

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
VIADOTTO RIO GUA' DAL KM 33+722,75 AL KM 34+047,75
Interferenze e sistemazioni idrauliche
Relazione smaltimento acque da impalcato**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona 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	9	0	8	0	0	1	B	-	-	-	D	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	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	Apr.21	M.Proietti	Apr.21	G.Grimaldi	Apr.21	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISV10900001A	E.d.in	Apr.2022	M. Proietti	Apr.2022	G. Grimaldi	Apr.2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RVI0908001B
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001	B

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI	3
2.1	NORMATIVA NAZIONALE.....	3
3	PLUVIOMETRIA	4
4	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	5
4.1	CRITERI DI CALCOLO	8
4.1.1	CALCOLO DELLA PORTATA	8
4.1.2	VERIFICA IDRAULICA.....	10
4.1.3	OPERE DI INTERCETTAZIONE - VERIFICA.....	11

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001	B

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 (VI09).

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001	B

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

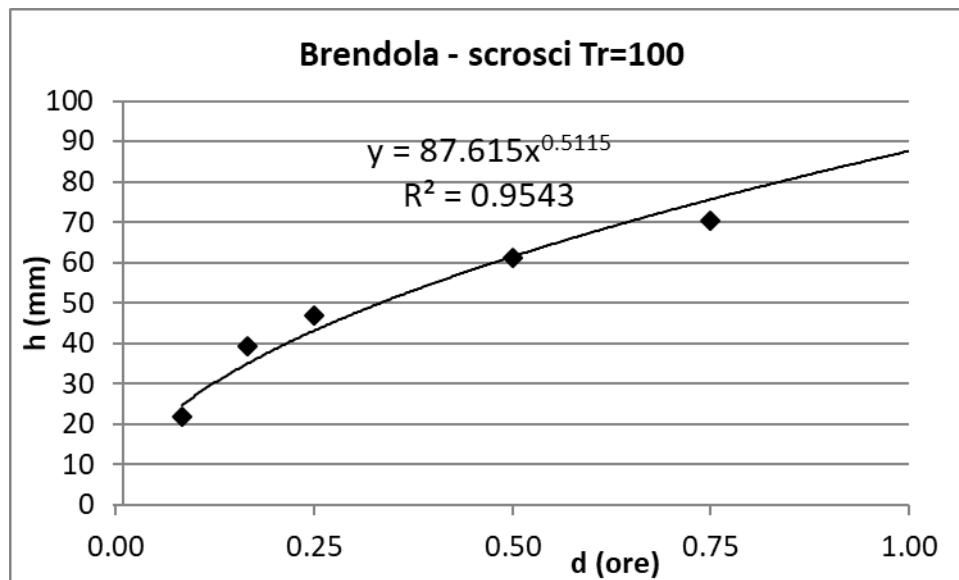
- 1- Manuale di progettazione delle opere civili RFI 2017
- 2- Regio Decreto n° 1265 del 27 luglio 1934 “Testo unico delle leggi sanitarie”;
- 3- Decreto Ministeriale LLPP del 12 dicembre 1985 “Normativa tecnica per le tubazioni”;
- 4- Circolare Ministeriale LLPP n° 11633 del 7 gennaio 1974 “Istruzioni 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 Delibera del Consiglio Regionale n. 107 del 5/11/2009 e successive modifiche e integrazioni – Aggiornamento a LUGLIO 2018

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001 B



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 (Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI)), utilizzando i parametri riportati in tabella. Per la portata di dimensionamento si considerano altezze di precipitazione di durata inferiore all'ora (scrosci).

Per il viadotto VI09, con riferimento alla relazione idrologica generale, ricade nella zona di influenza della stazione di Brendola.



Curva di possibilità Pluviometrica

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001 B

4 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

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;
- Tubazione di recapito verticale ancorata alla spalla del diametro di 250 mm.


Il recapito avviene con una canaletta rettangolare 0.50x0.30 m nel fosso di guardia longitudinale al viadotto ferroviario.

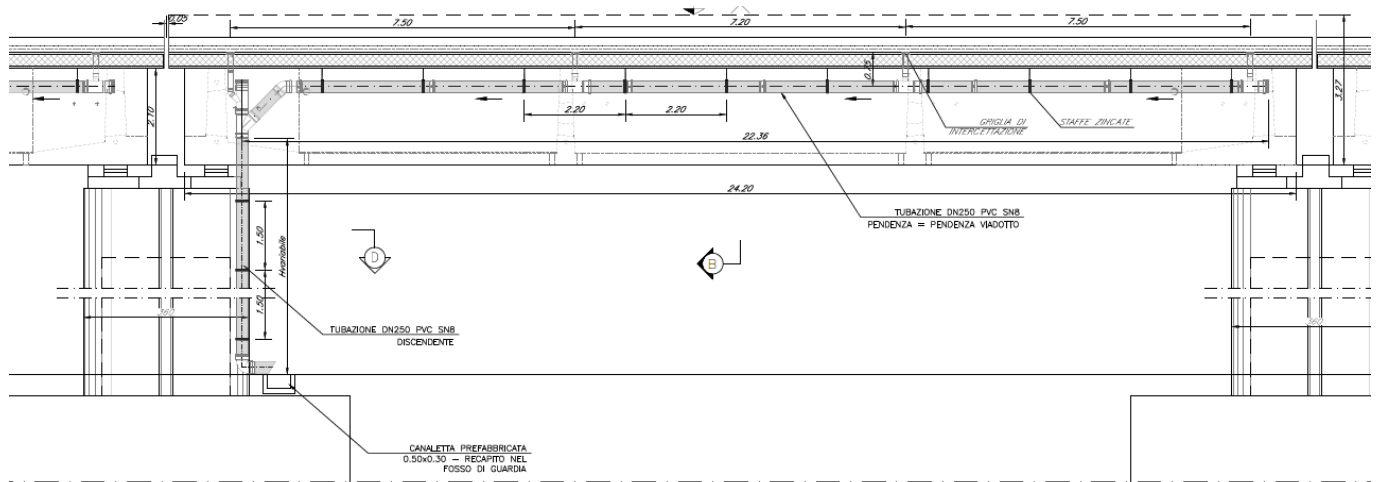
Per la verifica della canaletta di raccordo e dell'infrastruttura idraulica in cui essa recapita si rimanda agli elaborati relativi al sistema di drenaggio dell'infrastruttura ferroviaria nel suo insieme.

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.

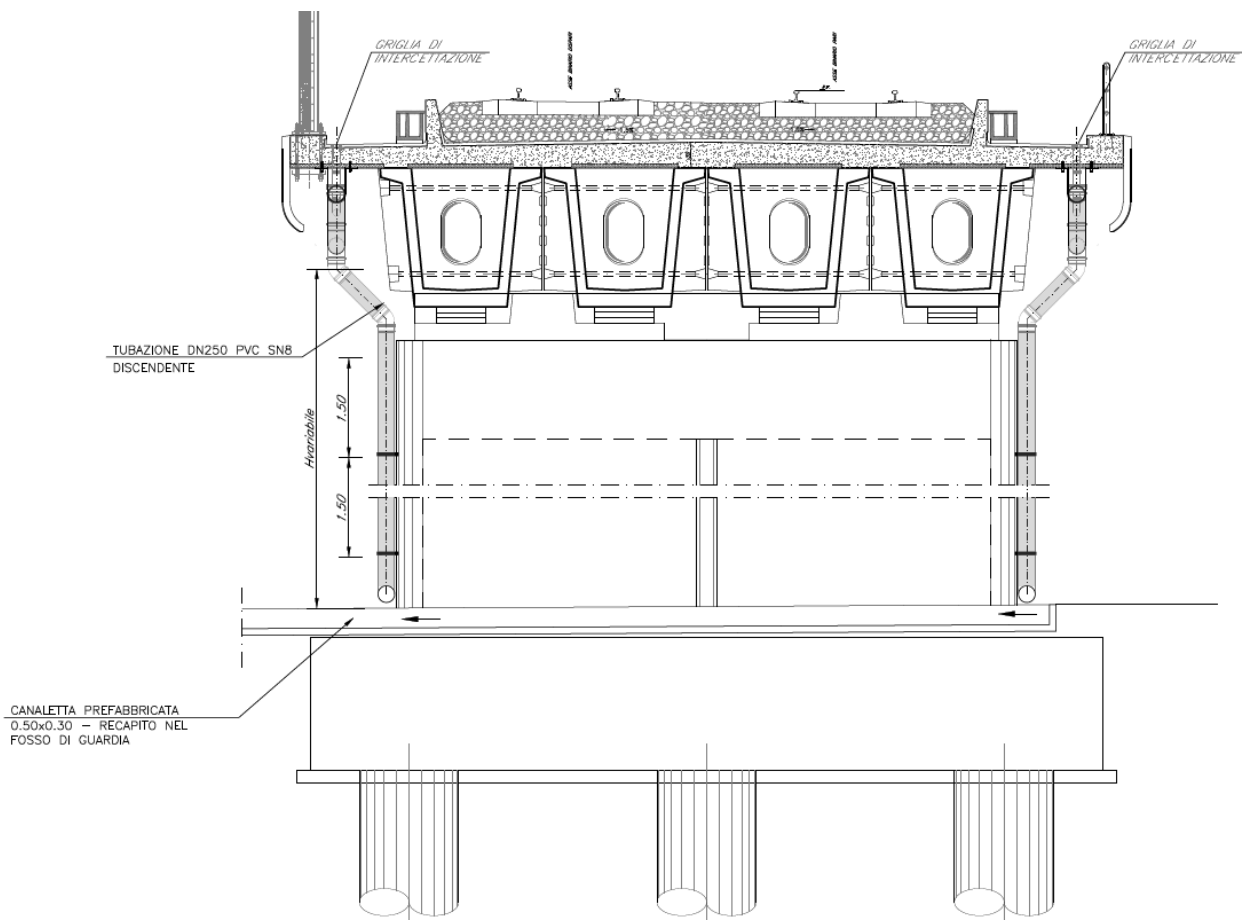
Le acque che cadono tra un'opera e l'altra di intercettazione scorrono sulla canaletta triangolare che si realizza tra muretto reggi ballast o il parapetto e l'impalcato grazie alla pendenza longitudinale di quest'ultimo. Il viadotto è caratterizzato da campate di luce e tipologia realizzativa diversa. L'opera di intercettazione è comune a tutte le tipologie di impalcato.

Sono diversificate le opere di convogliamento al piede delle pile per tenere conto delle diverse tipologie di pile e spalle.



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001	B

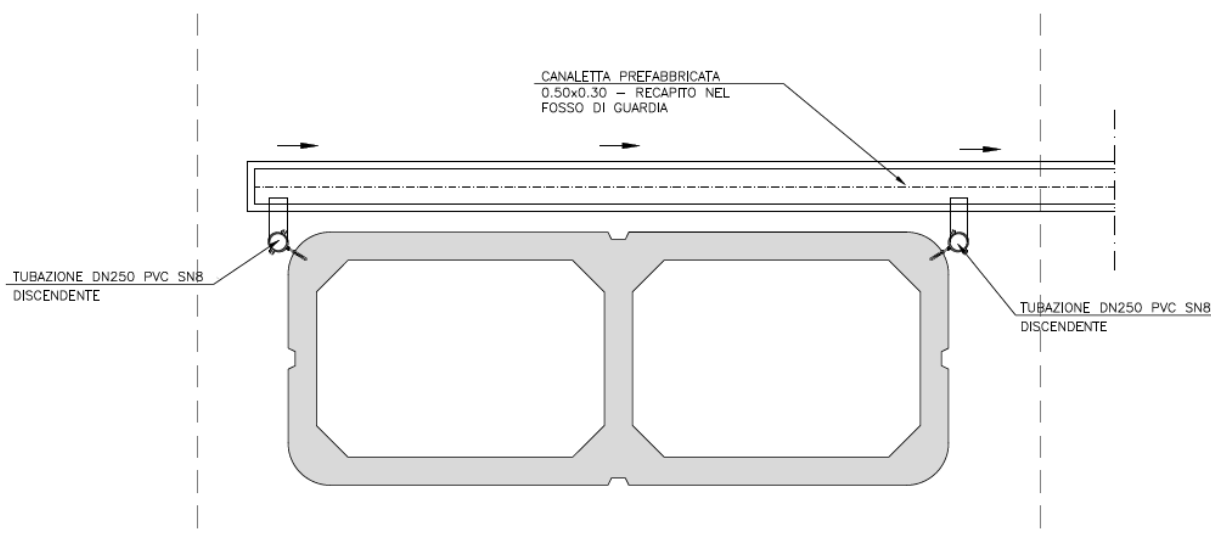


Sezione longitudinale L=25m



Opera di recapito L=25m - Sezione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001	B



Opera di recapito L=25m - Pianta

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:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001 B

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

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:

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

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

Nel caso in cui, invece, dovesse risultare $Tp > Tr$, allora ci sarà un intervallo di tempo pari a $Tp - Tr$ 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 $Tp = Tr$, 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 $Tp = Tr$ e si sostituiscono le espressioni analitiche ai due termini si perviene ad una relazione:

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

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;

φ_m , coefficiente di afflusso medio;

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001	B

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 $t < 1$ h:

$$h_{T=100}=87.615 \cdot t^{0.5115} \text{ per } t < 1 \text{ h.}$$

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.

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 m³/ha per le superfici esterne e le superfici occupate dal ballast e 30 m³/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 m³/s

R, il raggio idraulico in metri;

σ , la sezione idraulica [m²];

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001	B

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.

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
	ha	ha	ha	ha					m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	ha	m ³
VI09 P13 → P11 V21	0.01638	0.00	0.00	0.00	0.9	0.5	0.5	0.9	50	30	50	0.01638	0.81875
VI09 P19 → P14	0.01638	0.00	0.00	0.00	0.9	0.5	0.5	0.9	50	30	50	0.01638	0.81875
VI09 P19 → SB	0.01638	0.00	0.00	0.00	0.9	0.5	0.5	0.9	50	30	50	0.01638	0.81875

N. canaletta	Lunghezza	Pendenza calcolo	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico	a	n	U	Portata Pluviale	Tipo INFRASTRUTTURA	Velocità	Tirante idrico
	m	m/m	m ³	m ³	m	m/hn		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m
VI09 P13 → P11 V21	25	0.0054	0.41665	1.235	0.0075	0.0876	0.5115	822.417	0.013	DN250	0.81	0.10
										PVC		41%
VI09 P19 → P14	25	0.0032	0.48576	1.305	0.0080	0.0876	0.5115	780.757	0.013	DN250	0.66	0.11
										PVC		46%
VI09 P19 → SB	25	0.0088	0.35997	1.179	0.0072	0.0876	0.5115	860.145	0.014	DN250	0.98	0.09
										PVC		37%

4.1.3 OPERE DI INTERCETTAZIONE - VERIFICA

L'interasse degli embrici e delle bocche di lupo di intercettazione è dimensionato sulla base della portata per fissato tempo di ritorno stimata per la superficie di piattaforma stradale gravante.

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001	B

Tipologia	B (larghezza, m)	L (interasse, m)
Fori 14x9.7cm	6.55	3.00
Pluv DN110	6.55	7.50

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

In particolare:

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

Con

φ , 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: $Qd = 1.23$ l/s

Pluv DN110mm: $Qd = 3.07$ 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  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001 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:

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

dove:



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

S_L , pendenza longitudinale della cunetta;

K_s , 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.

Tipologia	S_L	S_c	K_s	Q_d	h
	(m/m)	(m/m)	($m^{1/3}s^{-1}$)	(l/s)	(m)
L=25m	0.0055	0.015	40	3.07	0.0228
L=25m	0.0120	0.015	40	3.07	0.0196

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001 B

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 _{cunetta}	Q _{opera}	Q _{opera eff.}	Verifica
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	(l/s)	(l/s)	
L=25m	0.30	0.30	25	0.002	1.10	0.023	6.27	4.39	verificato
L=25m	0.30	0.30	25	0.002	1.10	0.020	5.02	3.52	verificato

La verifica è soddisfatta anche considerando, Q_{opera,eff}, 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

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

C_q 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 _{opera}
	(m)	(l/s)
L=25m	0.053	10.28
L=25m	0.050	9.38

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RVI0908001	B

Luce sfiorante		
Riferimento	h	Q _{opera}
	(m)	(l/s)
L=25m	0.053	6.91
L=25m	0.050	6.30

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_{DN250} progetto max = 14l/s).

Diametro interno del pluviale d (mm)	Capacità idraulica Q_{RWP} (l/s)		Diametro interno del pluviale d (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:
$$Q_{RWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{-0,167} \cdot d^{2,667} \cdot f^{1,667}$$

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 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.