

COMMITTENTE:



ALTA  
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA**

**Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**PONTI E VIADOTTI**

**PONTE SUL CANALE DUGALE DAL Km 12+306,65 AL Km 12+331,65**

**Interferenze e sistemazioni idrauliche**

**Relazione Drenaggio**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data:			
Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data:				

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 2	E	I 2	R I	V I 0 3 0 8	0 0 1	B	- - - p - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Ing. Alberto LEVORATO	Data

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Giu.21	M. Proietti	Giu.21	G. Grimaldi	Giu.21	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISVI0300001A	E.d.in	Sett.2022	M. Proietti	Sett.2022	G. Grimaldi	Sett.2022	

CIG. 8377957CD1

CUP: J41E9100000009

File: IN1712EI2RVI0308001B.DOC

Cod. origine:



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIVI0308001	B

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI.....</b>	<b>2</b>
2.1	NORMATIVA NAZIONALE.....	2
<b>3</b>	<b>PLUVIOMETRIA.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO .....</b>	<b>4</b>
4.1	CRITERI DI CALCOLO .....	7
4.1.1	CALCOLO DELLA PORTATA .....	7
4.1.2	VERIFICA IDRAULICA.....	9
4.1.3	OPERE DI INTERCETTAZIONE - VERIFICA.....	10

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIVIO308001

## 1 PREMESSA

La presente relazione riporta la descrizione e la verifica del sistema di intercettazione delle acque di piattaforma e di recapito al piede del viadotto (VI03 – Viadotto Dugale 1) che si sviluppa da pk 12+306,65 a pk 12+331,65. La relazione si occupa della verifica delle opere di intercettazione e convogliamento degli impalcati. Per la descrizione e la verifica delle infrastrutture di drenaggio poste al piede del viadotto si rimanda alla specifica relazione idraulica.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI

Il progetto del sistema di smaltimento e trattamento delle acque di piattaforma è stato redatto conformemente alla “Normativa legislativa” e alla “Normativa tecnica” vigenti sul territorio nazionale e regionale di interesse.

In particolare si sono utilizzati i riferimenti di seguito riportati.

### 2.1 NORMATIVA NAZIONALE

- 1- Manuale di progettazione delle opere civili RFI 2017
- 2- Regio Decreto n° 1265 del 27 luglio 1934 “Testo unico delle leggi sanitarie”;
- 3- Decreto Ministeriale LLPP del 12 dicembre 1985 “Normativa tecnica per le tubazioni”;
- 4- Circolare Ministeriale LLPP n° 11633 del 7 gennaio 1974 “Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto”.
- 5- Decreto Legislativo 152/99 e la successiva modifica costituita dal D.Lgs 258/00, in cui le acque di “prima pioggia” sono affrontate all’Articolo n. 39
- 6- Testo Unico sulle Opere Pubbliche di cui al Regio Decreto 25/7/1904 n.523.
- 7- L. 36 del 05/01/1994 “Tutela e uso delle risorse idriche”
- 8- L. 183/89 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo
- 9- Piano di tutela delle acque art 121, Decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, “Norme in materia ambientale” – Norme tecniche di attuazione – Allegato A3 alla

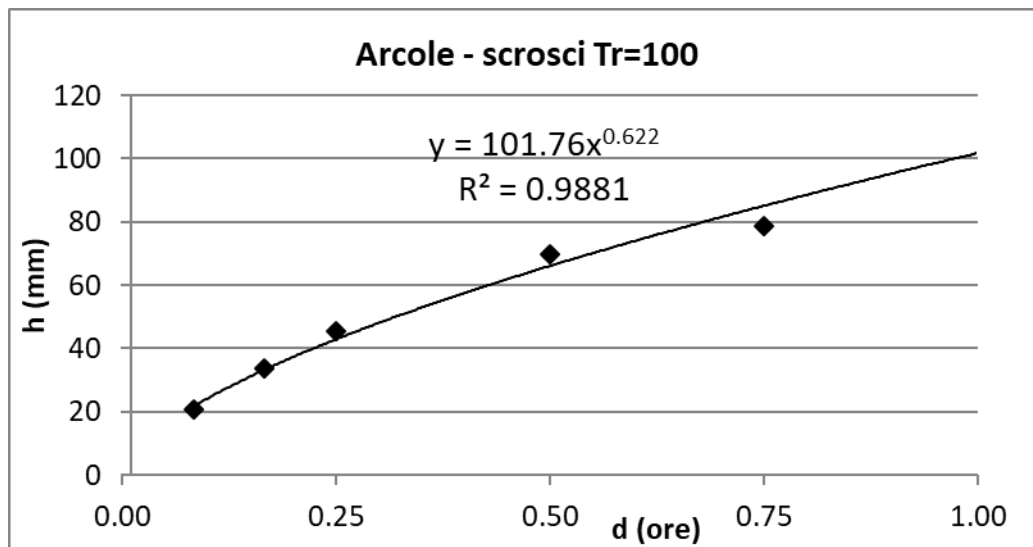
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIVIO308001 B

Delibera del Consiglio Regionale n. 107 del 5/11/2009 e successive modifiche e integrazioni – Aggiornamento a LUGLIO 2018

### 3 PLUVIOMETRIA

Il dimensionamento della rete di drenaggio superficiale per lo smaltimento delle acque meteoriche dalla piattaforma ferroviaria è stato effettuato considerando la portata defluente corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 100 anni, in accordo con le prescrizioni ferroviarie, utilizzando i parametri riportati in tabella. Per la portata di dimensionamento si considerano altezze di precipitazione di durata inferiore all'ora (scrosci).

Il viadotto VI03, con riferimento alla relazione idrologica generale, ricade in una zona che fa riferimento alle stazioni di Buttapietra e Arcole. Si è presa a riferimento la stazione di Arcole in quanto più gravosa.



Curva di possibilità Pluviometrica

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIVIO308001	B

#### 4 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Il viadotto si sviluppa con un impalcato di larghezza 13.40m e luci di 25 e 40m.

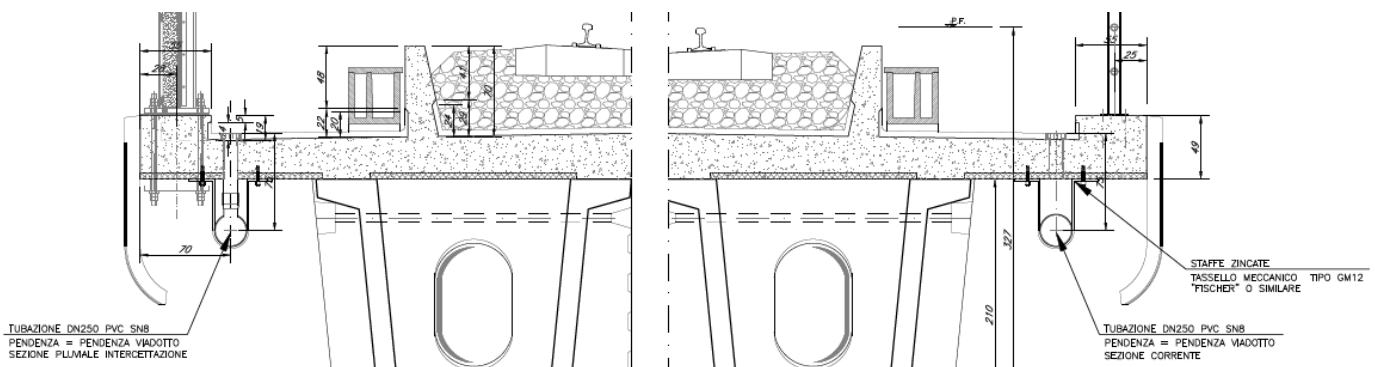
Il sistema di drenaggio del viadotto è costituito da:

- Fori di dimensioni 14x9.7 cm realizzato sul muretto para – ballast ad interasse 3.00m;
- Griglia di intercettazione 300x300mm e Pluviale diametro 110 mm ad interasse pari ad un minimo di 7.20 ed un massimo di 7.50 m realizzato in corrispondenza dello stradello pedonale;
- Tubazione sub-verticale DN250 mm con pendenza pari alla pendenza del viadotto (0.0077 m/m);
- Tubazione di recapito verticale ancorata alla spalla del diametro di 250 mm.

Il recapito avviene direttamente nel Canale Segheretta attraverso tubazioni DN250 realizzato con un rinfilo in cls di spessore minimo 15cm con rete elettrosaldada  $\phi 8/20$ .

Le acque meteoriche grazie alla pendenza trasversale dell'impalcato (1.5%) vengono dapprima intercettate dalle lesene realizzate sui parapetti del ballast e quindi dai pluviali DN110 verticali.

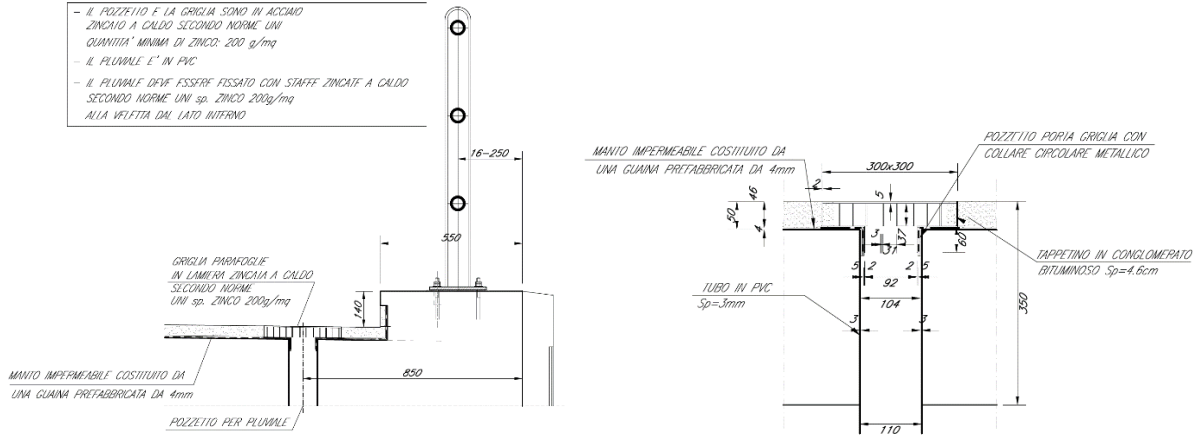
Le acque che cadono tra un'opera e l'altra di intercettazione scorrono sulla canaletta triangolare che si realizza tra muretto reggi ballast o il parapetto e l'impalcato grazie alla pendenza longitudinale di quest'ultimo.



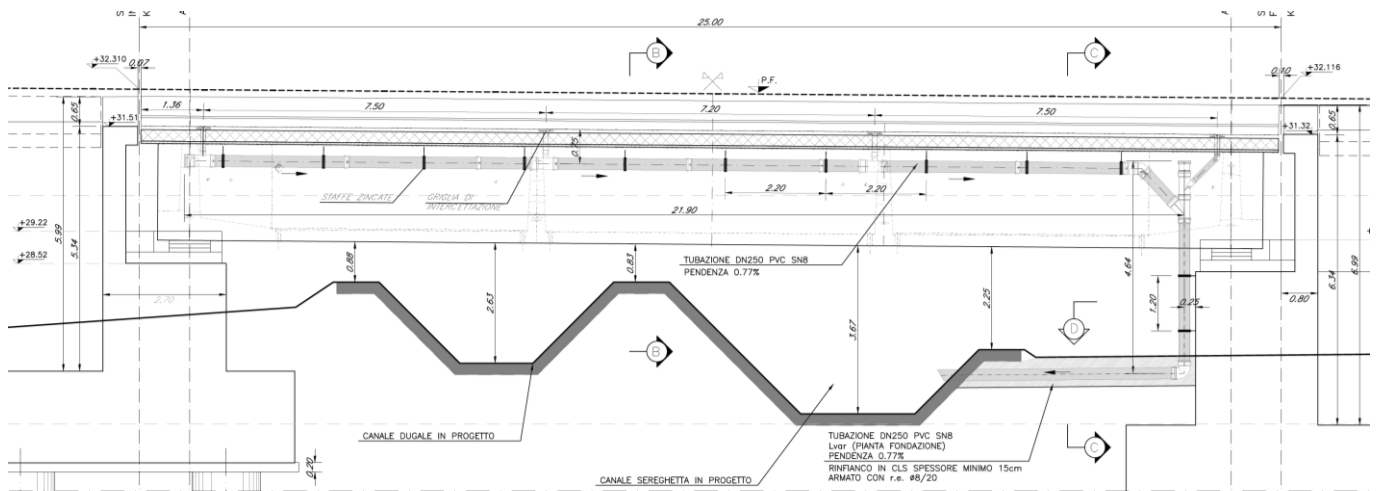
Sezione tipo di drenaggio

Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2RIVI0308001	B

- IL POZZETTO E LA GRIGLIA SONO IN ACCIAIO ZINCATO A CALDO SECONDO NORME UNI QUANTITA' MINIMA DI ZINCO: 200 g/mq
- IL PLUVIALE E' IN PVC
- IL PLUVIALE DEVE ESSERE FISSATO CON STAFFE ZINCATO A CALDO SECONDO NORME UNI sp. ZINCO 200g/mq ALLA VERTICE DAL LATO INTERNO

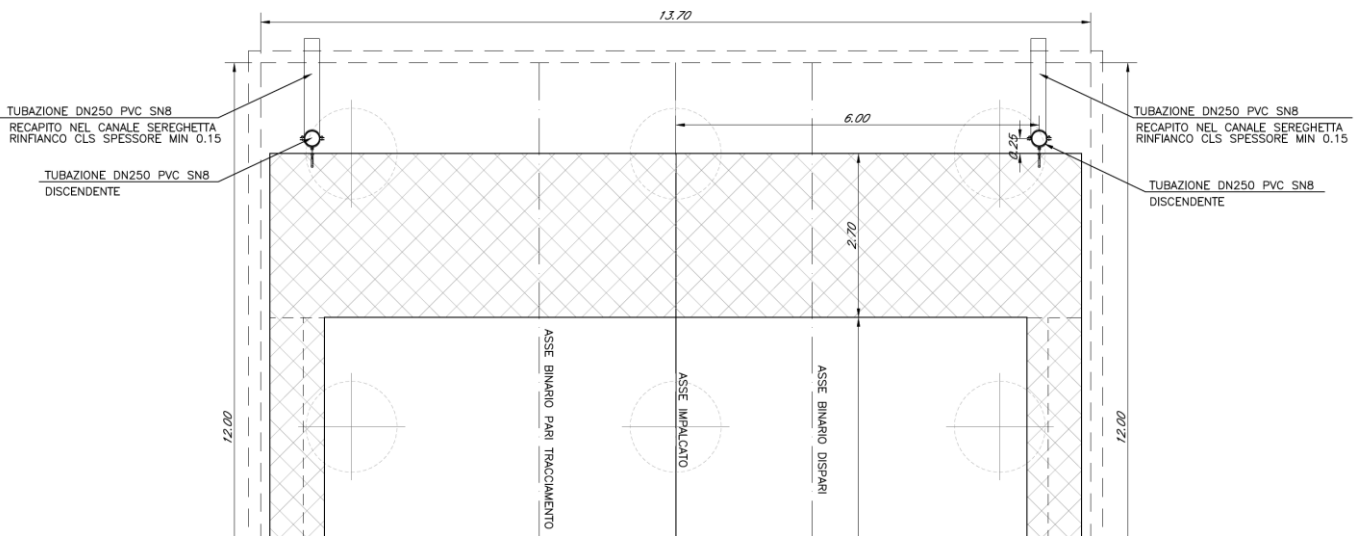
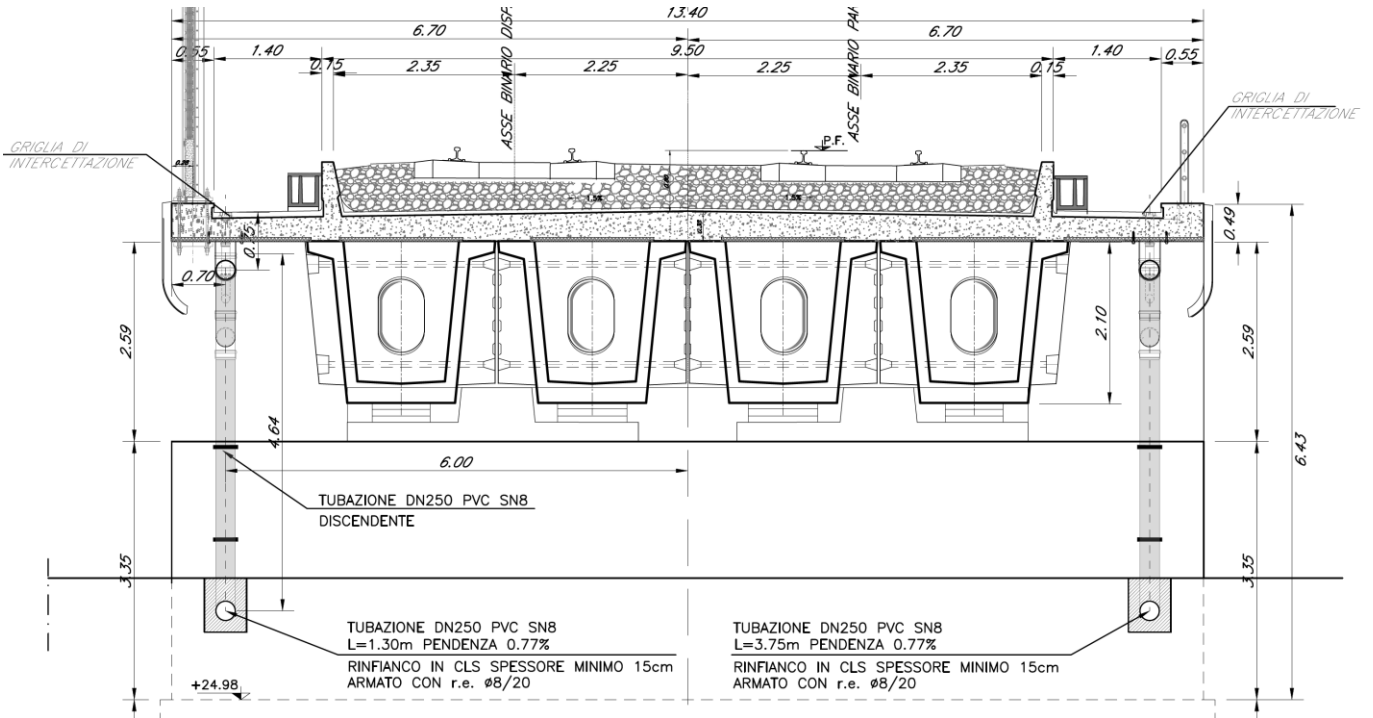


Opera di imbocco del pluviale



Sezione longitudinale L=25m

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2RVI0308001	B



Opera di recapito L=25m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIVIO308001	B

## 4.1 CRITERI DI CALCOLO

Per il calcolo della portata di progetto è stato considerato un tempo di ritorno pari a 100 anni, come già accennato precedentemente.

### 4.1.1 CALCOLO DELLA PORTATA

Ai fini del calcolo della portata si è adottato il modello di trasformazione degli afflussi in deflussi detto dell'invaso lineare.

Tale metodo sfrutta, per la stima delle portate di pioggia le capacità invasanti della rete. Le ipotesi alla base del metodo sono di stazionarietà e linearità che comportano l'invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti.

In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento dei canali avvenga in modo sincrono e che nessuno determini fenomeni di rigurgito in tratti di canali a monte. Il metodo si fonda sulla equazione di continuità. Se si indica con  $w$  il volume invasato nel bacino, con  $q$  la portata transitante attraverso la sezione di chiusura  $z$  e con  $p$  la portata netta immessa in rete, per la continuità si ha:

$$p(t) \cdot dt - q(t) dt = dw$$

considerando costante l'intensità di pioggia e individuando un legame funzionale tra  $w$  e  $q$ , si perviene alla fine ad una relazione in cui si esprime in funzione del tempo  $t$ .

In particolare si fa riferimento alla relazione (valida nel caso in cui il moto vario si possa definire come sovrapposizione di moti uniformi):

$$w = Kq$$

La successiva integrazione dell'equazione di continuità tra gli istanti  $T_1 = 0$  e  $T_2 = Tr$  (tempo di riempimento del canale, cui corrisponde una portata  $Q$ ) ci permette di individuare quale è il tempo (tempo di riempimento  $Tr$ ) necessario perché il canale convogli la massima portata possibile:

$$Tr = \frac{W}{Q} \cdot \ln\left(\frac{p}{p-Q}\right)$$



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIVIO308001

Se allora l'evento meteorico di intensità costante pari ad  $i$  ha una durata  $T_p < T_r$  nel canale non si raggiungerà il massimo livello previsto, che invece viene raggiunto per  $T_p = T_r$ .

Nel caso in cui, invece, dovesse risultare  $T_p > T_r$ , allora ci sarà un intervallo di tempo pari a  $T_p - T_r$  in cui il canale non è in grado di convogliare la portata in arrivo.

Appare ovvio, quindi, che la condizione di corretto proporzionamento del canale è quella che si realizza nel caso che  $T_p = T_r$ , cioè nel caso in cui il tempo di pioggia eguagli proprio il tempo di riempimento del canale. In questa ottica nasce il metodo dell'invaso non come metodo di verifica, ma come strumento di progetto: ed infatti, se si impone l'uguaglianza  $T_p = T_r$  e si sostituiscono le espressioni analitiche ai due termini si perviene ad una relazione:

$$u = 2168 \cdot n' \cdot \frac{(\varphi_m \cdot a)^{\frac{1}{n'}}}{w^{\frac{1}{n'} - 1}}$$

dove

$u$ , coefficiente udometrico, rappresenta la portata per unità di superficie [ $l/s \cdot ha$ ];

$a$  ( $m/h^n$ ) ed  $n'$ , parametri della curva di possibilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno;

$\varphi_m$ , coefficiente di afflusso medio;

$w$ , volume di invaso specifico [ $m$ ].

Il valore della portata di progetto è stato determinato con riferimento alla curva di probabilità pluviometrica indicata nel paragrafo precedente per valori di  $t < 1h$ :

$$h_{T=100} = 101.76 \cdot t^{0.622} \text{ per } t < 1 \text{ h.}$$

Il coefficiente di afflusso è stato fissato pari a 0.90 per la superficie ferroviaria e dell'impalcato, e 0.30 per le superfici esterne. Il volume specifico di invaso è pari al rapporto tra il volume totale di invaso,  $W_{tot}$ , e la superficie totale del bacino.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIVIO308001	B

$W_{tot}$  è dato dalla somma del volume proprio di invaso,  $W_1$ ; del volume di invaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi,  $W_2$ ; del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata,  $W_3$ .

In particolare il volume dei piccoli invasi è stato calcolato considerando un apporto unitario di 50  $m^3/ha$  per le superfici esterne e le superfici occupate dal ballast e 30  $m^3/ha$  per le restanti.

#### 4.1.2 VERIFICA IDRAULICA

La verifica idraulica delle tubazioni in progetto, è stata 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 Gaukler-Strickler:

$$K = CR^{1/6}$$

ottenendo:

$$Q = K \times R^{2/3} \times i^{1/2} \times \sigma$$

dove:

$Q$ , la portata in  $m^3/s$

$R$ , il raggio idraulico in metri;

$\sigma$ , la sezione idraulica [ $m^2$ ];

$i$ , la pendenza [ $m/m$ ];

$C$ , il coefficiente di scabrezza in  $m^{1/3}s^{-1}$ , pari a 80 per le tubazioni in PEAD e 66.67 per infrastrutture in cls

Nella tabella seguente si riportano i principali risultati delle verifiche della tubazione DN250 appesa sotto l'impalcato e di recapito nel canale Sereghetta.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2RIVI0308001
				B

N. canaletta	Sup FERROVIATOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie sponde TOTALE	φ FERROVIA_STRADA	φ ESTERNA	φ RILEVATO	φ MEDIO	Vol.specifico piccoli invasi FERROVIA	Vol.specifico piccoli invasi STRADA	Vol.specifico piccoli invasi ESTERNO - SPONDE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza
	ha	ha	ha	ha					m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	ha	m <sup>3</sup>	m
VI03	0.017	0.000	0.000	0.000	0.90	0.50	0.50	0.90	50	30	50	0.017	0.838	25.00

N. canaletta	Pendenza calcolo	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico	a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA	Area	Velocità	Tirante idrico
	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m/h <sup>n</sup>		lt/s/ha	m <sup>3</sup> /s		m <sup>2</sup>	m/s	m
VI03	0.008	0.297	1.134	0.007	0.102	0.622	601.233	0.010	DN250 PVC	0.01	0.85	0.07 32%

#### 4.1.3 OPERE DI INTERCETTAZIONE - VERIFICA

L'interasse delle opere di intercettazione è dimensionato sulla base della portata per fissato tempo di ritorno stimata per la superficie di piattaforma ferroviaria gravante.

In particolare si è fatta l'ipotesi più gravosa di:

Tipologia	B (larghezza, m)	L (interasse, m)
Fori 14x9.7cm	6.70	3.00
Pluv DN110	6.70	7.50

La portata di deflusso è stimata applicando il metodo razionale o della corrivazione.

In particolare:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIVI0308001 B

$$Qd = \frac{\varphi \cdot a t^{n-1} \cdot S}{360}$$

Con

$\varphi$ , coefficiente di deflusso pari a 0.90;

S, superficie drenata [ha];

a, n parametri della curva probabilità pluviometrica;

t, tempo di corrivazione considerato pari al tempo di ruscellamento pari a 7 min.

Nelle ipotesi di calcolo la portata di deflusso stimata risulta pari a:

Fori 14x9.7 cm:  $Qd = 1.15$  l/s

Pluv DN110mm:  $Qd = 2.88$  l/s

### **FORI 14x9.7 interasse 3.00m**

La portata che ciascun foro realizzato sul muretto paraballast è in grado di smaltire è determinata schematizzando lo stesso come uno stramazzo in parete grossa, secondo l'equazione:

$$Q = C_q \cdot y \cdot D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

essendo  $C_q$  il coefficiente di portata per lo stramazzo in parete grossa, pari a 0.28,  $y$  il tirante liquido ed  $D$  la larghezza del foro assunta pari a 14 cm.

Si riporta la scala di deflusso nelle ipotesi fissate da cui emerge che la portata stimata è smaltita con un tirante all'imbocco pari a circa 4 cm; tirante che si ritiene compatibile con le opere in progetto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIVIO308001 B

h (m)	Cq	D (m)	Q (l/s)
0.0100	0.28	0.14	0.174
0.015			0.319
0.02			0.491
0.025			0.686
0.03			0.902
0.035			1.137
0.04			1.389
0.045			1.657
0.05			1.941
0.055			2.239
0.06			2.551
0.1			5.490

### **GRIGLIA 300X300mm e Pluviali DN110/DN250**

Per determinare la portata che le singole opere di intercettazione sono in grado di intercettare, è necessario determinare l'altezza della corrente in cunetta.

Partendo dalla relazione di Gaukler-Strickler, per cunette che presentano la sponda esterna praticamente verticale, nell'ipotesi che il raggio idraulico si confonda con il tirante, la relazione base di Strickler può essere modificata ed invertita per determinare il tirante:

$$h = \left[ \frac{Sc}{(0.375 \cdot S_L^{0.50} K_s)} \right]^{3/8} Q_d^{3/8}$$

dove:

Sc, pendenza trasversale della cunetta posta pari alla pendenza trasversale;

SL, pendenza longitudinale della cunetta;

Ks, coefficiente di scabrezza pari a 60 in presenza di cunetta in cls e 40 in assenza di cunetta in cls (asfalto).

Nella tabella seguente si riporta il tirante per la pendenza pari alla pendenza longitudinale massima di progetto e minima al fine di verificare la capacità di intercettazione delle opere ed il tirante massimo in cunetta.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIVIO308001	B

Tipologia	S <sub>L</sub>	S <sub>C</sub>	K <sub>S</sub>	Q <sub>d</sub>	h
	(m/m)	(m/m)	(m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> )	(l/s)	(m)
L=25m	0.00770	0.015	40	2.88	0.0208

Il tirante risulta compatibile con le opere in progetto in quanto inferiore all'altezza del cordolo esterno pari a circa 14 cm.

La portata che la griglia in progetto è in grado di intercettare è stata calcolata con la relazione seguente (ASCE e WEF, 1992):

$$Q_{\text{opera}} = 1.66 \cdot P \cdot h^{3/2} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

dove h è il tirante nell'impluvio e P il perimetro attivo della griglia pari a:

$$P = 2 \cdot (L + W - n \cdot s) \quad [\text{m}]$$

W ed L sono larghezza e lunghezza della griglia [m]; n ed s, numero e spessore delle barre.

Riferimento	W	L	n	s	P	h <sub>cunetta</sub>	Q <sub>opera</sub>	Q <sub>opera eff.</sub>	Verifica
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	(l/s)	(l/s)	
L=25m	0.30	0.30	25	0.002	1.10	0.021	5.49	3.84	verificato

La verifica è soddisfatta anche considerando, Q<sub>opera,eff</sub>, una efficienza pari al 70%.

La portata che ciascun pluviale collegato alla griglia esterna, di diametro D, è in grado di smaltire è stimata nelle due ipotesi seguenti, luce a battente o soglia sfiorante, considerando un tirante in entrambi i casi pari al tirante in cunetta + l'altezza del pozzetto grigliato posto cautelativamente pari a 3 cm equivalente all'altezza della griglia.

Con riferimento alla relazione seguente

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RIVIO308001 B

$$Q = C_q \cdot h \cdot \pi \cdot D \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

C<sub>q</sub> assunto pari a 0.41 nelle ipotesi di soglia sfiorante e 0.61 nelle ipotesi di luce a battente.

Nelle ipotesi di progetto si ottiene una portata intercettata dal pluviale maggiore della portata di progetto stimata e pari a:

Luce a Battente		
Riferimento	h	Q <sub>opera</sub>
	(m)	(l/s)
L=25m	0.051	9.72

Luce sfiorante		
Riferimento	h	Q <sub>opera</sub>
	(m)	(l/s)
L=25m	0.051	6.53

La verifica del pluviale verticale di recapito è stata effettuata con riferimento alla norma UNI EN 12056 – 3. I pluviali DN250 sono verificati anche con il 20% del grado di riempimento (Q<sub>DN250 progetto max</sub> = 10l/s).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIVI0308001	B

Diametro interno del pluviale $d_f$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RWP}$ (l/s)		Diametro interno del pluviale $d_f$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RWP}$ (l/s)	
	Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$		Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$
50	0,7	1,7	140	11,4	26,3
55	0,9	2,2	150	13,7	31,6
60	1,2	2,7	160	16,3	37,5
65	1,5	3,4	170	19,1	44,1
70	1,8	4,1	180	22,3	51,4
75	2,2	5,0	190	25,7	59,3
80	2,6	5,9	200	29,5	68,0
85	3,0	6,9	220	38,1	87,7
90	3,5	8,1	240	48,0	110,6
95	4,0	9,3	260	59,4	137,0
100	4,6	10,7	280	72,4	166,9
110	6,0	13,8	300	87,1	200,6
120	7,6	17,4	>300	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton
130	9,4	21,6			

Nota  
Sulla base dell'equazione di Wyly-Eaton:  

$$Q_{RWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{-0,167} \cdot d_f^{2,667} \cdot f^{1,667}$$
dove:  
 $Q_{RWP}$  è la capacità del pluviale, in litri al secondo (l/s);  
 $k_b$  è la scabrezza del pluviale, in millimetri (considerata 0,25 mm);  
 $d_f$  è il diametro interno del pluviale, in millimetri (mm);  
 $f$  è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale.