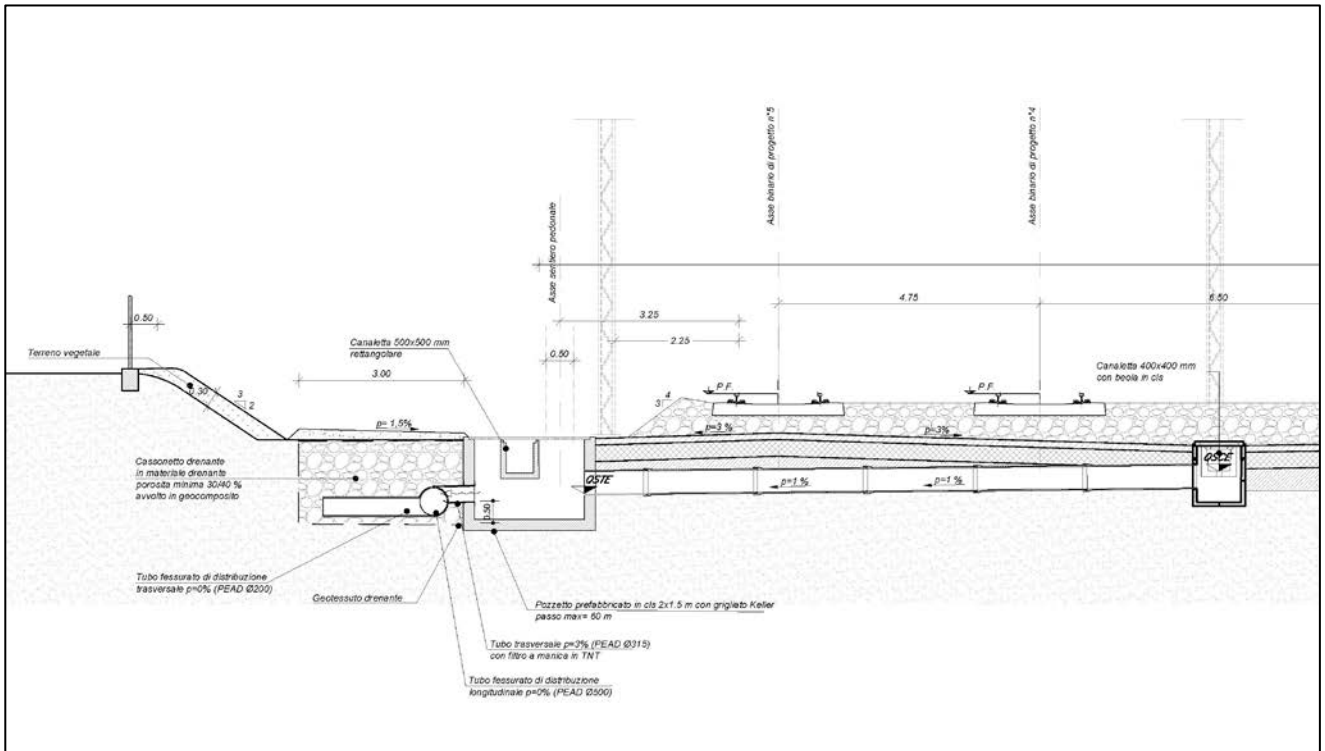
1. embrice passo  $p=15$  m (recapito in 5);
2. canaletta rettangolare in cls  $0.40 \times 0.40$  m (recapito in 3);
3. pozzetto prefabbricato in cls grigliato  $0.80 \times 0.80$  h=0.8 m passo max  $p=60$  m;
4. tubo in cls DN400 pendenza  $p=1\%$  (da 3 recapito in 5);
5. canaletta trapezoidale  $0.50 \times 0.50$  m in cls (recapito in 6), sostituita con canaletta rettangolare  $0.5 \times 0.5$  m in cls nei tratti in trincea;
6. pozzetto prefabbricato in cls  $2.00 \times 1.50$  m h=variabile con grigliato Keller passo max  $p=60$  m con tubo DN315 in PEAD (recapito in 7);
7. tubo fessurato in PEAD DN500 per distribuzione longitudinale acque nel cassonetto drenante (recapito in 8 e 9);
8. tubo fessurato in PEAD DN200 per distribuzione trasversale acque nel cassonetto drenante passo  $p=20$  m (recapito in 9);
9. cassonetto drenante in materiale drenante con porosità minima 30/40% avvolto in geotessuto  $H = 1.50/2$  m (recapito a dispersione tramite filtrazione in falda)
10. pozzetto prefabbricato in cls  $0.80 \times 0.80$  h=variabile collegato al tubo fessurato in PEAD DN500 (7) con scarico per troppopieno (ove possibile) con tubo in PEAD DN315 con valvola a clapet.



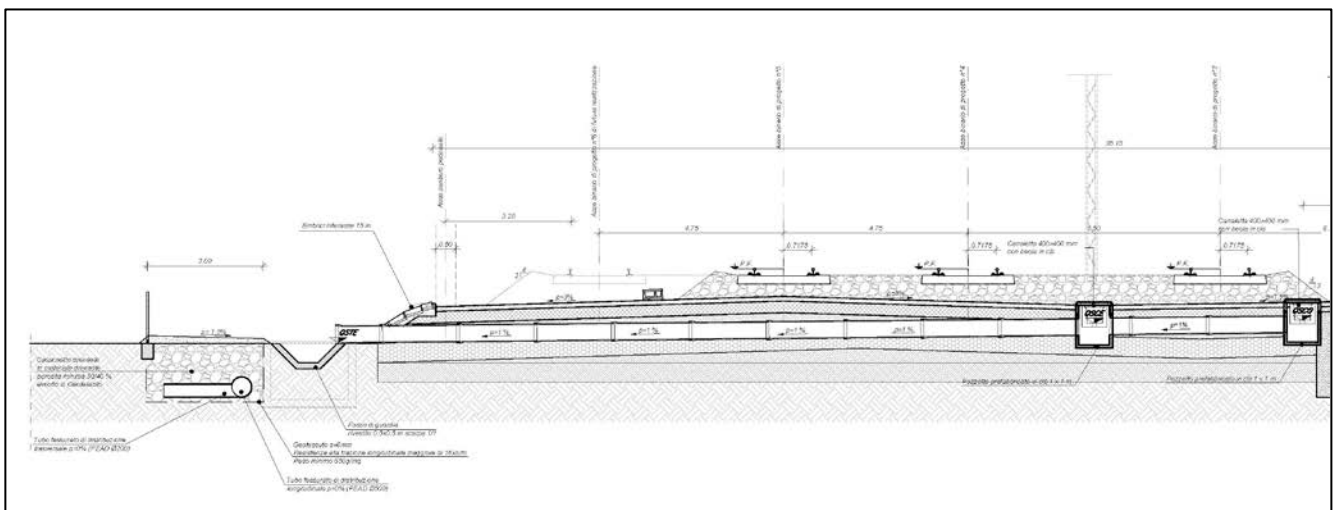
**Figura 6-1- Stralcio planimetrico drenaggio tipologico di piattaforma**








**Figura 6-4- Sezione tipologica nei tratti in trincea**



**Figura 6-5- Sezione tipologica con unico attraversamento lato est.**

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 26 di 54

## **7 SISTEMA DI ACCUMULO E DISPERSIONE PER LA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE DI PIATTAFORMA**

### **7.1 Caratteristiche idrogeologiche**


Tali aspetti sono fondamentali per definire la fattibilità di un sistema ad infiltrazione negli strati superficiali del suolo e per poterne effettuare il dimensionamento.

I parametri più importanti a tale scopo sono indubbiamente la permeabilità del terreno “k” (negli strati interessati dal fenomeno di infiltrazione) e la quota della falda. Entrambe le caratteristiche richiamate possono essere misurate mediante indagini specifiche in situ.

Per il presente progetto sono state previste una serie di indagini geologiche lungo il tracciato, con lo scopo specifico di realizzare un sistema a dispersione. Per quanto riguarda il coefficiente di permeabilità ad esempio, la metodologia di prova, prova di Lafranc, è stata concordata per ottenere il dato richiesto, riproducendo il fenomeno dell’infiltrazione, nel modo più simile possibile a quello che si verificherebbe in condizioni di esercizio.

Sono stati analizzati tre punti di indagine: BH1, Si ed S3. Per il calcolo della permeabilità da applicare al sistema di infiltrazione è stata utilizzata la media delle permeabilità misurate e moltiplicata, a favore di sicurezza, per 0.5. La permeabilità utilizzata per dimensionare i sistemi di infiltrazione risulta essere pari a  $K=1,25 \cdot 10^{-5}$ .

La falda risulta molto profonda, a circa – 28 m s.l.m., e non interferente con il sistema di dispersione adottato nel progetto.

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 27 di 54

## 7.2 Cassonetti drenanti interrati con tubo di distribuzione fessurato

Il sistema proposto consiste nella realizzazione di trincee drenanti a sezione rettangolare riempite di materiale drenante ad alta porosità efficace (minimo 30%), avvolto in geotessuto e con all'interno un tubo di distribuzione orizzontale fessurato in PEAD. Il riempimento del sistema avviene puntualmente attraverso pozzettoni di sedimentazione disposti circa ogni 60 metri, che raccolgono l'acqua di piattaforma e l'acqua meteorica che interessa il rilevato.


Il sistema è carrabile e può quindi ospitare una viabilità di servizio sopra di esso. In caso di presenza di canali viene posizionato un pozzetto in cls, in cui è presente uno scarico di troppo pieno, ad una quota convenientemente bassa rispetto al p.c. compatibilmente con il livello massimo raggiungibile nel canale (si considera una quota di sfioro a circa 20 cm dal p.c.).

Tubi di piccolo diametro verranno disposti ortogonalmente al tubo di distribuzione sia verticalmente verso il piano campagna (per pulizia e manutenzione), sia orizzontalmente per facilitare la distribuzione dell'acqua anche in senso trasversale.

## 7.3 Criteri di dimensionamento

Lo schema di recapito delle acque di piattaforma proposto infatti, non è puntuale e riferito all'intera estensione dell'intervento di raddoppio, ma è continuo lungo esso, ed il singolo recapito (nella soluzione della trincea drenante costituito dal pozzetto di immissione) avviene a valle dello scolo di una superficie di 60 m (interasse pozzetti) x (larghezza variabile della nuova piattaforma ferroviaria). La larghezza afferente al fosso varia lungo la piattaforma ferroviaria, in funzione del numero dei binari di progetto lungo i vari tratti.

Per il dimensionamento del cassonetto drenante è stato considerato il metodo delle sole piogge. Sulla base di tale metodo è stato dimensionata la dimensione minima del sistema a dispersione tenendo in conto delle caratteristiche idrologiche, geologiche e geometriche delle opere. Un'ulteriore verifica che viene effettuata riguarda i tempi di svuotamento del cassonetto, ovvero viene valutata la reazione del sistema di recapito nel caso di un eventuale secondo evento di pioggia a 48 h dal primo evento.

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

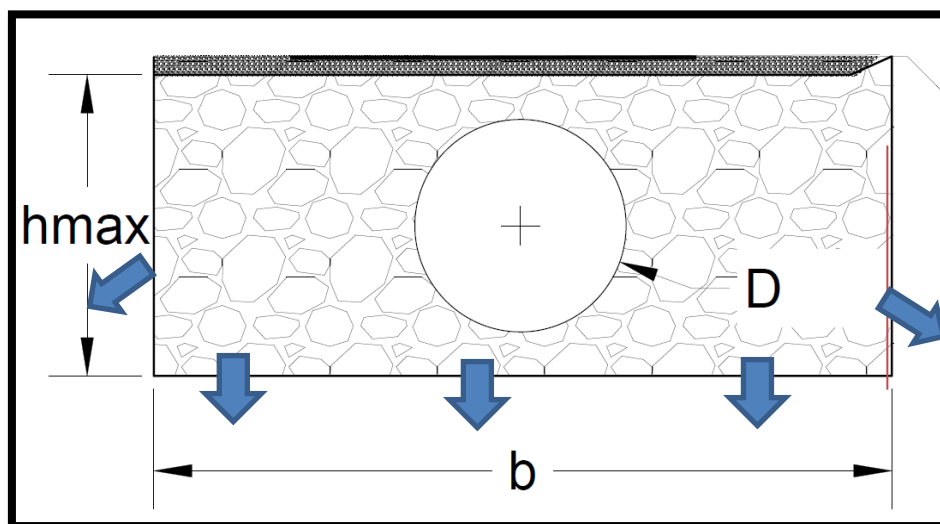



Figura 7-1 – Schema di infiltrazione adottato per il calcolo del tempo di svuotamento del cassetto drenante.

#### 7.4 Caratteristiche del materiale drenante

La trincea drenante sarà costituita da materiale avente i seguenti requisiti:

- Ghiaia e ghiaietto lavato proveniente da rocce resistenti, non soggette ad alterazione. Non è ammesso l'impiego di materiali di natura pozzolanica, piroclastica, solubile.
- Forma dei grani non appiattita, allungata o lenticolare;
- perdita in massa, determinata con la prova Los Angeles (UNI EN 1097-2), eseguita, ove possibile, sulle singole pezzature, non superiore al 50%;
- indice di portanza CBR (UNI EN 13286-47), all'umidità ottima di costipamento, dopo quattro giorni di imbibizione di acqua eseguito sul materiale passante al setaccio 31.5, non minore di 50.


	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 29 di 54

Nella stesa e realizzazione del cassonetto drenante dovranno essere utilizzate e messe in atto tutte le buone pratiche operative atte a raggiungere le performance richieste e la durabilità nel tempo. In particolare:

- la miscelazione del materiale e la posa in opera dovranno essere eseguite in maniera da garantire l'omogeneità della granulometria che deve sempre rientrare nel fuso scelto e dovrà evitarsi la segregazione del materiale;
- Il materiale dovrà essere messo in opera con un contenuto d'acqua (UNI EN 13286-2) prossimo all'ottimale; qualora il contenuto d'acqua si discosti di. 2% dal valore ottimale, l'eventuale aggiunta di acqua avverrà mediante dispositivi spruzzatori e l'eventuale essiccamento avverrà per evaporazione;
- Le operazioni di posa in opera e compattazione non dovranno essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stesso. Nel caso di ammaloramenti dovuti a tali cause, la parte deteriorata dovrà essere rimossa e ricostruita;
- Per il costipamento e la rifinitura saranno impiegati rulli vibranti semoventi. L'idoneità delle attrezzature e delle tecniche di costipamento saranno verificate con una prova sperimentale in situ impiegando i materiali risultanti dagli studi preliminari in un campo prova sul quale si eseguiranno le determinazioni del modulo di deformazione mediante prova di carico su piastra e della densità;
- Sulla sommità del cassonetto drenante, per l'intera larghezza, subito dopo la compattazione, si dovrà intervenire con fitociti, antigerminali o anche taletossici.

## 7.5 Fuso Granulometrico

La scelta del fuso granulometrico finale dovrà scaturire in funzione dei risultati delle prove di laboratorio e del campo prova, verificando che vengano soddisfatte le performance attese di cui al paragrafo precedente.

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 30 di 54

## 8 VERIFICA ELEMENTI IDRAULICI

Si riportano di seguito le verifiche degli elementi idraulici a servizio del sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria.

### 8.1 Verifica embrice

Le acque afferenti la piattaforma ferroviaria ruscellano fino alla cunetta triangolare formato dal cordolo che le convoglia fino all'embrice più a valle.

Al fine di valutare il corretto passo degli embrici sono stati calcolati gli apporti massimi di pioggia in funzione della larghezza della piattaforma pavimentata variando il passo degli embrici e verificando la capacità di smaltimento della cunetta.

Considerando l'embrice come uno stramazzo si considera valida la seguente espressione:


$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

- Q = portata sfiorata (m<sup>3</sup>/s)
- $\mu$  coefficiente di deflusso, pari a 0.385
- L = larghezza stramazzo L=0.3(m)
- h = carico idraulico (m)
- g = accelerazione di gravità pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>.

Per una semipiattaforma larga B=6 m ed un passo p=15 m con un tempo di pioggia pari a tp=5 minuti per un Tr=100 anni si genera una portata di 7 l/s, inferiore alla massima capacità di scarico dell'embrice (10.51 l/s avendo considerato una larghezza allagabile pari a 1.5 m).

Pertanto viene imposto un interasse pari a 15 m tra gli embrici lungo la sede.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

## 8.2 Verifica trincee drenanti

Si riporta di seguito la verifica del cassonetto drenante posto sotto lo stradello, calcolando parametricamente la dimensione dello stesso in funzione dei cambiamenti (plano-altimetrici) della sede ferroviaria.

In particolare sono state considerate le seguenti “sezioni caratteristiche”:

- Sezione in trincea con cassonetto da ambo i lati;
- Sezione in rilevato con cassonetto da ambo i lati (6 binari);
- Sezione in rilevato con cassonetto da ambo i lati (3 binari);
- Sezione in trincea con cassonetto solo lato ovest;
- Sezione in trincea con cassonetto da ambo i lati (con scarico canalette interne 0.4 x 0.4 m solo lato est).

Per il calcolo si è fatto riferimento ad una permeabilità pari a  $k = 1.25 \cdot 10^{-5}$  m/s (metà del valore medio misurato dai sondaggi).

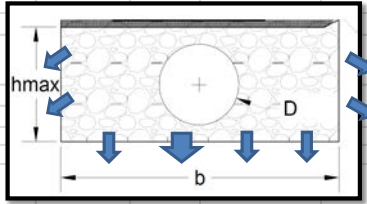
In particolare, i grafici risultanti di seguito indicati, sono validi per la soluzione con dispersione sia dai lati che dal fondo (caso B), sia considerando una dispersione dal solo fondo (ipotesi B\* cautelativa).

*Sezione in trincea con cassonetto da ambo i lati (cassonetto lato ovest)*

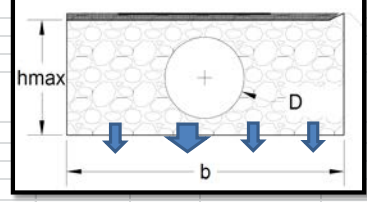
DATI DI PROGETTO						
$T_{rit}$ [anni]	$a$ [mm/h]	$n$ [-]	$n' (t<1)$ [-]			
100	81,90	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
$S_{bacino\_tot}$ [m <sup>2</sup> ]				$\psi_{medio}$ [-]	$S_{afferente}$ [m <sup>2</sup> ]	$S_{afferente}$ [ha]
17,51				0,87	15,23	0,00
permeabilità	$K$ [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					

**B-TRINCEA DRENANTE rettangolare con tubo fessurato orizzontale**

TRINCEA						
b [m]	H <sub>max</sub> [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]			
3,00	1,50	4,50	1,00			
TUBO distr.						
D'interno [m]	N. tubi [-]	A <sub>tubo</sub> [m <sup>2</sup> ]	altezza tubo scarico [m] B**			
0,50	1,00	0,20	0,00			
Canaletta CLS						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>canaletta</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	
0,50	0,50	0,00	0,50	0,25	1,00	
Trincea con tubo				Pozzetto Immissione		
A <sub>trincea netta</sub> [m <sup>2</sup> ]	porosità n [-]	A <sub>netta</sub> *30% [m <sup>2</sup> ]	% vuoti media intera sez.	Volume netto		
4,30	0,3	1,29	0,33			
velo idrico 3 mm	0,05253					



**(B)**



**(B\*)**

La verifica viene eseguita valutando il rapporto tra il volume d'invaso disponibile all'interno del fosso e il  $\Delta V$  (ovvero la differenza tra il volume in ingresso e il volume disperso, funzione del coefficiente di permeabilità del suolo).

Se il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o uguale ad 1, la verifica si ritiene soddisfatta.


VERIFICA					
TIPO		V invasore [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
<b>B</b>	Trincea drenante	1,79	0,0001	OK	2,5786
<b>B*</b>	Tr. Drenante (filtrazione attraverso fondo)	1,79	0,0000	OK	1,2957

<sup>1</sup>consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,

**Figura 8.1 – Verifica cassonetto lato ovest nella sezione in trincea con cassonetto da ambo i lati.**

Un'ulteriore verifica che viene effettuata riguarda i tempi di svuotamento della trincea drenante, ovvero viene verificato che una volta terminato l'evento di pioggia di durata critica, il sistema (nell'ipotesi B) dopo 48 h non abbia più volume invasato e sia pertanto pronto a ricevere un eventuale secondo evento di pioggia.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

Il tempo di svuotamento viene calcolato come il rapporto tra il massimo volume raggiunto nel fosso e la portata di infiltrazione nel terreno.

TRINCEA		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
	trincea B	0,694	0,0000433	4,45	7,48	0
	trincea B*	1,381	0,0000375	10,23	6,48	0

**Figura 8.2 – Verifica svuotamento cassonetto lato ovest nella sezione in trincea con cassonetto da ambo i lati.**

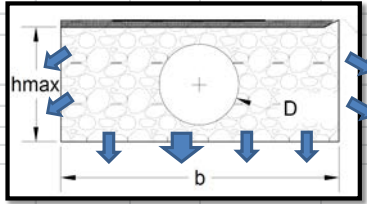
Il cassonetto viene verificato con una sezione pari a 3x1.5 m.

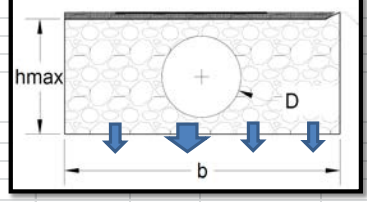
*Sezione in trincea con cassonetto da ambo i lati (cassonetto lato est)*

DATI DI PROGETTO						
T <sub>rit</sub> [anni]	a [mm/h]	n	n' (t<1) [-]			
100	81,90	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
S <sub>bacino_tot</sub> [m <sup>2</sup> ]				ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferente</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferente</sub> [ha]
29				0,89	25,81	0,00
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					

**B-TRINCEA DRENANTE rettangolare con tubo fessurato orizzontale**

TRINCEA						
b [m]	H <sub>max</sub> [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]			
4,00	2,00	8,00	1,00			
TUBO distr.						
D'interno [m]	N. tubi [-]	A <sub>tubo</sub> [m <sup>2</sup> ]	altezza tubo scarico [m] B**			
0,50	1,00	0,20	0,00			
Canaletta CLS						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>canaletta</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	
0,50	0,50	0,00	0,50	0,25	1,00	
Trincea con tubo				Pozzetto Immissione		
A <sub>trincea netta</sub> [m <sup>2</sup> ]	porosità n [-]	A <sub>netta</sub> *30% [m <sup>2</sup> ]	% vuoti media intera sez.	Volume netto		
7,80	0,3	2,34	0,32			
velo idrico 3 mm	0,087					


(B)


(B\*)

La verifica viene eseguita valutando il rapporto tra il volume d'invaso disponibile all'interno del fosso e il  $\Delta V$  (ovvero la differenza tra il volume in ingresso e il volume disperso, funzione del coefficiente di permeabilità del suolo).

Se il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o uguale ad 1, la verifica si ritiene soddisfatta.

VERIFICA						
TIPO	V invasore [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>	<sup>1</sup> consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,	
<b>B</b>	Trincea drenante	2,87	0,0001	OK		2,3510
<b>B*</b>	Tr. Drenante (filtrazione attraverso fondo)	2,87	0,0001	OK		1,1028

**Figura 8.3 – Verifica cassonetto lato est nella sezione in trincea con cassonetto da ambo i lati.**

Un'ulteriore verifica che viene effettuata riguarda i tempi di svuotamento della trincea drenante, ovvero viene verificato che una volta terminato l'evento di pioggia di durata critica, il sistema (nell'ipotesi B) dopo 48 h non abbia più volume invasato e sia pertanto pronto a ricevere un eventuale secondo evento di pioggia.

Il tempo di svuotamento viene calcolato come il rapporto tra il massimo volume raggiunto nel fosso e la portata di infiltrazione nel terreno.

TRINCEA		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
	trincea B	1,222634	0,0000576	5,892	9,960	0,00
	trincea B*	2,61	0,0000500	14,48	8,64	0,00

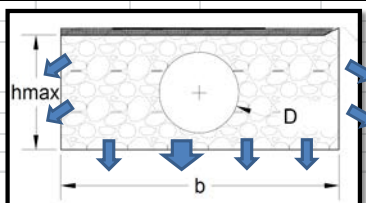
**Figura 8.4 – Verifica svuotamento cassonetto lato est nella sezione in trincea con cassonetto da ambo i lati.**

Il cassonetto viene verificato con una sezione pari a 4x2 m.

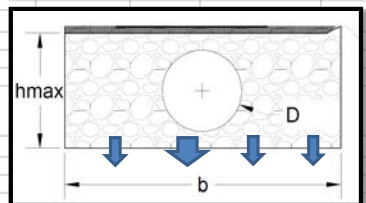
*Sezione in rilevato con cassonetto da ambo i lati-6 binari (cassonetto lato ovest)*

DATI DI PROGETTO						
T <sub>rit</sub> [anni]	a [mm/h]	n [-]	n' (t<1) [-]			
100	81,90	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
S <sub>bacino_tot</sub> [m <sup>2</sup> ]				ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferte</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferte</sub> [ha]
19,52				0,85	16,59	0,00166
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					


B-TRINCEA DRENANTE rettangolare con tubo fessurato orizzontale						
TRINCEA						
b [m]	H <sub>max</sub> [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]			
3,00	1,50	4,50	1,00			
TUBO distr.						
D <sub>interno</sub> [m]	N. tubi	A <sub>tubo</sub> [m <sup>2</sup> ]	altezza tubo scarico [m] B**			
0,50	1,00	0,20	0,00			
Canaletta CLS						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>canaletta</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	
0,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	
Trincea con tubo				Pozzetto Immissione		
A <sub>trincea netta</sub> [m <sup>2</sup> ]	porosità n [-]	A <sub>netta</sub> *30% [m <sup>2</sup> ]	% vuoti media intera sez.	Volume netto		
4,30	0,3	1,29	0,33			
velo idrico 3 mm	0,05856					



**(B)**



**(B\*)**

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

La verifica viene eseguita valutando il rapporto tra il volume d'invaso disponibile all'interno del fosso e il  $\Delta V$  (ovvero la differenza tra il volume in ingresso e il volume disperso, funzione del coefficiente di permeabilità del suolo).

Se il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o uguale ad 1, la verifica si ritiene soddisfatta.

VERIFICA						
TIPO		V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>	<sup>1</sup> consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,
<b>B</b>	Trincea drenante	2,05	0,0001	OK	2,6759	
<b>B*</b>	Tr. Drenante (filtrazione attraverso fondo)	2,05	0,0000	OK	1,3086	

**Figura 8.5 – Verifica cassonetto lato ovest nella sezione in rilevato (6 binari) con cassonetto da ambo i lati.**

Un'ulteriore verifica che viene effettuata riguarda i tempi di svuotamento della trincea drenante, ovvero viene verificato che una volta terminato l'evento di pioggia di durata critica, il sistema (nell'ipotesi B) dopo 48 h non abbia più volume invasato e sia pertanto pronto a ricevere un eventuale secondo evento di pioggia.

Il tempo di svuotamento viene calcolato come il rapporto tra il massimo volume raggiunto nel fosso e la portata di infiltrazione nel terreno.

TRINCEA		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
	trincea B	0,76458	0,0000439	4,84	7,58	0,00
	trincea B**	1,56339	0,0000375	11,58	6,48	0,00

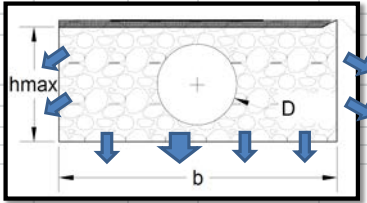
**Figura 8.6 – Verifica svuotamento cassonetto lato ovest nella sezione in rilevato (6 binari) con cassonetto da ambo i lati.**

Il cassonetto viene verificato con una sezione pari a 3x1.5 m.

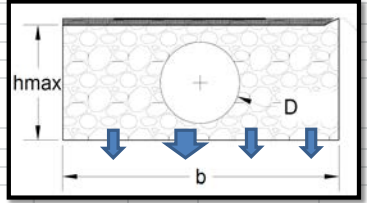
Sezione in rilevato con cassonetto da ambo i lati-6 binari (cassonetto lato est)

DATI DI PROGETTO						
$T_{rit}$ [anni]	a [mm/h]	n [-]	$n' (t < 1)$ [-]			
100	81,90	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
$S_{bacino\_tot}$ [m <sup>2</sup> ]				$\psi_{medio}$ [-]	$S_{afferente}$ [m <sup>2</sup> ]	$S_{afferente}$ [ha]
31,96				0,86	27,49	0,00275
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					

B-TRINCEA DRENANTE rettangolare con tubo fessurato orizzontale						
TRINCEA						
b [m]	$H_{max}$ [m]	$A_{fosso}$ [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]			
4,00	2,00	8,00	1,00			
TUBO distr.						
Dinterno [m]	N. tubi [-]	$A_{tubo}$ [m <sup>2</sup> ]	altezza tubo scarico [m] B**			
0,50	1,00	0,20	0,00			
Canaletta CLS						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	$A_{canaletta}$ [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	
0,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	
Trincea con tubo				Pozzetto Immissione		
$A_{trincea\ netta}$ [m <sup>2</sup> ]	porosità n [-]	$A_{netta} * 30\%$ [m <sup>2</sup> ]	% vuoti media intera sez.	Volume netto		
7,80	0,3	2,34	0,32			
velo idrico 3 mm	0,09588					




(B)



(B\*)

La verifica viene eseguita valutando il rapporto tra il volume d'invase disponibile all'interno del fosso e il  $\Delta V$  (ovvero la differenza tra il volume in ingresso e il volume disperso, funzione del coefficiente di permeabilità del suolo).

Se il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o uguale ad 1, la verifica si ritiene soddisfatta.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

VERIFICA						
TIPO		V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>	<sup>1</sup> consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,
B	Trincea drenante	3,13	0,0001	OK	2,3903	
B*	Tr. Drenante (filtrazione attraverso fondo)	3,13	0,0001	OK	1,0974	

**Figura 8.7 – Verifica cassonetto lato est nella sezione in rilevato (6 binari) con cassonetto da ambo i lati.**

Un'ulteriore verifica che viene effettuata riguarda i tempi di svuotamento della trincea drenante, ovvero viene verificato che una volta terminato l'evento di pioggia di durata critica, il sistema (nell'ipotesi B) dopo 48 h non abbia più volume invasato e sia pertanto pronto a ricevere un eventuale secondo evento di pioggia.

Il tempo di svuotamento viene calcolato come il rapporto tra il massimo volume raggiunto nel fosso e la portata di infiltrazione nel terreno.

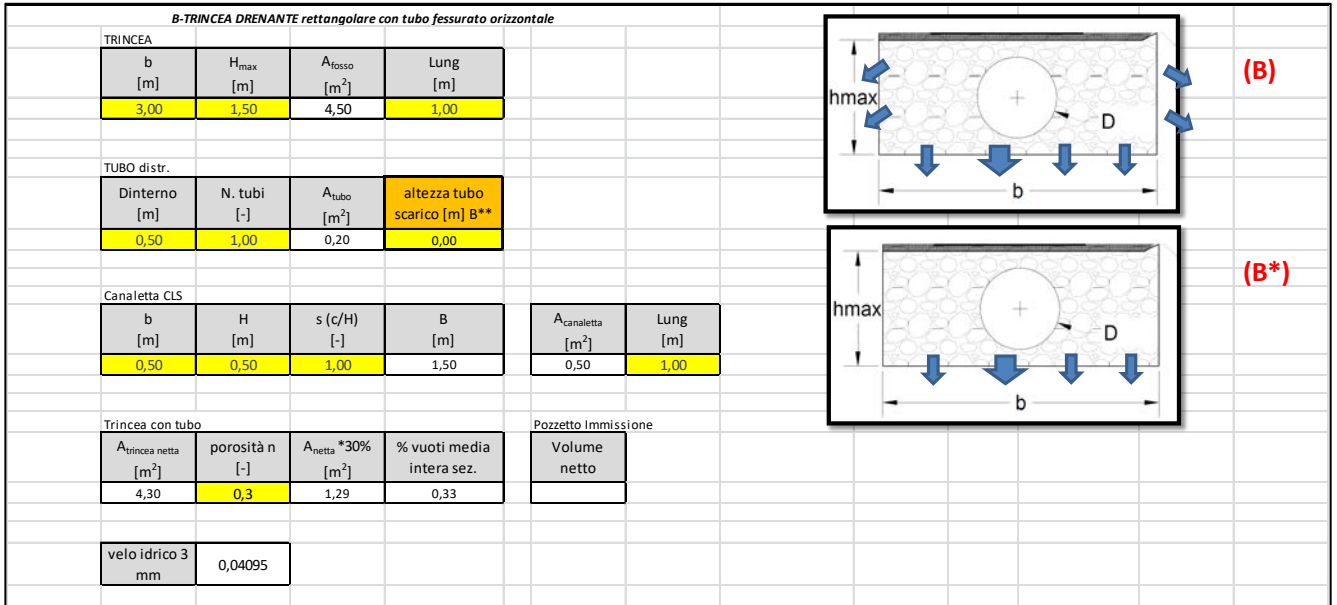
TRINCEA		V max invasato [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>filtr, fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h
	trincea B	1,31	0,0000582	6,26	10,06	0,00
	trincea B*	2,86	0,0000500	15,86	8,64	0,00

**Figura 8.8 – Verifica svuotamento cassonetto lato est nella sezione in rilevato (6 binari) con cassonetto da ambo i lati.**

Il cassonetto viene verificato con una sezione pari a 4x2 m.

*Sezione in rilevato con cassonetto da ambo i lati-3 binari (cassonetto lato ovest)*

DATI DI PROGETTO						
T <sub>rit</sub> [anni]	a [mm/h]	n [-]	n' (t<1) [-]			
100	81,90	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
S <sub>bacino_tot</sub> [m <sup>2</sup> ]				ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferente</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferente</sub> [ha]
13,65				0,83	11,33	0,00113
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					



La verifica viene eseguita valutando il rapporto tra il volume d'invaso disponibile all'interno del fosso e il  $\Delta V$  (ovvero la differenza tra il volume in ingresso e il volume disperso, funzione del coefficiente di permeabilità del suolo).

Se il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o uguale ad 1, la verifica si ritiene soddisfatta.

VERIFICA					
TIPO	V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>	<sup>1</sup> consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,
<b>B</b> Trincea drenante	2,03	0,0001	OK	4,1165	
<b>B*</b> Tr. Drenante (filtrazione attraverso fondo)	2,03	0,0000	OK	2,2553	

**Figura 8.9 – Verifica cassetto lato ovest nella sezione in rilevato (3 binari) con cassetto da ambo i lati.**

Un'ulteriore verifica che viene effettuata riguarda i tempi di svuotamento della trincea drenante, ovvero viene verificato che una volta terminato l'evento di pioggia di durata critica, il sistema (nell'ipotesi B) dopo 48 h non abbia più volume invasato e sia pertanto pronto a ricevere un eventuale secondo evento di pioggia.

Il tempo di svuotamento viene calcolato come il rapporto tra il massimo volume raggiunto nel fosso e la portata di infiltrazione nel terreno.

TRINCEA		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
	trincea B	0,493	0,0000416	3,29	7,19	0,0
	trincea B*	0,899	0,0000375	6,66	6,48	0,0

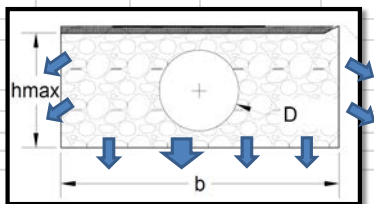
**Figura 8.10 – Verifica svuotamento cassonetto lato ovest nella sezione in rilevato (3 binari) con cassonetto da ambo i lati.**

Il cassonetto viene verificato con una sezione pari a 3x1.5 m.

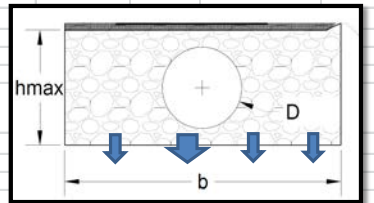
*Sezione in rilevato con cassonetto da ambo i lati-3 binari (cassonetto lato est)*

DATI DI PROGETTO						
T <sub>rit</sub> [anni]	a [mm/h]	n [-]	n' (t<1) [-]			
100	81,90	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
S <sub>bacino_tot</sub> [m <sup>2</sup> ]				ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferente</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferente</sub> [ha]
21,06				0,84	17,69	0,001769
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					

B-TRINCEA DRENANTE rettangolare con tubo fessurato orizzontale						
TRINCEA						
b [m]	H <sub>max</sub> [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]			
3,00	1,50	4,50	1,00			
TUBO distr.						
Dinterno [m]	N. tubi [-]	A <sub>tubo</sub> [m <sup>2</sup> ]	altezza tubo scarico [m] B**			
0,50	1,00	0,20	0,00			
Canaletta CLS						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>canaletta</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	
0,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	
Trincea con tubo						
A <sub>trincea netta</sub> [m <sup>2</sup> ]	porosità n [-]	A <sub>netta</sub> *30% [m <sup>2</sup> ]	% vuoti media intera sez.	Pozzetto Immissione		
4,30	0,3	1,29	0,33	Volume netto		
velo idrico 3 mm						
	0,06318					




**(B)**



**(B\*)**



	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

La verifica viene eseguita valutando il rapporto tra il volume d'invaso disponibile all'interno del fosso e il  $\Delta V$  (ovvero la differenza tra il volume in ingresso e il volume disperso, funzione del coefficiente di permeabilità del suolo).

Se il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o uguale ad 1, la verifica si ritiene soddisfatta.

VERIFICA						
TIPO		V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>	<sup>1</sup> consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,
<b>B</b>	Trincea drenante	2,05	0,0001	OK	2,4958	
<b>B*</b>	Tr. Drenante (filtrazione attraverso fondo)	2,05	0,0000	OK	1,1952	

**Figura 8.11 – Verifica cassonetto lato est nella sezione in rilevato (3 binari) con cassonetto da ambo i lati.**

Un'ulteriore verifica che viene effettuata riguarda i tempi di svuotamento della trincea drenante, ovvero viene verificato che una volta terminato l'evento di pioggia di durata critica, il sistema (nell'ipotesi B) dopo 48 h non abbia più volume invasato e sia pertanto pronto a ricevere un eventuale secondo evento di pioggia.

Il tempo di svuotamento viene calcolato come il rapporto tra il massimo volume raggiunto nel fosso e la portata di infiltrazione nel terreno.

TRINCEA		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
	trincea B	0,822	0,0000443	5,15	7,66	0,00
	trincea B*	1,716	0,0000375	12,71	6,48	0,00

**Figura 8.12 – Verifica svuotamento cassonetto lato est nella sezione in rilevato (3 binari) con cassonetto da ambo i lati.**

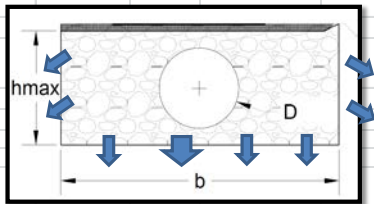
Il cassonetto viene verificato con una sezione pari a 3x1.5 m.

*Sezione in trincea con cassonetto solo su lato ovest*

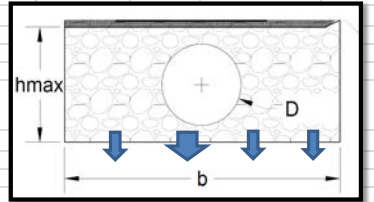
DATI DI PROGETTO						
$T_{rit}$ [anni]	a [mm/h]	n [-]	$n' (t < 1)$ [-]			
100	81,90	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
$S_{bacino\_tot}$ [m <sup>2</sup> ]				$\psi_{medio}$ [-]	$S_{afferente}$ [m <sup>2</sup> ]	$S_{afferente}$ [ha]
11				0,87	9,57	0,00
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					

**B-TRINCEA DRENANTE rettangolare con tubo fessurato orizzontale**


TRINCEA						
b [m]	H <sub>max</sub> [m]	A <sub>fosso</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]			
3,00	1,50	4,50	1,00			
TUBO distr.						
D'interno [m]	N. tubi [-]	A <sub>tubo</sub> [m <sup>2</sup> ]	altezza tubo scarico [m] B**			
0,50	1,00	0,20	0,00			
Canaletta CLS						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A <sub>canaletta</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	
0,50	0,50	0,00	0,50	0,25	1,00	
Trincea con tubo				Pozzetto Immissione		
A <sub>trincea netta</sub> [m <sup>2</sup> ]	porosità n [-]	A <sub>netta</sub> *30% [m <sup>2</sup> ]	% vuoti media intera sez.	Volume netto		
4,30	0,3	1,29	0,33			
velo idrico 3 mm	0,033					



**(B)**



**(B\*)**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

La verifica viene eseguita valutando il rapporto tra il volume d'invaso disponibile all'interno del fosso e il  $\Delta V$  (ovvero la differenza tra il volume in ingresso e il volume disperso, funzione del coefficiente di permeabilità del suolo).

Se il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o uguale ad 1, la verifica si ritiene soddisfatta.

VERIFICA						
TIPO		V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>	<sup>1</sup> consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,
<b>B</b>	Trincea drenante	1,77	0,000075	OK	4,3949	
<b>B*</b>	Tr. Drenante (filtrazione attraverso fondo)	1,77	0,000038	OK	2,5139	

**Figura 8.13 – Verifica cassonetto lato ovest nella sezione in trincea con cassonetto solo da un lato.**

Un'ulteriore verifica che viene effettuata riguarda i tempi di svuotamento della trincea drenante, ovvero viene verificato che una volta terminato l'evento di pioggia di durata critica, il sistema (nell'ipotesi B) dopo 48 h non abbia più volume invasato e sia pertanto pronto a ricevere un eventuale secondo evento di pioggia.

Il tempo di svuotamento viene calcolato come il rapporto tra il massimo volume raggiunto nel fosso e la portata di infiltrazione nel terreno.

TRINCEA		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
	trincea B	0,40	0,00004086	2,74	7,06	0,00
	trincea B*	0,70	0,00003750	5,22	6,48	0,00

**Figura 8.14 – Verifica svuotamento cassonetto lato ovest nella sezione in trincea con cassonetto solo da un lato.**

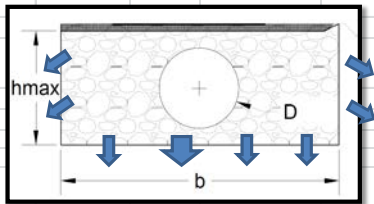
Il cassonetto viene verificato con una sezione pari a 3x1.5 m.

Sezione in trincea con cassonetto da ambo i lati (con scarico canalette interne 0.4 x 0.4 m solo lasto est)

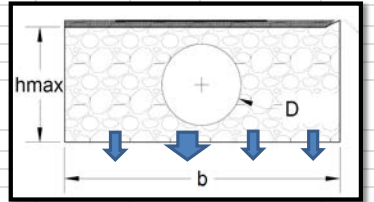
DATI DI PROGETTO						
$T_{rit}$ [anni]	$a$ [mm/h]	$n$ [-]	$n' (t<1)$ [-]			
100	81,90	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
$S_{bacino\_tot}$ [m <sup>2</sup> ]				$\psi_{medio}$ [-]	$S_{afferente}$ [m <sup>2</sup> ]	$S_{afferente}$ [ha]
36				0,84	30,24	0,00
permeabilità	$K$ [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					

**B-TRINCEA DRENANTE rettangolare con tubo fessurato orizzontale**


TRINCEA						
$b$ [m]	$H_{max}$ [m]	$A_{fosso}$ [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]			
4,00	2,00	8,00	1,00			
TUBO distr.						
D'interno [m]	N. tubi [-]	$A_{tubo}$ [m <sup>2</sup> ]	altezza tubo scarico [m] B**			
0,50	1,00	0,20	0,00			
Canaletta CLS						
$b$ [m]	$H$ [m]	$s (c/H)$ [-]	$B$ [m]	$A_{canaletta}$ [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	
0,50	0,50	0,00	0,50	0,25	1,00	
Trincea con tubo				Pozzetto Immissione		
$A_{trincea\ netta}$ [m <sup>2</sup> ]	porosità $n$ [-]	$A_{netta} *30\%$ [m <sup>2</sup> ]	% vuoti media intera sez.	Volume netto		
7,80	0,35	2,73	0,37			
velo idrico 3 mm	0,108					



**(B)**



**(B\*)**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

La verifica viene eseguita valutando il rapporto tra il volume d'invaso disponibile all'interno del fosso e il  $\Delta V$  (ovvero la differenza tra il volume in ingresso e il volume disperso, funzione del coefficiente di permeabilità del suolo).

Se il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o uguale ad 1, la verifica si ritiene soddisfatta.

VERIFICA						
TIPO		V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>	<sup>1</sup> consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,
<b>B</b>	Trincea drenante	3,29	0,0001	OK	2,1277	
<b>B*</b>	Tr. Drenante (filtrazione attraverso fondo)	3,29	0,0001	OK	1,0020	

**Figura 8.15 – Verifica cassonetto da ambo i lati (con scarico canalette interne solo lato est).**


Un'ulteriore verifica che viene effettuata riguarda i tempi di svuotamento della trincea drenante, ovvero viene verificato che una volta terminato l'evento di pioggia di durata critica, il sistema (nell'ipotesi B) dopo 48 h non abbia più volume invasato e sia pertanto pronto a ricevere un eventuale secondo evento di pioggia.

Il tempo di svuotamento viene calcolato come il rapporto tra il massimo volume raggiunto nel fosso e la portata di infiltrazione nel terreno.

TRINCEA		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
	trincea B	1,544190	0,0000597	7,191	10,308	0,00
	trincea B*	3,28	0,0000500	18,22	8,64	0,00

**Figura 8.16 – Verifica svuotamento cassonetto da ambo i lati (con scarico canalette interne solo lato est).**

Il cassonetto viene verificato con una sezione pari a 4x2 m.

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 46 di 54

### 8.3 Verifica canalette, fossi e collettori circolari

Si riporta di seguito la verifica delle canalette interne, delle canalette esterne (nelle sezioni in trincea), dei fossi rivestiti (nelle sezioni in rilevato), dei fossi disperdenti e dei collettori circolari di attraversamento della sede ferroviaria.

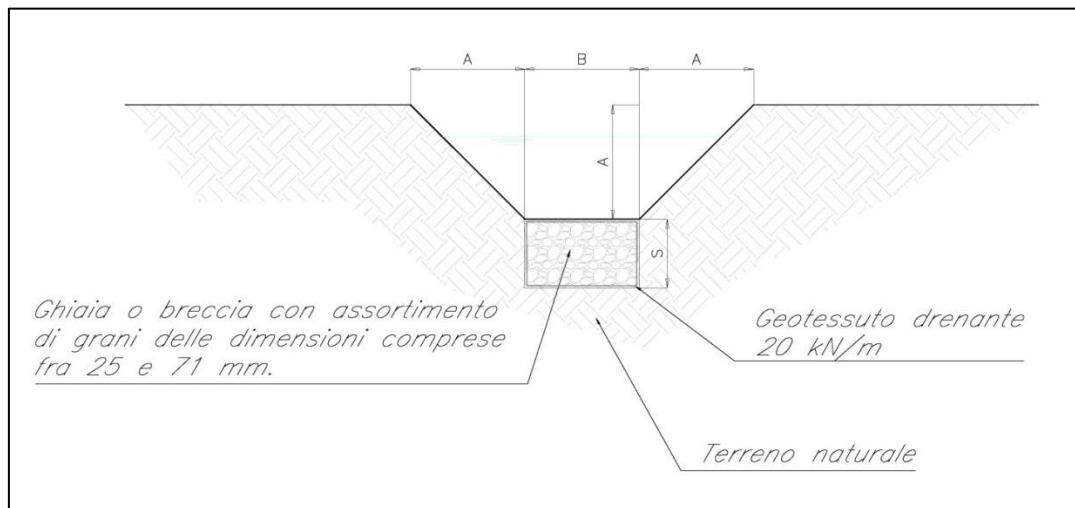
In considerazione della ripetizione del sistema di smaltimento per diverse superfici afferente (falde) in questa sede si è proceduto alla verifica idraulica delle porzioni di rete più sollecitate utilizzando, cautelativamente, le risultanze del calcolo idraulico per la definizione delle caratteristiche di smaltimento anche delle porzioni con superficie afferente minore.

Il calcolo è stato effettuato in funzione dei cambiamenti (plano-altimetrici) della sezione della sede ferroviaria.

In particolare sono state considerate le seguenti “sezioni caratteristiche”:

- Sezione in trincea con recapito su ambo i lati (pendenza 3.59 ‰);
- Sezione in trincea con recapito su ambo i lati (pendenza 2.5 ‰);
- Sezione in rilevato con recapito su ambo i lati (pendenza 2.5 ‰);
- Sezione in trincea con recapito canalette interne 0.4 x 0.4 m solo lato est (pendenza 2.5 ‰).

Dalla p.k. 6+225 alla 6+775 è presente un fosso in terra trapezoidale (lato ovest) con fondo drenante composto da un pacchetto profondo 0.70 m per tutta la larghezza della base, avvolto in geotessuto drenante e formato da materiale arido con una porosità media del 30-40% (come in Figura 8.17).



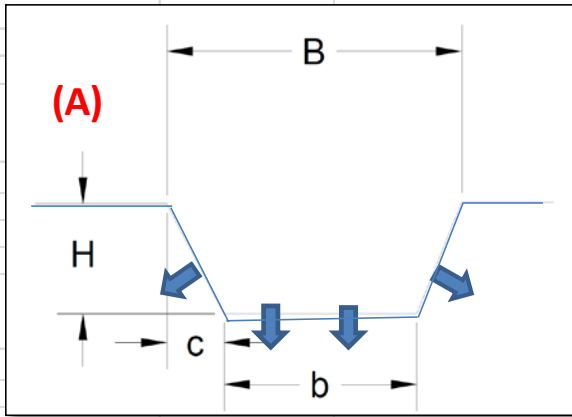
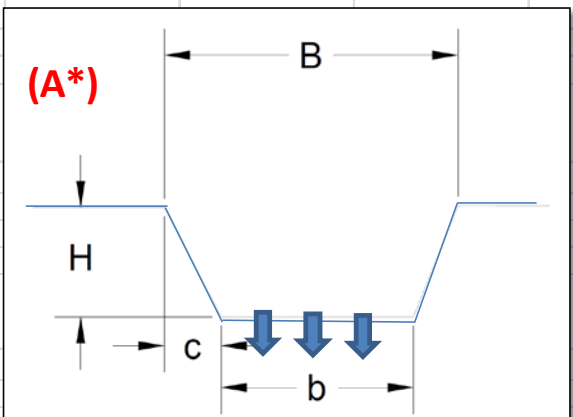
**Figura 8.17: Fosso disperdente con cassetto drenante.**

Si riportano di seguito la verifica parametrica del sistema formato da fosso non rivestito con sottostante cassetto, per metro lineare di sede ferroviaria; il coefficiente di permeabilità di riferimento risulta  $k = 1.25 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  (metà del valore medio misurato dai sondaggi).

Come si può evincere dalle tabelle parametriche sottostanti, le geometrie individuate per il fosso sono in grado di smaltire tutta la portata influente con adeguato franco di sicurezza e tempi di svuotamento minori di 48 h.


**8.3.1 Fosso non rivestito con cassonetto drenante 70x70 cm p.k. 6+225-6+775**

DATI DI PROGETTO						
$T_{rit}$ [anni]	a [mm/h]	n	$n' (t < 1)$ [-]			
100	81,90	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
$S_{bacino\_tot}$ [m <sup>2</sup> ]				$\psi_{medio}$ [-]	$S_{afferente}$ [m <sup>2</sup> ]	$S_{afferente}$ [ha]
17				0,65	11,05	0,00
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					

A- FOSSO DISPERDENTE in terra						
FOSSO TRAPEZIO						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	$A_{fosso}$ [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]	c [m]
0,70	0,70	1,00	2,10	0,98	1,00	0,7
						
CASSONETTO rettangolare (eventuale)						
b [m]	h [m]	porosità n [-]	$A_{cassonetto}$ [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]		
0,70	0,7	0,3	0,147	1,00		
velo idrico 3 mm	0,051					

TIPO	V invaso [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>	<sup>1</sup> consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,
A Fosso trapezio	1,18	0,0001	OK	1,5593	



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

		Verifiche tempi svuotamento			(inizia dopo la fine dell'evento piovoso)	
FOSSO		V max invasato [m3]	Q <sub>filtr, fosso</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ts <sub>vuot</sub> [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h
	trapezio A	0,76	0,000033	6,26	5,79	0,00

Dalla p.k. 8+150 alla 8+425 è presente un fosso in terra trapezoidale (lato est) con fondo drenante composto da un pacchetto profondo 0.50 m per tutta la larghezza della base, avvolto in geotessuto drenante e formato da materiale arido con una porosità media del 30-40% (come in Figura 8.17). Si riportano di seguito la verifica parametrica del sistema formato da fosso non rivestito con sottostante cassonetto, per metro lineare di sede ferroviaria; il coefficiente di permeabilità di riferimento risulta  $k = 1.25 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  (metà del valore medio misurato dai sondaggi).

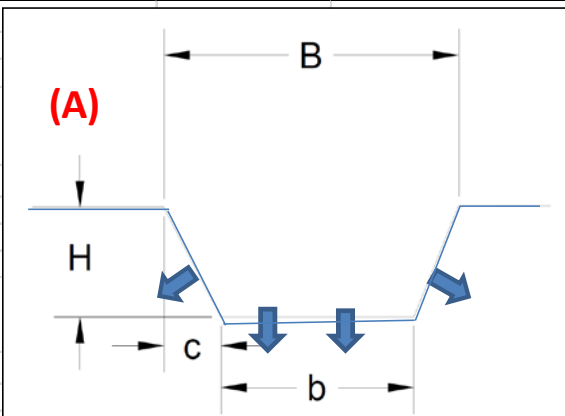
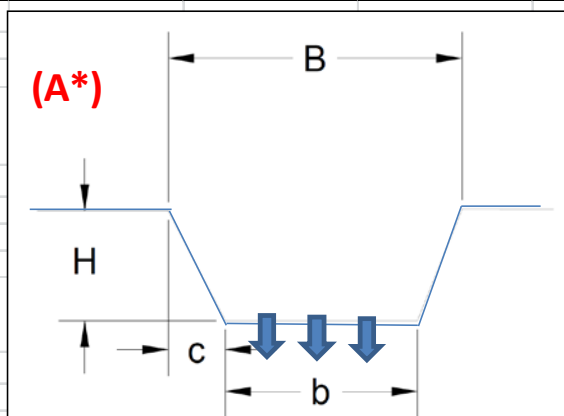
Come si può evincere dalle tabelle parametriche sottostanti, le geometrie individuate per il fosso sono in grado di smaltire tutta la portata influente con adeguato franco di sicurezza e tempi di svuotamento minori di 48 h.

### 8.3.2 Fosso non rivestito con cassonetto drenante 50x50 cm p.k. 8+150-8+425

DATI DI PROGETTO						
T <sub>rit</sub> [anni]	a [mm/h]	n	n' (t<1) [-]			
100	81,90	0,310	0,464	(valori massimi su tutta la tratta)		
S <sub>bacino_tot</sub> [m <sup>2</sup> ]				ψ <sub>medio</sub> [-]	S <sub>afferente</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>afferente</sub> [ha]
10				0,66	6,60	0,00
permeabilità	K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
	0,0000125					

**A- FOSSO DISPERDENTE in terra**

FOSSO TRAPEZIO						
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	1,00	0,5

CASSONETTO rettangolare (eventuale)				
b [m]	h [m]	porosità n [-]	A <sub>cassonetto</sub> [m <sup>2</sup> ]	Lung [m]
0,50	0,5	0,3	0,075	1,00


velo idrico 3 mm	0,03
------------------	------

**VERIFICA**

TIPO	V invasato [m <sup>3</sup> ]	Q filtrazione max [m <sup>3</sup> /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza <sup>1</sup>
A Fosso trapezio	0,61	0,0000	OK	1,4530

<sup>1</sup>consigliabile un coeff. di sicurezza minimo di 1,3,

		Verifiche tempi svuotamento			(inizia dopo la fine dell'evento piovoso)	
FOSSO		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
	trapezio A	0,42	0,000024	4,83	4,13	0,00

	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A	FOGLIO 51 di 54

Nelle tabelle di seguito riportate vengono indicate le seguenti grandezze per ogni elemento idraulico:

S=superficie afferente al singolo elemento di drenaggio [ha];

L=lunghezza della tubazione [m];

i=pendenza media del tratto di condotta [m];

Ks=coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler [ $m^{1/3}s^{-1}$ ];

$\phi_{medio}$ =coefficiente di afflusso mediato sulle superfici afferenti(-);

$\phi_{-}$ =coefficiente di afflusso (-);

$r (y/D)_{max}$ =massimo riempimento consentito, in relazione alle dimensioni della condotta in progetto (-);

h= tirante [m]

$v_{oc}$ =volume dei piccoli invasi di monte [ $m^3ha^{-1}$ ];

u=coefficiente udometrico [l/s ha];

Q=portata generata dalla superficie [l/s];

D interno=diametro interno della tubazione [m] sufficiente a convogliare la portata Q;

GR=grado di riempimento di progetto (%);

v=velocità della corrente all'interno della tubazione [m/s];

t=tensione tangenziale al fondo nella tubazione [Pa];

S'=superficie afferente cumulata delle aree a monte [ha];

$v_{0s}$ =volume specifico dei piccoli invasi [ $m^3ha^{-1}$ ];

$v_{0c}'_{monte}$ =volume dei piccoli invasi cumulato di monte [ $m^3$ ];

$v_{0c}$  collettore/fosso/canaletta=volume di invaso dei collettori [ $m^3$ ];

$v_o$ =somma del volume di invaso [ $m^3$ ];

De=diametro esterno della tubazione di progetto;

MATERIALE=materiale della tubazione di progetto (PVC, CLS, PRFV, GHISA, ...).

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere</b> <b>sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

*Sezione in trincea con recapito su ambo i lati – p=3.59 ‰ – Canalette interne 40x40 cm*

DESCRIZIONE	S	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	Larghezza interna	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> ' monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> canaletta	MATERIALE
	ha	m	m/m	m <sup>1/3</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>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
<b>Canaletta lato ovest</b>	0,0315	60,00	0,00359	67	0,90	0.70	50	640,5	20,1754	<b>0.40</b>	0,084	21	0,60	1,7	0,03150	0.000	3,591	2,0160	CLS
<b>Canaletta lato est</b>	0,0870	60,00	0,00359	67	0,90	0.70	50	729,4	63,4614	<b>0.40</b>	0,188	47	0,84	5,2	0,08700	0.000	8,862	4,5120	CLS

*Sezione in trincea con recapito su ambo i lati – p=3.59 ‰ – Canalette esterne 50x50 cm*


DESCRIZIONE	S	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	Larghezza interna	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> ' monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> canaletta	MATERIALE
	ha	m	m/m	m <sup>1/3</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>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
<b>Canaletta lato ovest</b>	0,1010	60,00	0,00359	67	0.88	0.70	50	718,1	72,5313	<b>0.50</b>	0,165	33	0.88	4.1	0.1010	0.000	10.000	4.9500	CLS
<b>Canaletta lato est</b>	0,1577	60,00	0,00359	67	0,87	0.70	50	737,6	116,3160	<b>0.50</b>	0.235	47	0.84	4.9	0,15770	0.000	14,935	7,0500	CLS

*Sezione in trincea con recapito su ambo i lati – p=2.5 ‰ – Canalette interne 40x40 cm*

DESCRIZIONE	S	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	Larghezza interna	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> ' monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> canaletta	MATERIALE
	ha	m	m/m	m <sup>1/3</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>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
<b>Canaletta lato ovest</b>	0,0315	60,00	0,00250	67	0,90	0.70	50	603,1	18,9973	<b>0.40</b>	0,092	23	0,52	1,4	0,03150	0.000	3,783	2,2080	CLS
<b>Canaletta lato est</b>	0,0870	60,00	0,00250	67	0,90	0.70	50	694,6	60,4267	<b>0.40</b>	0,204	51	0,74	4,0	0,08700	0.000	9,246	4,8960	CLS

*Sezione in trincea con recapito su ambo i lati – p=2.5 ‰ – Canalette esterne 50x50 cm*

DESCRIZIONE	S	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	Larghezza interna	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> ' monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> canaletta	MATERIALE
	ha	m	m/m	m <sup>1/3</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>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
<b>Canaletta lato ovest</b>	0,0982	60,00	0,00250	67	0.89	0.70	50	687,6	67,5260	<b>0.50</b>	0,18	36	0,75	3.2	0,09820	0.000	10.310	5,4000	CLS
<b>Canaletta lato est</b>	0,1807	60,00	0,00250	67	0.89	0.70	50	729,1	131,7404	<b>0.50</b>	0,3	60	0,88	6.1	0,18070	0.000	18,035	9,0000	CLS

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

*Sezione in rilevato con recapito su ambo i lati – p=2.5 ‰ – Canalette interne 40x40 cm*


DESCRIZIONE	S	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	Larghezza interna	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c'</sub> monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> canaletta	MATERIALE
	ha	m	m/m	m <sup>1/3</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>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
<b>Canaletta lato ovest</b>	0,0315	60,00	0,00250	67	0,90	0.70	50	603,1	18,9973	<b>0.40</b>	0,092	23	0,52	1,4	0,03150	0.000	3,783	2,2080	CLS
<b>Canaletta lato est</b>	0,0870	60,00	0,00250	67	0,90	0.70	50	694,6	60,4267	<b>0.40</b>	0,204	51	0.74	4.0	0,08700	0.000	9,246	4,8960	CLS

*Sezione in rilevato con recapito su ambo i lati – p=2.5 ‰ – Fosso trapezio rivestito 0.50x0.50 m scarpa 1/1*

DESCRIZIONE	S	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	Larghezza interna	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c'</sub> monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> fosso	MATERIALE
	ha	m	m/m	m <sup>1/3</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>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
<b>Fosso lato ovest</b>	0,1173	60,00	0,00250	67	0.86	0.70	50	660,8	77,5171	<b>0.50</b>	0,155	31	0.76	2.6	0,11730	0.000	11,957	6,0915	CLS
<b>Fosso lato est</b>	0,1978	60,00	0,00250	67	0.86	0.70	50	702,9	139,0326	<b>0.50</b>	0,215	53	0.90	4	0,19780	0.000	19,114	9,2235	CLS

*Sezione in rilevato/trincea con recapito su ambo i lati – Condotta di attraversamento DN400 in cls*

DESCRIZIONE	S	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	Dinterno	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c'</sub> monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> condotta	MATERIALE
	ha	m	m/m	m <sup>1/3</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>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
<b>Condotta attraversamento</b>	0.0000	14,00	0,0100	67	0.87	0.70	50	1181,1	102,7583	<b>0.40</b>	0,216	54	1,48	17,3	0,0870	0.000	5,481	0,9692	CLS

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> <b>PD del PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle</b> <b>opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM.</b>					
	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' DI SMALTIMENTO</b> <b>IDRAULICO – SEDE FERROVIARIA</b>	COMMESSA IZ09	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0000 002	REV. A

*Sezione in trincea con recapito canalette interne 0.4x0.4 m solo lato est (pendenza 2.5 ‰)*

DESCRIZIONE	S	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	Larghezza interna	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c'</sub> monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> canaletta	MATERIALE
	ha	m	m/m	m <sup>1/3</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>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
<b>Canaletta lato ovest</b>	0,0360	60,00	0,00250	67	0,60	0.70	50	339,6	12,2251	<b>0.40</b>	0,064	16	0,50	0,8	0,03600	0.000	3,336	1,5360	CLS

DESCRIZIONE	S	L	i	k <sub>s</sub>	φ <sub>medio</sub>	r (y/D) <sub>max</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	Dinterno	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c'</sub> monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0condotta</sub>	MATERIALE
	ha	m	m/m	m <sup>1/3</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>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
<b>Condotta attraversamento canalette ovest-canaletta est</b>	0.0000	5,00	0,0100	67	0,6	0.70	50	761,1	27,400	<b>0.40</b>	0,104	26	1,12	6,5	0,03600	0.000	1,762	0,1298	CLS
<b>Condotta attraversamento canalette est-pozzetto 2x1.5</b>	0.0000	16,00	0,0100	67	0,81	0,70	50	370,9	45,623	<b>0.40</b>	0,14	35	1,16	9,8	0,1230	0,000	18,701	0,6272	CLS