

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE IBIETTIBO N. 443/01

CUP: J31J05000010001

### U.O. INFRASTRUTTURE NORD

### PROGETTO DEFINITIVO

#### POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA.

#### TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y.

#### PRG di RHO

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – PRG di RHO

SCALA:

-

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

MDL1 31 D 26 RI ID0002 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	M. Coccato	ottobre 2017	M. Ventura	ottobre 2017	S. Borelli	ottobre 2017	F. Sacchi	ottobre 2017

File: MDL131D26RIID0002001A.doc

ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD  
Dati Ingegneria Sacchi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
23/12/2017

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02.001	A	2 di 29

## INDICE

1.1	METODOLOGIA DI LAVORO .....	3
1.2	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	3
2	<b>SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA</b> .....	5
2.1	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.....	5
2.2	IDROLOGIA .....	7
2.3	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI RACCOLTA E DI COLLETTAMENTO.....	8
3	<b>FOSSI DI GUARDIA NON RIVESTITI</b> .....	16
3.1.1	<i>Criteria di dimensionamento: metodo delle sole piogge</i> .....	16
3.1.2	<b>Valutazione della portata di infiltrazione</b> .....	17
3.1.3	<b>Descrizione del sistema adottato</b> .....	18
4	<b>MATERIALI IMPIEGATI</b> .....	29

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Curve di possibilità pluviometrica	7
Figura 2 - Scala di deflusso specifica della canaletta (b=0.5 m)	9
Figura 3 - Scale di deflusso specifiche collettori di scarico	14
Figura 4 - Valore massimo di portata con un grado di riempimento pari al 70%	15
Figura 5 - Prova Lefranc	18
Figura 6 - Esempio: Curve dei volumi V out, V in e V netto	21
Figura 7 - Fosso FD10	22
Figura 8 - Fosso FD4-FD8-FD9	22
Figura 9 - Fosso FD3	23
Figura 10 - Fosso FD2	23
Figura 11 - Fosso FD7	24
Figura 12 - Fosso FD1	24
Figura 13 - Fosso FD5	25
Figura 14 - Fosso FD6	25
Figura 15 - Fosso FD11	26
Figura 16 - Fosso FD12	26
Figura 17 - Fosso F13	27
Figura 18 - Fosso F14	27

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 <i>Parametri della legge di possibilità pluviometrica</i>	7
Tabella 2 Verifica delle canalette (T=100 anni)	10
Tabella 3 Verifica fossi di guardia rivestiti (T=100 anni)	12
Tabella 4 <i>Scarichi</i>	13
Tabella 5 <i>Dimensionamento dei fossi disperdenti, trincee drenanti</i>	20

	POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. <b>PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE</b>												
Drenaggio di piattaforma Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO	<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>MDL1</td> <td>31</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 00 02 001</td> <td>A</td> <td>3 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	3 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	3 di 29								

## INTRODUZIONE

Nella presente relazione si descrivono le metodologie adoperate nonché i risultati conseguiti, per il dimensionamento dei manufatti di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche pertinenti la piattaforma della linea ferroviaria Rho-Gallarate (tratta relativa al PRG di Rho).

### 1.1 Metodologia di lavoro

Il sistema di drenaggio delle acque meteoriche pertinenti alla piattaforma ferroviaria prevede la raccolta a mezzo di canalette rettangolari. Le acque raccolte dal sistema di canalette sono previste essere recapitate, in base a quanto sopra descritto, in fossi di guardia non rivestiti a sezione trapezia, con sponde inclinate a 45 gradi, che hanno alla base una trincea drenante e dunque disperdono le acque accumulate, o da vasche di accumulo anch'esse disperdenti.

Il periodo di ritorno assunto per il dimensionamento dei manufatti in oggetto è pari a  $T = 100$  anni e la legge di possibilità pluviometrica considerata fa riferimento all'espressione monomia ricavata dal PAI con riferimento alla zona di Gallarate.

Il metodo adottato per il dimensionamento dei sistemi di raccolta e collettamento si basa sulla formula razionale, assumendo valide le condizioni di moto uniforme. Per la verifica dei fossi disperdenti, nonché delle trincee drenanti, o dei bacini di laminazione si è considerato un approccio variazionale basato sul metodo della corrivazione.

### 1.2 Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi utilizzati per la presente progettazione vengono riassunti di seguito:

- D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale”, che delega alle Regioni la disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia ai fini della prevenzione di rischi idraulici e ambientali;
- D.lgs. 16 gennaio 2008 n. 4, Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;
- L.R. 26/03, con cui la Regione Lombardia ha riorganizzato le norme in materia di tutela e gestione delle acque;

	POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. <b>PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE</b>												
Drenaggio di piattaforma Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO	<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><b>MDL1</b></td> <td>31</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 00 02 001</td> <td>A</td> <td>4 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>MDL1</b>	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	4 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
<b>MDL1</b>	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	4 di 29								

- Regolamento Regionale 4/06, “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”.

Trattandosi di linea ferroviaria non si effettua la separazione ed il trattamento delle acque di prima pioggia.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>	<p>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y.</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE</b></p>												
<p>Drenaggio di piattaforma</p> <p>Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO</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>MDL1</td> <td>31</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 00 02 001</td> <td>A</td> <td>5 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	5 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	5 di 29								

## 2 SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

### 2.1 Descrizione del sistema di drenaggio.

La tipologia costruttiva prevista per la rete di drenaggio a servizio del tratto ferroviario in oggetto prevede generalmente una o due canalette rettangolari in cls, di dimensioni B x H = 0.5 x 0.8 m. Per alcuni tratti il valore dell'altezza della canaletta è stata opportunamente incrementato sino ad un massimo di 1.4 m. E' previsto che tali canalette scarichino nei fossi drenanti posti esternamente a protezione della sede ferroviaria o nell'idrografia superficiale esistente.

Rimandando alla planimetria idraulica i dettagli, si descrive di seguito sinteticamente il sistema di drenaggio. Tra le pk 0+405 e 0+223 sul lato destro si prevedono due canalette CDE23-CDE3 e CDI4-CDI1. Dal nodo idraulico CDE3 la portata defluente in entrambe viene convogliata dalla canaletta CDE3-CDE1 al fosso disperdente FD3 (tipo 1, L=53 m circa, dotato di cassonetto drenante BxH = 0.50x1.00) che successivamente si allarga a 0.75 di base e dunque cassonetto 0.75x1.00). Parimenti, sull'altro lato della linea, la canaletta CSE1-CSE3 (a partire dalla pk. 0+351) recapita la portata in essa defluente nell'idrografia superficiale, in prossimità della pk 0+180. Nel medesimo corpo idrico trovano destino anche le acque raccolte dal fosso di guardia rivestito FS1-FS10. Trattasi di un fosso di sezione trapezia di base 0.5 m e altezza 0.5 m con sponde inclinate di 45 gradi (tipo 5). Negli ultimi 300 m (tratto FS7-FS10) la base è stata incrementata a 0.75 m (tipo 6).

Tra le progressive 0+430 e 0+622 si localizza il fosso disperdente FD2 (tipo 2, L=185 m, dotato di cassonetto drenante B x H= 0.75 m x1.0 m) sottoposto al fosso per tutta la sua lunghezza). Sempre sul medesimo lato della linea ferroviaria tra le pk 0+620 c.a. e 0+986 il sistema di drenaggio prevede due canalette CDE5-CDE24 e CDI15-CDI10, che recapitano la portata in esse defluenti nel fosso disperdente FD13 (tipo 4, fosso trapezio con sponde inclinate a 45°, base minore b=1.5 m, altezza 1.75 m e lunghezza L=130 m, con sottoposto cassonetto drenante B x H = 1.5 m x 1.00 m). Nel medesimo manufatto trovano destino anche le acque collettate dalla canaletta CDE10-CDE24 (pk. 1+091-0.990 ca), nonché dalle due canalette CDE16-CDE17 e CDI11-CDI17, che si sviluppano tra le pk. 1+510 e 1+171. Sempre nel fosso FD13 trovano recapito le acque raccolte dal fosso di guardia rivestito FC1-FC6 (fosso tipo 5 tra i nodi FC1 e FC5 e tipo 6 nei restanti 100 metri (FC5-FC6)) nonché dalla canaletta CDI18-CDI20 che si sviluppa a partire dalla pk 1+043 sino alla pk 1+170.

Dall'altro lato della linea ferroviaria tra le pk. 1+510 e 0+667 si sviluppa la canaletta CSI15-CSI13, che recapita le acque ad essa pertinenti nel fosso disperdente FD14 (fosso trapezio con sponde inclinate a 45°, base minore b=1.5 m, altezza 2.0 m e lunghezza L=130 m, fosso tipo 4, con sottoposto cassonetto drenante BxH= 1.5 m x 1.00 m). Nel medesimo fosso sono recapitate le acque raccolte dalle canalette CSE9-CSE8 (pk. 1+128-0+667), CSI1-CSI13 (pk. 0+429-0+667) e CSE4-CSE8 (pk. 0+357-0+667). Sul medesimo lato della linea si localizzano i fossi disperdenti tipo 3 FD1 (L=367 m), FD11 (L=175 m), FD9 (L=136 m), FD8 (L=117 m), FD4 (L=137 m), FD5.1 (L=92m) e FD5 (L=90m) tutti dotati di cassonetto drenante (BxH= 0.70 m x 1.0 m). In particolare, nei fossi FD10, FD9, FD8 e FD4 pervengono le acque defluenti nelle canalette CSE20-CSE22 e

	POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. <b>PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE</b>												
Drenaggio di piattaforma Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO	<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>MDL1</td> <td>31</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 00 02 001</td> <td>A</td> <td>6 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	6 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	6 di 29								

CSI14-CSI15 (FD10), CSE27-CSE21 (FD9), CSE26-CSE28 (FD8), CSE25-CSE18 (FD4). Le acque pertinenti alla piattaforma ferroviaria compresa tra le pk. 1+820 e 1+531, sempre sul medesimo lato, trovano recapito nel fosso drenante FD11 (L=175 m). In prossimità del termine dell'intervento si localizza infine la canaletta CSE35-CSE38 che recapita la portata in essa defluente nel fosso disperdente FD6 (L=73 m, tipo 7).

Sull'altro lato della linea si individuano la canaletta su rilevato CDE18-CDE19-CDE20, che raccoglie l'acqua di piattaforma fra le progressive pk km.-0+318.66 e km.-0+118.66, recapitandola alla canaletta posta ai piedi del muro di sostegno CDE21-CDE22 che recapita a sua volta nel fosso disperdente FD12 (L=60 m, tipo 7). Oltre l'Olonia si prevede il fosso disperdente FD7 (L=335 m, tipo 3). Entrambi i fossi sono dotati di cassonetti drenanti sottoposti ai fossi per tutta la lunghezza di dimensioni, rispettivamente BxH= 2.0 m x 1.00 m e BxH= 0.70 m x 1.0 m rispettivamente.

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	7 di 29

## 2.2 Idrologia

La curva di possibilità pluviometrica adottata per il dimensionamento dei manufatti destinati alla raccolta ed allontanamento delle acque di piattaforma fa riferimento ad un periodo di ritorno pari a 100 anni. Rimandando alla relazione idrologica i necessari approfondimenti, in tale sede si riporta unicamente la legge di pioggia adottata espressa in forma monomia valida per eventi di durata inferiori all'ora:

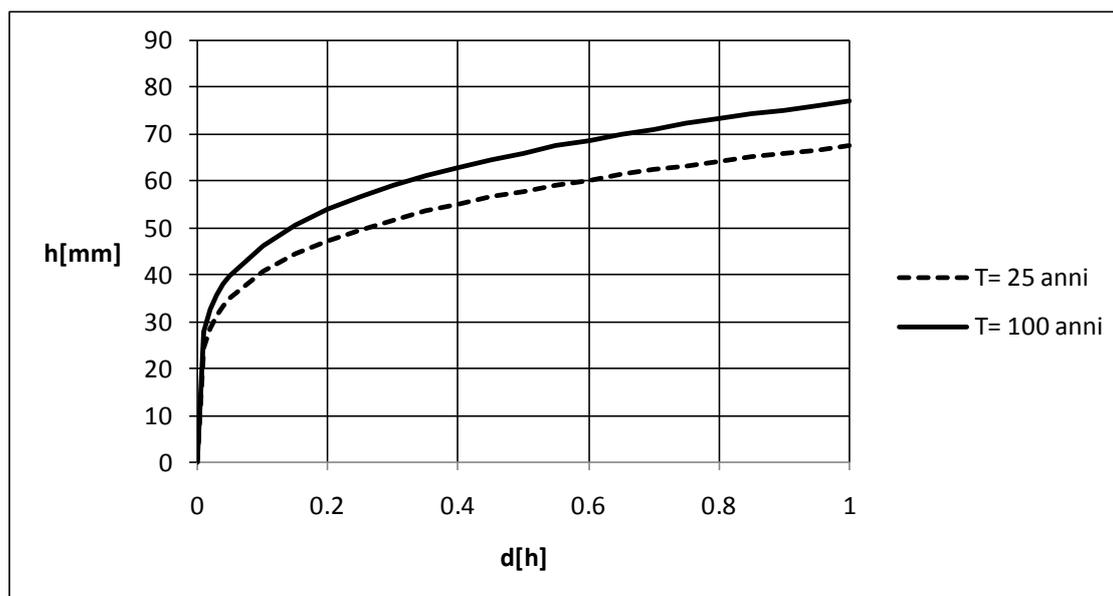
$$h_T = a_T d^n \quad (1)$$

con  $h$  espresso in mm e  $d$  in ore. Nella tabella che segue si riportano i valori dei coefficienti della legge di possibilità pluviometrica per differenti periodi di ritorno.

**Tabella 1** Parametri della legge di possibilità pluviometrica

<b><math>T</math> (anni)</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
$a$ (mm/h <sup><math>n</math></sup> )	65.35	67.43	73.67	79.64	85.36
$n$ (-)	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22

Nella figura che segue si riporta in forma grafica la legge di possibilità pluviometrica per i periodi di ritorno di interesse.



**Figura 1 - Curve di possibilità pluviometrica**

 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>	<p>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y.</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE</p>												
<p>Drenaggio di piattaforma</p> <p>Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO</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>MDL1</td> <td>31</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 00 02 001</td> <td>A</td> <td>8 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	8 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	8 di 29								

### 2.3 Dimensionamento della rete di raccolta e di collettamento

Per il dimensionamento dei manufatti deputati alla raccolta ed il convogliamento delle acque zenitali pertinenti alla piattaforma ferroviaria si è fatto riferimento al metodo della corrivazione. Come è ben noto, secondo tale metodo il massimo valore di portata  $Q_T$  che, per un assegnato valore del periodo di ritorno  $T$ , perviene alla sezione di chiusura di un bacino è espresso da:

$$Q_T = j_T(t_c) \phi A \quad (2)$$

in cui si è indicato con  $\phi$  il coefficiente di afflusso, assunto pari a 0.9 per la piattaforma ferroviaria di nuova realizzazione, 0.7 per la scarpata, e pari a 0.5 per quella esistente (in considerazione delle peggiori condizioni del ballast), con  $A$  la superficie colante, infine con  $j_T(t_c)$  il valore dell'intensità di pioggia ( $j$ ) di durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  e corrispondente al periodo di ritorno  $T$ . Il dimensionamento dei manufatti di raccolta e collettamento è stato condotto con riferimento ad un periodo di ritorno pari a  $T=100$  anni, e pertanto i parametri della legge di possibilità pluviometrica sono:

$$a=79.64 \text{ mm/h}^n \quad n=0.22 \quad (3)$$

Il tempo di corrivazione è stato stimato facendo riferimento all'espressione suggerita dal Civil Engineering Department dell'Università di Maryland (1971) (Da Deppo e Datei, Le opere Idrauliche nelle costruzioni stradali, Bios, 1994):

$$t_c = 26.3 \frac{\left(\frac{L}{K_s}\right)^{0.6}}{j^{0.4} S^{0.3}} \quad \text{con} \quad j = \frac{a}{1000} \left(\frac{t_c}{3600}\right)^{n-1} \quad (4)$$

in cui si è indicato con:

$t_c$  tempo di corrivazione (s);

$L$  lunghezza della superficie scolante (m);

$K_s$  coefficiente di Gauckler-Strickler, assunto pari a  $66 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;

$j$  intensità di pioggia (m/h);

$a, n$  parametri della legge di pioggia;

$S$  pendenza media della superficie colante (assunta pari a 0.03).

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>	<p>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y.</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE</b></p>												
<p>Drenaggio di piattaforma</p> <p>Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO</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>MDL1</td> <td>31</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 00 02 001</td> <td>A</td> <td>9 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	9 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	9 di 29								

Nella stima del tempo di corrivazione si è tuttavia imposto che il suo valore sia non inferiore a 5 *minuti*, ipotesi giustificabile tenendo conto del tempo che le particelle idriche impiegano per l'ingresso nella rete di drenaggio.

L'ubicazione planimetrica degli scarichi è stata condotta assicurando un grado di riempimento nei manufatti, in condizioni di moto uniforme, inferiore a 0.7. Le verifiche idrauliche sono state condotte applicando la formula di Gauckler-Stricker:

$$Q = K_s \sigma R^{2/3} i^{1/2} \quad (5)$$

in cui si è indicato con

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

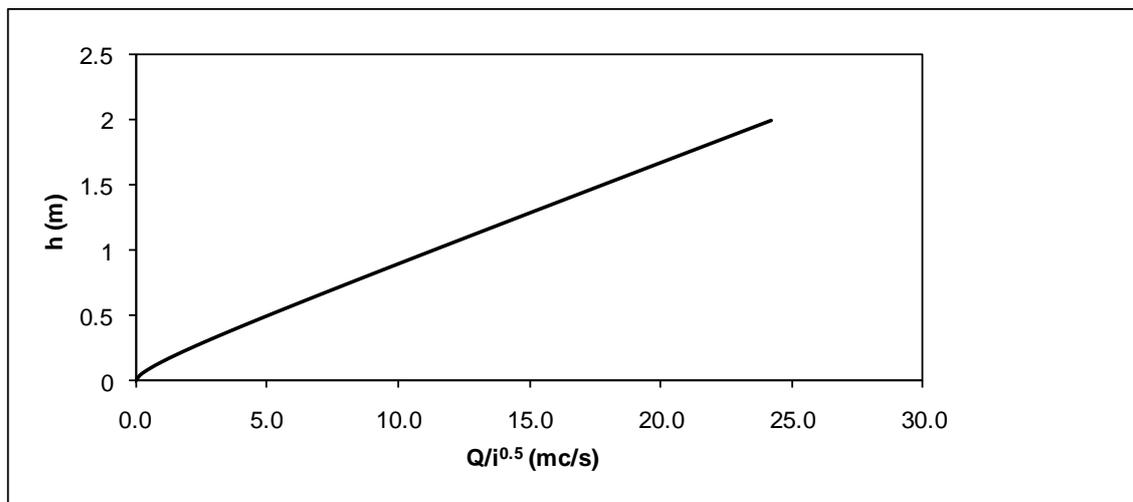
i la pendenza della canaletta (m/m);

$\sigma$  la sezione idrica (m<sup>2</sup>);

K<sub>s</sub> coefficiente di Gauckler-Strickler, assunto pari a 66 m<sup>1/3</sup>/s;

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

Nella figura che segue si riportano la scala di deflusso specifica relativa alla canaletta rettangolare di base 0.5 m.



**Figura 2 - Scala di deflusso specifica della canaletta (b=0.5 m)**

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	10 di 29

Rimandando alla planimetria idraulica l'identificazione dei nodi idraulici, nelle tabelle che seguono si riportano i risultati delle elaborazioni.

**Tabella 2** Verifica delle canalette (T=100 anni)

Nome	Pendenza	L (m)	Lunghezze progressive (m)	Aree ridotte progetto (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Aree ridotte esistente (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Aree ridotte totale (m <sup>2</sup> )	Aree ridotte progressive (m <sup>2</sup> )	t <sub>c</sub> (h)	B(m)	H(m)	Q (l/s)	h/H
CSE1-CSE2	1.00%	72	72	637	215	852	852	0.08	0.5	0.8	126	0.22
CSE2-CSE3	1.00%	88	160	630	139	769	1621	0.08	0.5	0.8	241	0.35
CSE4-CSE5	0.20%	23	23	230	62	292	292	0.08	0.5	0.8	43	0.18
CSE5-CSE6	0.20%	100	123	834	123	957	1249	0.08	0.5	0.8	185	0.54
CSE6-CSE7	0.20%	100	223	630	0	630	1879	0.08	0.5	0.9	279	0.67
CSE7-CSE8	0.20%	80	303	510	0	510	2388	0.08	0.5	1.1	355	0.67
CSE9-CSE10	1.10%	38	38	432	0	432	432	0.08	0.5	0.8	64	0.13
CSE10-CSE11	1.10%	100	138	1029	0	1029	1461	0.08	0.5	0.8	217	0.31
CSE11-CSE12	1.10%	100	238	677	111	788	2249	0.08	0.5	0.8	334	0.44
CSE12-CSE13	1.10%	100	338	546	111	657	2906	0.08	0.5	0.8	431	0.53
CSE13-CSE14	1.04%	100	438	672	0	672	3578	0.08	0.5	0.8	528	0.64
CSE14-CSE8	1.04%	14	452	93	0	93	3671	0.09	0.5	0.8	531	0.65
CSE25-CSE19	0.05%	50	50	324	279	604	604	0.08	0.5	0.8	90	0.52
CSE19-CSE18	0.05%	32	82	208	222	430	1034	0.08	0.5	0.9	153	0.72
CSE26-CSE20	0.05%	50	50	328	216	543	543	0.08	0.5	0.8	81	0.48
CSE20-CSE28	0.05%	25	75	165	137	302	845	0.08	0.5	0.8	126	0.69
CSE27-CSE21	0.06%	75	75	497	500	998	998	0.08	0.5	0.8	148	0.72
CSE20-CSE22	0.04%	100	100	545	334	879	879	0.08	0.5	0.9	130	0.69
CSE30-CSE23	0.05%	100	100	424	0	424	424	0.08	0.5	0.8	63	0.40
CSE23-CSE24	0.05%	6	106	25	0	25	449	0.08	0.5	0.8	67	0.41
CSE24-CSE17	0.09%	65	171	259	91	351	1688	0.08	0.5	1.1	251	0.69
CSE15-CSE16	0.10%	78	78	295	218	513	513	0.08	0.5	0.8	76	0.35
CSE16-CSE17	0.10%	26	104	99	73	172	685	0.08	0.5	0.8	102	0.44
CSE35-CSE36	0.55%	31	31	282	0	282	282	0.08	0.5	0.8	42	0.12
CSE36-CSE37	0.55%	100	131	950	52	1002	1284	0.08	0.5	0.8	191	0.37
CSE37-CSE38	0.55%	60	191	593	63	655	1940	0.08	0.5	0.8	288	0.51
CDI5-CDI6	0.09%	78	78	441	165	606	606	0.08	0.5	0.8	90	0.42
CDI6-CDI7	1.26%	100	178	625	192	817	1423	0.08	0.5	0.8	211	0.29

<sup>1</sup> Si intende per area ridotta l'area effettiva moltiplicata per il coefficiente di deflusso

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	11 di 29

Nome	Pendenza	L (m)	Lunghezze progressive (m)	Aree ridotte progetto (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Aree ridotte esistente (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Aree ridotte totale (m <sup>2</sup> )	Aree ridotte progressive (m <sup>2</sup> )	t <sub>c</sub> (h)	B(m)	H(m)	Q (l/s)	h/H
CDI7-CDI8	1.26%	100	278	880	451	1331	2754	0.08	0.5	0.8	409	0.48
CDI8-CDI9	1.26%	100	378	785	366	1151	3905	0.08	0.5	0.8	580	0.64
CDI9-CDI10	1.26%	10	387	49	0	49	3954	0.08	0.5	0.8	587	0.65
CDI11-CDI12	0.97%	100	100	678	0	678	678	0.08	0.5	0.8	101	0.19
CDI12-CDI13	0.99%	100	200	742	0	742	1419	0.08	0.5	0.8	211	0.32
CDI13-CDI14	1.00%	100	300	854	0	854	2273	0.08	0.5	0.8	337	0.46
CDI14-CDI15	1.00%	100	400	964	0	964	3236	0.08	0.5	0.8	480	0.61
CDI15-CDI16	0.70%	100	500	919	0	919	4155	0.09	0.5	0.9	561	0.71
CDI16-CDI17	0.40%	22	522	191	0	191	4346	0.10	0.5	1.2	570	0.68
CDI18-CDI19	0.40%	79	79	854	0	854	854	0.08	0.5	0.8	127	0.31
CDI19-CDI20	0.40%	49	128	446	0	446	1300	0.08	0.5	0.8	193	0.42
CDI4-CDI3	0.59%	26	26	112	33	145	145	0.08	0.5	0.8	22	0.08
CDI3-CDI2	0.59%	100	126	496	65	560	706	0.08	0.5	0.8	105	0.23
CDI2-CDI1	0.32%	100	226	495	0	495	1201	0.08	0.5	0.8	178	0.43
CDE5-CDE9	0.09%	52	52	284	0	284	284	0.08	0.5	0.8	42	0.24
CDE9-CDE6	1.26%	100	152	460	0	460	745	0.08	0.5	0.8	111	0.18
CDE6-CDE7	1.26%	100	252	411	0	411	1155	0.08	0.5	0.8	172	0.25
CDE7-CDE8	1.26%	100	352	442	0	442	1598	0.08	0.5	0.8	237	0.32
CDE8-CDE24	1.26%	7	359	31	0	31	1629	0.08	0.5	0.8	242	0.32
CDE10-CDE24	1.26%	91	91	401	0	401	401	0.08	0.5	0.8	60	0.12
CDE18-CDE19	0.43%	100	100	800	0	800	900	0.08	0.5	0.8	130	0.30
CDE19-CDE20	0.43%	100	200	800	0	800	1600	0.08	0.5	0.8	260	0.52
CDE21-CDE22	0.17%	77	277	0	0	0	1600	0.08	0.5	0.8	260	0.52
CDE16-CDE15	0.97%	100	100	735	62	797	797	0.08	0.5	0.8	118	0.21
CDE15-CDE14	0.99%	100	200	742	0	742	1538	0.08	0.5	0.8	228	0.34
CDE14-CDE13	1.00%	100	300	579	123	701	2239	0.08	0.5	0.8	332	0.45
CDE13-CDE12	0.99%	100	400	590	228	818	3058	0.08	0.5	0.8	454	0.58
CDE12-CDE11	0.70%	100	500	631	155	786	3844	0.09	0.5	0.9	519	0.66
CDE11-CDE17	0.70%	25	525	131	25	155	3999	0.10	0.5	0.9	523	0.67
CDE23-CDE22	0.61%	27	27	141	160	302	302	0.08	0.5	0.8	45	0.13
CDE22-CDE4	0.61%	100	127	490	297	787	1089	0.08	0.5	0.8	162	0.31
CDE4-CDE3	0.63%	55	182	260	0	260	1349	0.08	0.5	0.8	200	0.36
CDE3-CDE2	0.61%	43	225	215	0	215	2765	0.08	0.5	0.8	410	0.65
CDE2-CDE1	0.61%	52	277	269	0	269	3033	0.08	0.5	0.8	450	0.70
CSI1-CSI2	0.40%	52	52	261	96	357	357	0.08	0.5	0.8	53	0.16
CSI2-CSI3	0.40%	100	152	538	200	738	1094	0.08	0.5	0.8	162	0.37

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	12 di 29

Nome	Pendenza	L (m)	Lunghezze progressive (m)	Aree ridotte progetto (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Aree ridotte esistente (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Aree ridotte totale (m <sup>2</sup> )	Aree ridotte progressive (m <sup>2</sup> )	t <sub>c</sub> (h)	B(m)	H(m)	Q (l/s)	h/H
CSI3-CSI13	0.43%	100	252	574	229	803	1898	0.08	0.5	0.8	282	0.55
CSI5-CSI17	0.05%	50	50	253	286	539	539	0.08	0.5	0.8	80	0.48
CSI17-CSI6	0.05%	50	50	253	286	539	539	0.08	0.5	0.8	80	0.48
CSI6-CSI7	0.05%	100	100	305	589	894	894	0.08	0.5	0.8	133	0.72
CSI7-CSI8	0.05%	100	100	473	310	783	783	0.08	0.5	0.8	116	0.65
CSI8-CSI9	0.36%	100	200	540	119	659	1442	0.08	0.5	0.8	214	0.48
CSI9-CSI10	1.09%	100	300	568	252	820	2262	0.08	0.5	0.8	336	0.44
CSI10-CSI11	1.10%	100	400	610	243	853	3115	0.08	0.5	0.8	462	0.56
CSI11-CSI12	1.09%	100	500	526	63	588	3703	0.09	0.5	0.8	500	0.60
CSI12-CSI13	1.10%	100	600	537	123	659	4363	0.11	0.5	0.8	521	0.62
CSI14-CSI15	0.05%	95	95	420	374	794	794	0.08	0.5	0.8	118	0.65
CSI15-CSI16	0.05%	100	100	445	444	888	888	0.08	0.5	0.8	132	0.72

L'analisi dei risultati mostra come che il grado di riempimento massimo è pari al 72%. Nella tabella che segue si riportano le verifiche idrauliche dei due fossi rivestiti.

**Tabella 3** Verifica fossi di guardia rivestiti (T=100 anni)

Nome	Pendenza	L (m)	Lunghezze progressive (m)	Aree ridotte progetto (m <sup>2</sup> )	Aree ridotte esistente (m <sup>2</sup> )	Aree ridotte totale (m <sup>2</sup> )	Aree ridotte progressive (m <sup>2</sup> )	t <sub>c</sub> (h)	B(m)	H(m)	Q (l/s)	h/H
FS1-FS2	4.71%	94	94	0	167	167	167	0.08	0.5	0.5	25	0.07
FS2-FS3	4.71%	100	194	0	0	0	167	0.08	0.5	0.5	25	0.07
FS3-FS4	0.33%	100	294	0	500	500	667	0.08	0.5	0.5	99	0.33
FS4-FS5	0.33%	100	394	0	766	766	1433	0.08	0.5	0.5	213	0.51
FS5-FS6	0.33%	100	494	0	441	441	1874	0.09	0.5	0.5	255	0.56
FS6-FS7	0.33%	100	594	0	883	883	2757	0.11	0.5	0.5	331	0.65
FS7-FS8	0.33%	100	694	0	1462	1462	4219	0.13	0.75	0.5	456	0.64
FS8-FS9	0.33%	100	794	0	1036	1036	5255	0.14	0.75	0.5	518	0.69
FS9-FS10	0.33%	67	861	0	302	302	5557	0.15	0.75	0.5	519	0.69
FC1-FC2	0.19%	57	57	0	117	117	117	0.08	0.5	0.5	17	0.14
FC2-FC3	0.19%	100	157	0	444	444	561	0.08	0.5	0.5	83	0.35
FC3-FC4	0.19%	100	257	0	718	718	1279	0.08	0.5	0.5	190	0.56

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO

MDL1 31 D 26 RI ID 00 02 001 A 13 di 29

Nome	Pendenza	L (m)	Lunghezze progressive (m)	Aree ridotte progetto (m <sup>2</sup> )	Aree ridotte esistente (m <sup>2</sup> )	Aree ridotte totale (m <sup>2</sup> )	Aree ridotte progressive (m <sup>2</sup> )	t <sub>c</sub> (h)	B(m)	H(m)	Q (l/s)	h/H
FC4-FC5	0.19%	100	357	0	672	672	1951	0.08	0.5	0.5	290	0.70
FC5-FC6	0.19%	100	457	0	517	517	2468	0.09	0.75	0.5	355	0.65

L'analisi dei risultati mostra come che il grado di riempimento massimo è pari al 70%.

Nella tabella 4 si riportano i valori di portata corrispondenti ai singoli scarichi, con riferimento al periodo di ritorno pari a 100 anni, così come da dimensionamento.

**Tabella 4 Scarichi**

Codice	Tratti confluenti	Q <sub>100</sub> (l/s)	Recapito
S1	CSI12-CSI13	802	T2
	CSI3-CSI13		
S2	CSI5-CSI17	80	FD1
S3	CSI17-CSI6	80	FD1
S4	CSI6-CSI7	133	FD1
S5	CSI14-CSI15	118	FD10
S6	FS9-FS10	759	Scolina di campo esistente
	CSE2-CSE3		
S7	CSE7-CSE8	885	T2
	CSE14-CSE8		
S8	CSE19-CSE18	153	FD4
S9	CSE20-CSE28	126	FD8
S10	CSE27-CSE21	148	FD9
S11	CSE20-CSE22	130	FD10
S12	CSE24-CSE17	352	FD11
	CSE16-CSE17		
S13	CSE37-CSE38	288	FD6
S14a	CDI19-CDI20	193	T1

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	14 di 29

Codice	Tratti confluenti	Q <sub>100</sub> (l/s)	Recapito
S14b	CDE10-CDE24	888	T1
	CDE8-CDE24		
	CDI9-CDI10		
S16	CDI16-CDI17	1092	T1
	CDE11-CDE17		
S17	CDE18-CDE22	260	FD12
S19	CDE2-CDE1	450	FD3
S20	FC5-FC6	355	T1

Gli scarichi dalle canalette sono previsti a mezzo di collettori circolari in PVC di dimensione variabile in dipendenza dalla portata scaricata e dalla pendenza. Nelle figure che seguono si riportano le relative scale di deflusso specifiche, nonché il massimo valore di portata defluibile con un grado di riempimento pari a 70% in funzione della pendenza. Le elaborazioni sono state condotte con riferimento alle condizioni di moto uniforme (formula di Gauckler e Strickler), assumendo  $K=66 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

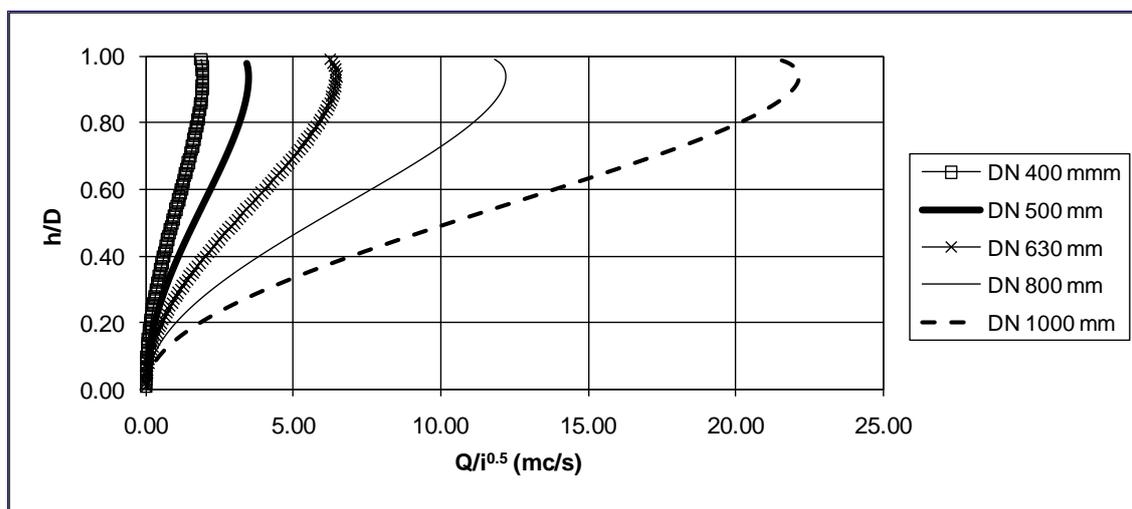


Figura 3 - Scale di deflusso specifiche collettori di scarico

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	15 di 29

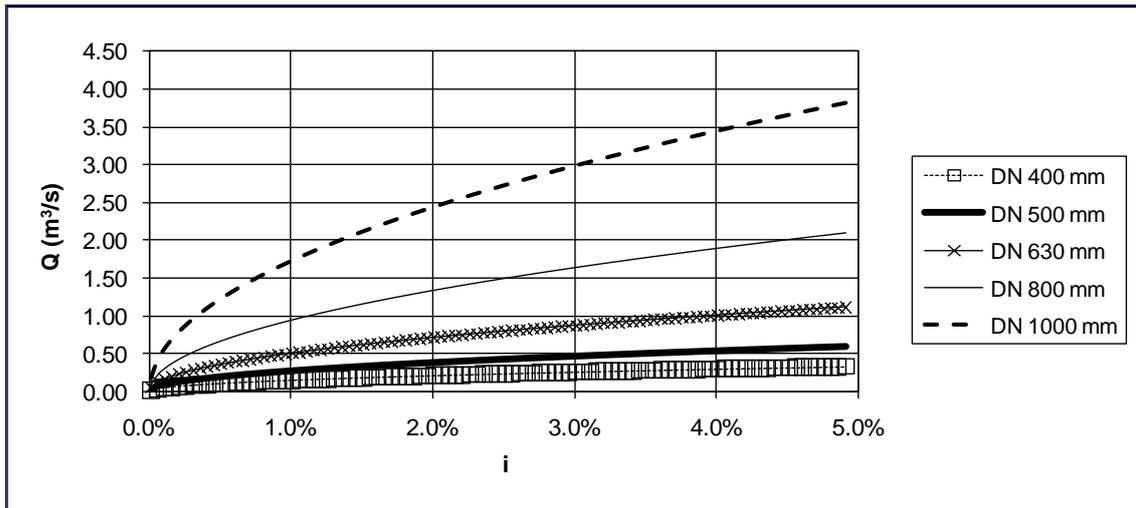


Figura 4 - Valore massimo di portata con un grado di riempimento pari al 70%

	POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. <b>PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE</b>												
Drenaggio di piattaforma Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO	<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>MDL1</td> <td>31</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 00 02 001</td> <td>A</td> <td>16 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	16 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	16 di 29								

### 3 FOSSI DI GUARDIA NON RIVESTITI

#### 3.1.1 Criteri di dimensionamento: metodo delle sole piogge

Il dimensionamento dei fossi di guardia disperdenti si basa sui classici criteri dei bacini di laminazione, in quanto essi svolgeranno la funzione di invaso delle acque meteoriche con recapito per infiltrazione. Il problema è quindi quello di determinare il massimo volume che il generico fosso deve avere, in funzione della portata massima in uscita, in modo che possa così contenere il più critico evento meteorico di assegnato tempo di ritorno. Date le condizioni morfologiche dell'ambito di studio e le caratteristiche planoaltimetriche del tracciato ferroviario, che in alcuni casi richiedono di realizzare fossi al di sopra del piano campagna, è opportuno impiegare un metodo sufficientemente cautelativo, per tenere conto sia del reale funzionamento del sistema, sia della possibile riduzione di efficienza del sistema nel tempo.

Per la determinazione del volume massimo da invasare nelle circostanze appena descritte si è utilizzato il cosiddetto metodo delle sole piogge.

Il volume da invasare  $V_i$ , ad un certo tempo  $\theta$ , è dato dalla differenza tra volume entrante  $V_e$  e volume uscente  $V_u$ :

$$V_i = V_e - V_u \quad (6)$$

Il volume entrante  $V_e$  è determinato dall'afflusso meteorico  $h$  (altezza di precipitazione) su di una superficie  $S$ , caratterizzata da un coefficiente di deflusso  $\varphi$ , in un certo tempo di pioggia  $\theta$ :

$$V_e = \varphi S h(\theta) = \varphi S a \theta^n \quad (7)$$

mentre il volume uscente  $V_u$ , nell'ipotesi di portata uscente  $Q_u$  costante, è dato da:

$$V_u = Q_u \theta \quad (8)$$

Pertanto il volume da invasare nel caso di un evento meteorico di durata  $\theta$  risulta:

$$V_i = \varphi S a \theta^n - Q_u \theta \quad (9)$$

$V_i$ , pertanto, assumerà il suo valore massimo per un evento di precipitazione di durata  $\theta_p$  pari a:

$$\theta_p = \left( \frac{Q_u}{\varphi S a n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (10)$$

da cui:

	POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. <b>PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE</b>												
Drenaggio di piattaforma Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO	<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>MDL1</td> <td>31</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 00 02 001</td> <td>A</td> <td>17 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	17 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	17 di 29								

$$V_{i,max} = \varphi Sa \left( \frac{Q_u}{\varphi San} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \left( \frac{Q_u}{\varphi San} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (11)$$

Il progetto prevede in fregio alla ferrovia, laddove possibile, la presenza di fossi di guardia disperdenti, di sezione trapezia con basi minori variabili tra 0.5 m a 0.70 m pari, altezza variabile tra  $h_f=0.5$  m e 0.70 m ed inclinazione delle sponde pari a  $45^\circ$ . Dimensioni differenti sono previste solo per i fossi F13 e F14, che presentano una base minore di 1.5 m ed un'altezza pari a variabile pari a 1.75 e 2 m.

### 3.1.2 Valutazione della portata di infiltrazione

La portata di infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione con la legge di Darcy:

$$Q_u = k A i \quad (12)$$

dove

- $Q_u$  portata di infiltrazione in  $m^3/s$ ,
- $k$  coefficiente di permeabilità del suolo (conducibilità idraulica) in  $m/s$ ,
- $A$  superficie di infiltrazione in  $m^2$ ,
- $i$  cadente piezometrica in  $m/m$ .

La cadente piezometrica  $i$  può essere posta pari a 1 qualora la superficie della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

Per la valutazione della portata in uscita si è ipotizzato che la filtrazione avvenga attraverso le pareti laterali ed il fondo del fosso medesimo. La portata in uscita è stata pertanto valutata moltiplicando la velocità di filtrazione per la superficie (fondo + laterale) bagnata dal liquido. La velocità di filtrazione, a sua volta, è stata calcolata, assumendo un valore unitario della cadente piezometrica. Il coefficiente di filtrazione è stato assunto pari a  $7,55 \times 10^{-5} m/s$ . Valore ricavato mediante prova Lefranc eseguita nel giugno 2017 Figura 5.



	POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. <b>PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE</b>												
Drenaggio di piattaforma Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO	<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>MDL1</td> <td>31</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 00 02 001</td> <td>A</td> <td>19 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	19 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	19 di 29								

Il proporzionamento di tali manufatti è stato condotto applicando il metodo sopra descritto. Il modello prevede, per una fissata durata dell'evento piovoso, la scrittura dell'equazione di continuità con riferimento al volume di controllo costituito dal fosso:

$$\frac{dW}{dt} = q_{inp}(t) - q_{out}(t) \quad (13)$$

Dove con  $W$  si è indicato il volume invasato nel fosso, e con  $q_{inp}(t)$  e  $q_{out}(t)$  le portate, in ingresso ed in uscita dal fosso medesimo.

La portata in ingresso è calcolata applicando il metodo della corrivazione ed è variabile al variare della durata di pioggia. Il coefficiente di afflusso  $\varphi$  è stato posto pari a 1 e il periodo di ritorno è stato fissato pari a  $100 \text{ anni}^2$ . In ragione della possibilità, nelle successive fasi progettuali, di revisione dell'assetto del corpo stradale ferroviario ai fini dell'ottimizzazione dello smaltimento delle acque meteoriche, l'area del bacino scolante è stata cautelativamente determinata considerando che tutta la semipiattaforma (in alcuni casi anche tutta la piattaforma, in funzione della geometria della rete di collettamento) contribuisca al ruscellamento delle acque meteoriche, indipendentemente dalla disposizione delle falde del sub-ballast o dello strato supercompattato.

Per la valutazione della portata in uscita si è ipotizzato che la filtrazione avvenga attraverso il fondo del fosso medesimo (sono state escluse le pareti laterali a favore di sicurezza). La portata in uscita è stata pertanto valutata moltiplicando la velocità di filtrazione per la superficie del fondo dell'intero sviluppo longitudinale del fosso.

È stato previsto un cassonetto drenante, sottoposto al fosso, di larghezza  $b_t$  uguale alla base minore del trapezio, altezza pari a  $h_t = 1.00 \text{ m}$  e lunghezza pari all'intera lunghezza del fosso o della trincea drenante. Tale cassonetto è costituito da ciottoli di pietrame duro di pezzatura  $2\text{-}5 \text{ cm}$  e all'interfaccia con il suolo circostante è posto un geotessuto con funzione di filtro idraulico nei confronti della frazione fina del suolo stesso. A favore di sicurezza non è stato calcolato il contributo del cassonetto drenante per la determinazione del volume utile del sistema. Il tirante idrico  $h$  è definito a partire dal fondo del fosso. Pertanto, al variare della durata dell'evento piovoso, è stato determinato il massimo volume invasabile, alle differenze finite, e quindi il massimo valore del tirante all'interno del fosso e/o della trincea.

Nella tabella che segue si riportano i risultati delle elaborazioni condotte, unitamente ai dati di base impiegati per il calcolo. Con riferimento a questi ultimi, sono riportati, oltre alla lunghezza del fosso, i valori delle superfici (ridotte) che gravano sui manufatti, sia direttamente che in virtù della rete di drenaggio.

<sup>2</sup> La portata in ingresso al sistema dei fossi disperdenti dovrebbe essere pari alla portata convogliabile dalla rete di collettamento, tuttavia, a favore di sicurezza, conviene considerare che l'afflusso sia generato dal ruscellamento sull'intera superficie scolante; sempre a favore di sicurezza, la presenza di sub-ballast, o anche solo di supercompattato, porta a considerare tale superficie come completamente impermeabile.

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	20 di 29

FOSSO	Lunghezza Ferroviaria di rif.	Larghezza sez. Ferroviaria di rif.	Bacino scolante	Superficie bacino a dispersione	larghezza fondo	Lunghezza bacino	Altezza utile bacino	Altezza Vasca	coeff permeabilità	Volume necessario	Volume totale Fosso	Coefficiente di sicurezza
	Lungh	largh.	S	A	b	L	h	H	K	V	Vtot	F
	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m	m	m	m	m/s	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	\
FD7	550.00	9.00	4950.00	304.50	0.70	435.00	0.70	/	7.55E-05	345	426	1.24
FD12	215.00	9.00	1935.00	150.00	2.00	75.00	0.70	/	7.55E-05	126	142	1.12
FD11	250.00	9.00	2250.00	122.50	0.70	175.00	0.70	/	7.55E-05	162	172	1.06
FD6	310.00	9.00	2790.00	233.60	3.20	73.00	0.70	/	7.55E-05	178	199	1.12
FD5	109.00	9.00	981.00	63.00	0.70	90.00	0.50	/	7.55E-05	74	54	0.73
FD4+FD8+FD9	376.00	13.00	4888.00	268.80	0.70	384.00	0.70	/	7.55E-05	351	376	1.07
FD10	130.00	13.00	1690.00	105.00	0.70	150.00	0.70	/	7.55E-05	117	147	1.25
FD1	316.00	13.00	4108.00	255.50	0.70	365.00	0.70	/	7.55E-05	285	358	1.25
FD3	277.00	13.00	3601.00	595.00	0.75	340.00	0.50	/	7.55E-05	209	213	1.02
FD3	277.00	13.00	3601.00	595.00	0.75	340.00	0.50	/	7.55E-05	209	213	1.02
FD13	1300.00	9.50	12350.00	195.00	1.50	130.00	2.00	/	7.55E-05	938	1066	1.14
FD14	1010.00	9.50	9595.00	195.00	1.50	130.00	1.75	/	7.55E-05	705	808	1.15

**Tabella 5 Dimensionamento dei fossi disperdenti, trincee drenanti**

I fossi, oltre a disperdere la portata in arrivo devono essere in grado di laminarla. Il volume dei fossi disperdenti è stato calcolato come sopra descritto con il metodo delle sole piogge, descritto al paragrafo 3.1.1.

La portata in arrivo è legata al tempo di pioggia e quindi decrescente nel tempo. L'integrale nel tempo della portata (curva blu nel grafico seguente) rappresenta il volume in ingresso  $V_{in}$  alla vasca corrispondente ad un certo tempo di pioggia e presenta un andamento sempre crescente in modo sub lineare.

La portata uscente, ipotizzando un tirante  $h$  costante nel fosso pari al tirante massimo ammesso, è costante nel tempo quindi il suo integrale (curva rossa nel grafico seguente) che rappresenta il volume uscente  $V_{out}$ , ha un andamento linearmente crescente nel tempo.

La differenza tra le due curve (curva verde nel grafico seguente), rappresenta il volume di laminazione al tempo  $t$ ,  $V_{netto}$ .

Il massimo valore raggiunto rappresenta il minimo volume da assegnare alla vasca disperdente.

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	21 di 29

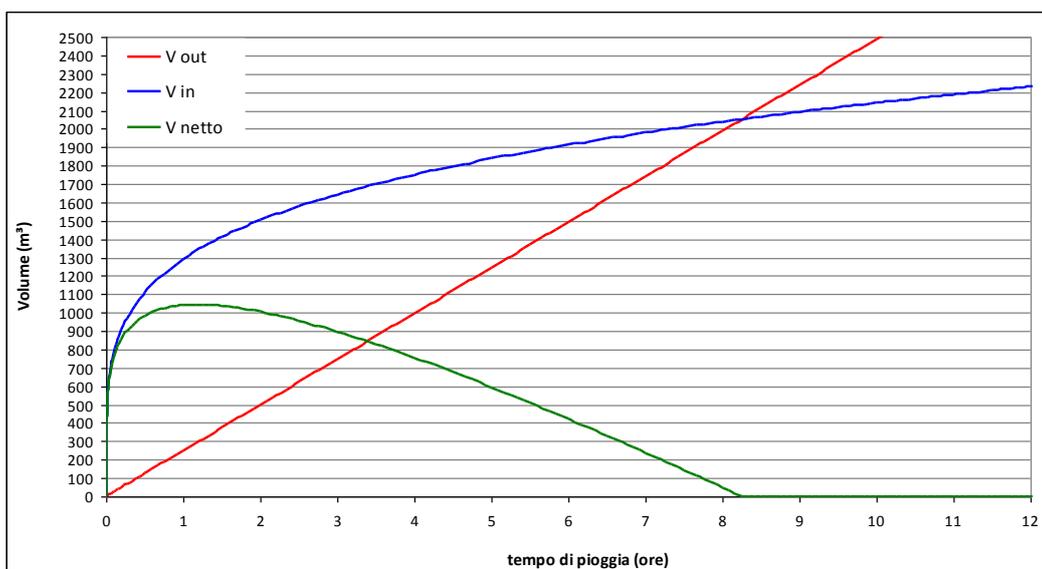


Figura 6 - Esempio: Curve dei volumi V out, V in e V netto

Di seguito si riportano i grafici per ogni fosso drenante, bacino di laminazione o trincea dimensionati e riportati in Tabella 5.

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	22 di 29

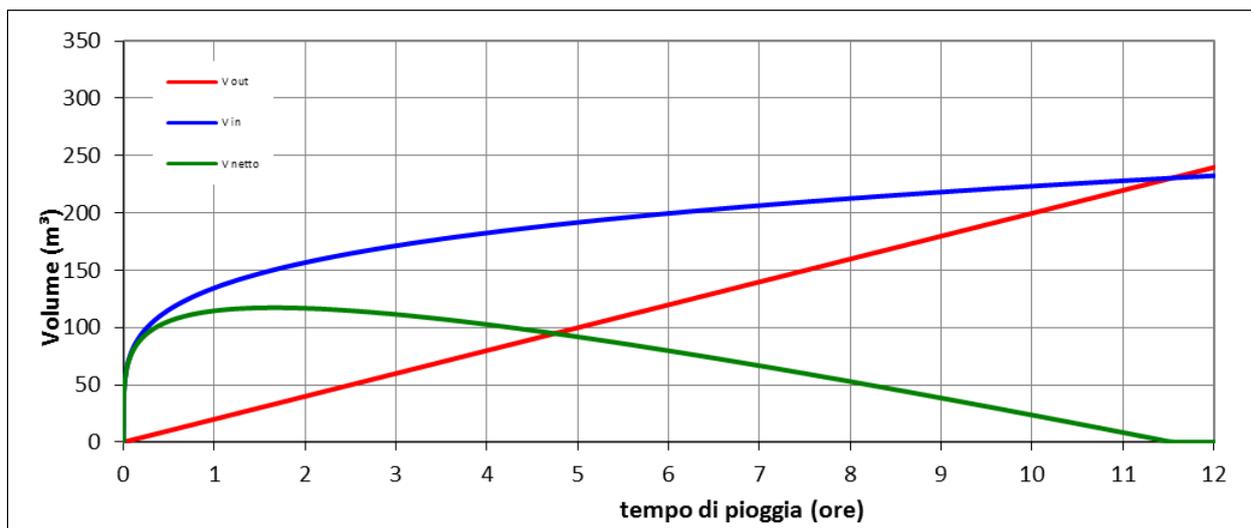


Figura 7 - Fosso FD10

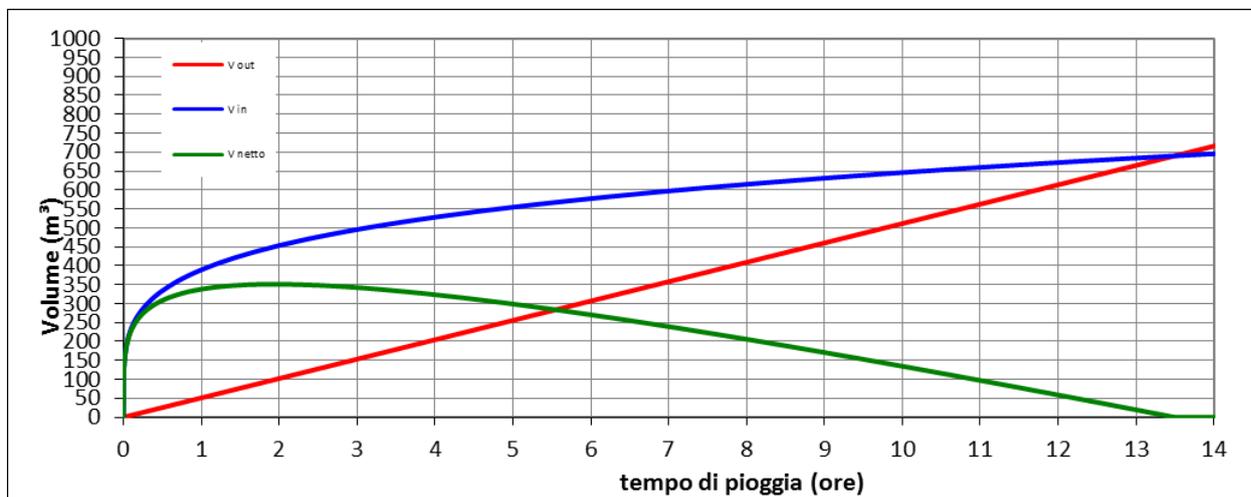


Figura 8 - Fosso FD4-FD8-FD9

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	23 di 29

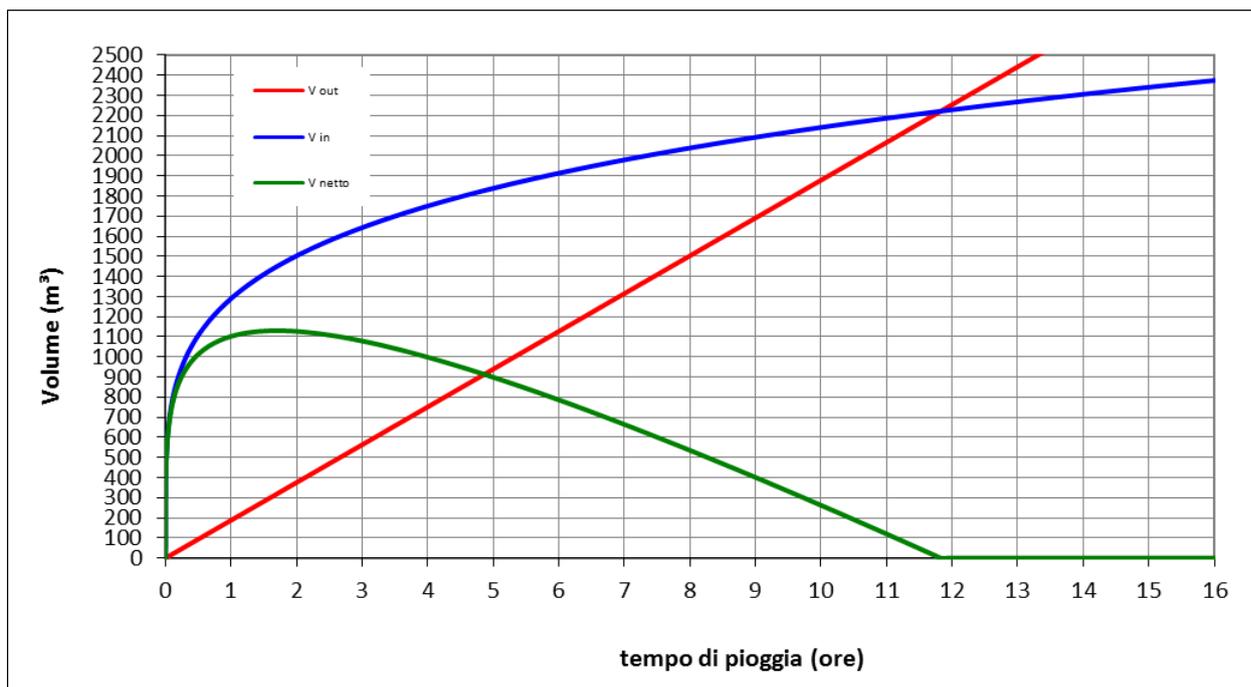


Figura 9 - Fosso FD3

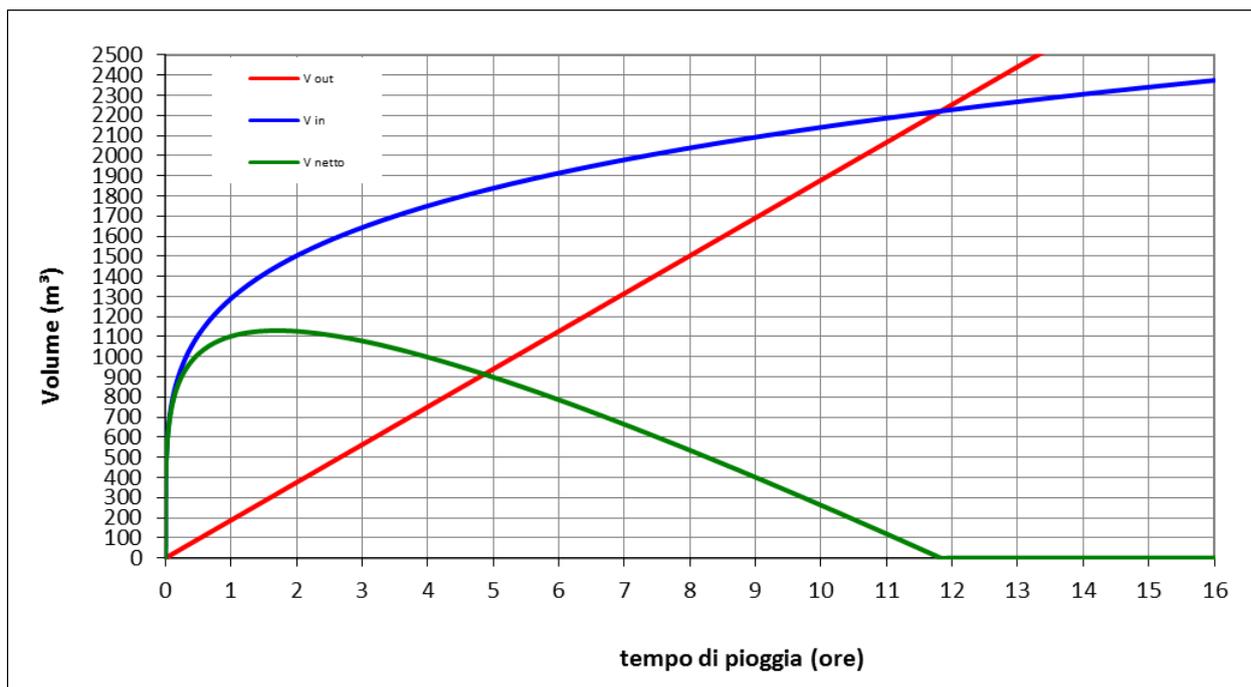


Figura 10 - Fosso FD2

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
----------	-------	----------	-----------	------	--------

MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	24 di 29
------	----	---------	--------------	---	----------



Figura 11 - Fosso FD7

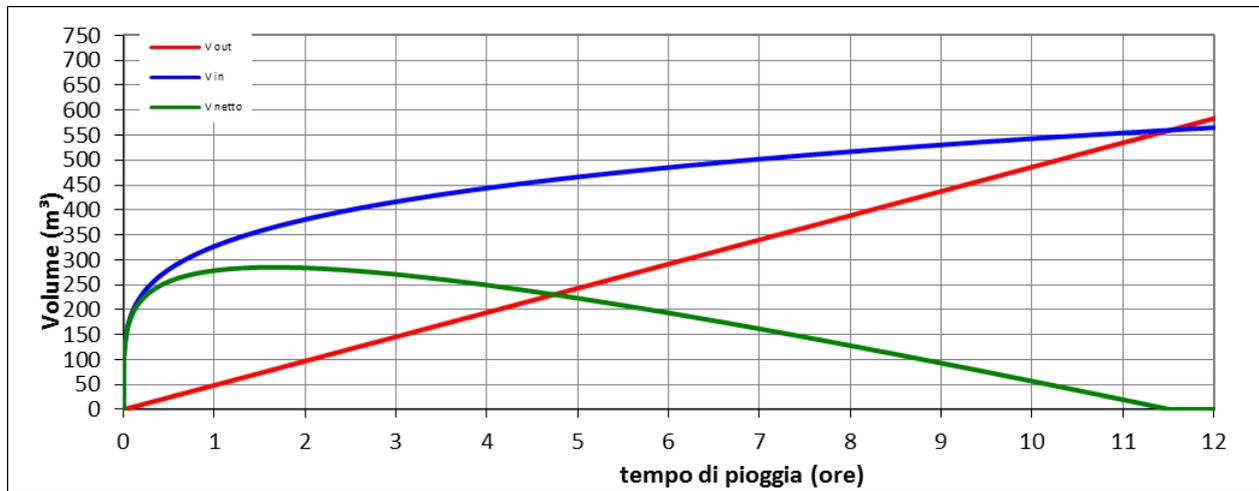


Figura 12 - Fosso FD1

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	25 di 29



Figura 13 - Fosso FD5

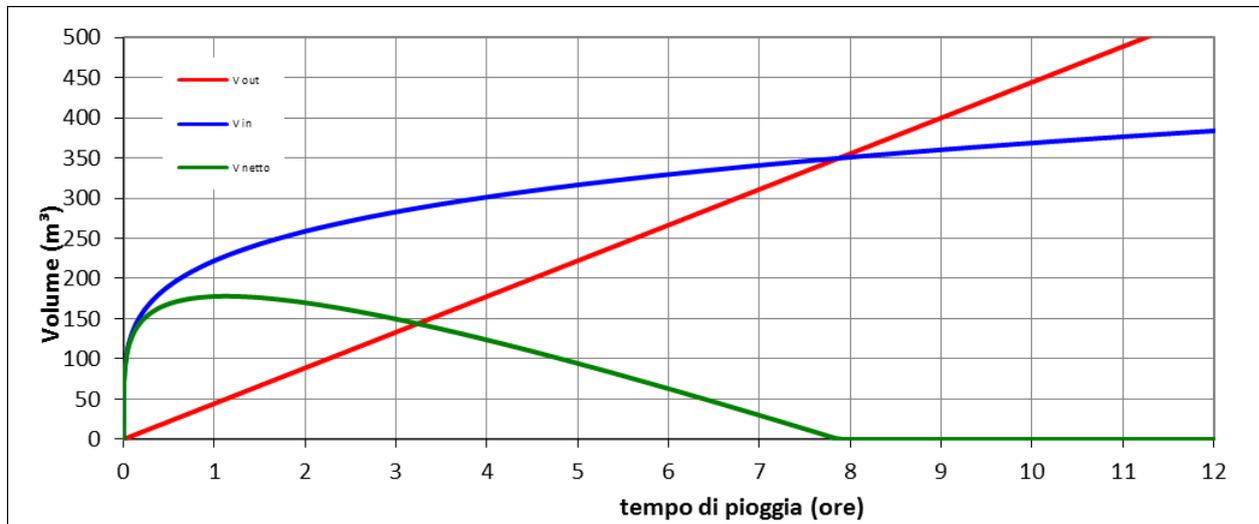


Figura 14 - Fosso FD6

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
----------	-------	----------	-----------	------	--------

MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	26 di 29
------	----	---------	--------------	---	----------

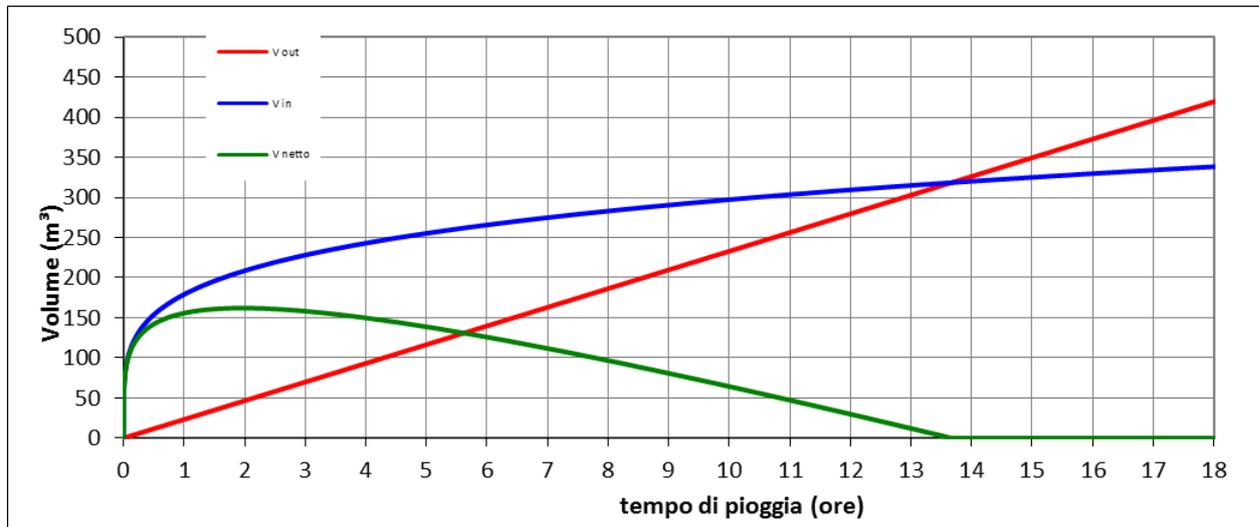


Figura 15 - Fosso FD11



Figura 16 - Fosso FD12

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	27 di 29

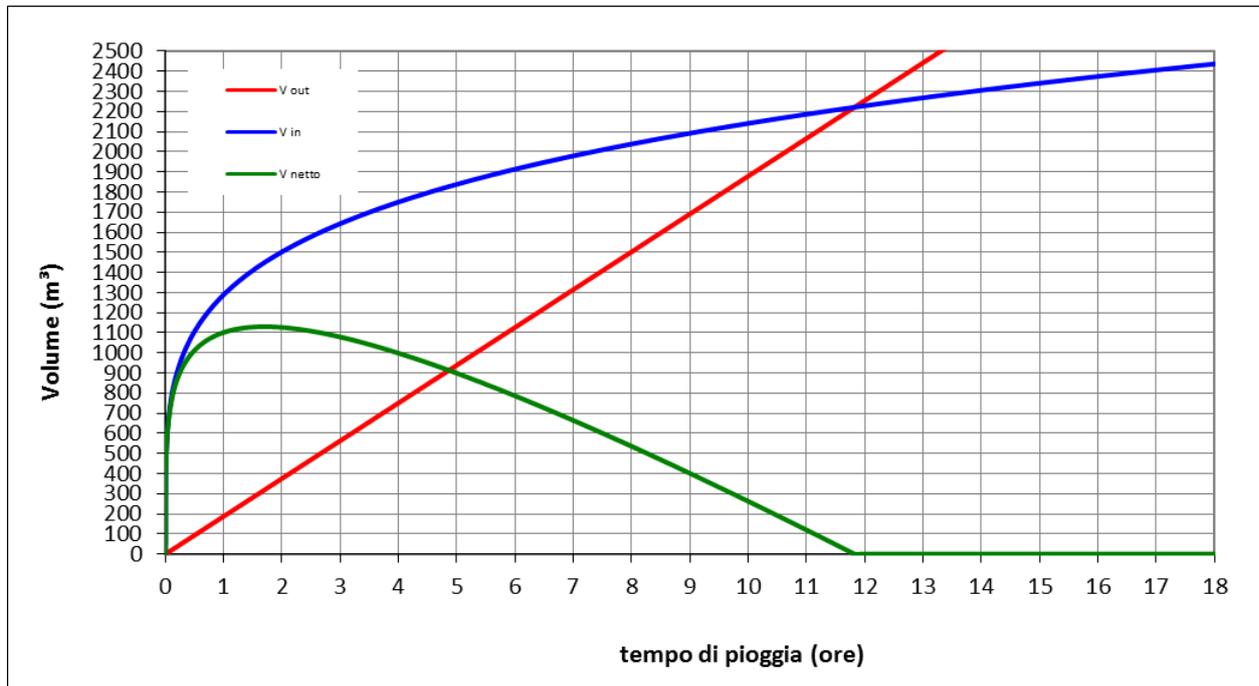


Figura 17 - Fosso F13

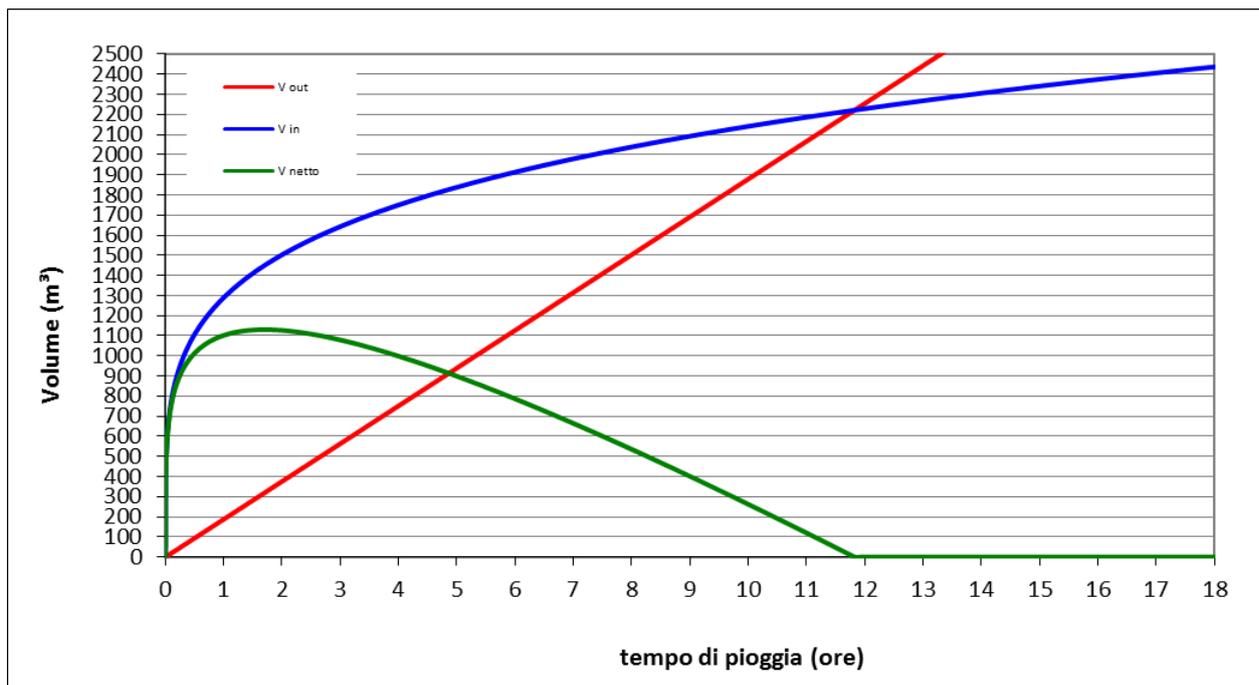


Figura 18 - Fosso F14



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y.

**PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE**

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>MDL1</b>	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	28 di 29

	POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. <b>PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE</b>												
Drenaggio di piattaforma Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma –PRG di RHO	<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>MDL1</td> <td>31</td> <td>D 26 RI</td> <td>ID 00 02 001</td> <td>A</td> <td>29 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	29 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
MDL1	31	D 26 RI	ID 00 02 001	A	29 di 29								

#### 4 MATERIALI IMPIEGATI

Le canalette sono previste realizzate con impasto di conglomerato cementizio armato semiasciutto sottoposto, per l'ottenimento di una resistenza non inferiore ad  $R_{bK} 350 \text{ kg / cm}^2$ , a ciclo lavorativo di vibrazione e compressione. L'armatura è costituita da gabbia rigida in acciaio singola elettrosaldata a barre longitudinali.

Le tubazioni sono previste in PVC rigido con giunto a bicchiere con anello elastomerico per condotte interrate non in pressione conformi alle norme UNI EN 1401 con classe di rigidità SN8 (8kN/m<sup>2</sup>).

I pozzetti, con finalità sia di ispezione che di confluenza saranno prefabbricati e realizzati in cemento Tipo 42.5 R e inerti lavati e vagliati per ottenere un cls di classe maggiore di 35 Mpa. La posa avverrà su platea realizzata in calcestruzzo di spessore 0.10 m e le sigillature saranno realizzate con malta cementizia.

I fossi di guardia a sezione trapezia con sponde a 45° sono costituiti da un cassonetto sottoposto al fosso di dimensioni pari alla base minore e altezza pari a  $h=1.00 \text{ m}$  costituito da ciottoli di pietrame duro di pezzatura 2÷5 cm e all'interfaccia con il suolo circostante è posto un geotessuto con funzione di filtro idraulico nei confronti della frazione fina del suolo stesso.