

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
RI – RILEVATI
RI72A - RILEVATO FERROVIARIO DAL KM 38+420,83 AL KM 38+725,00
SISTEMAZIONI IDRAULICHE
Relazione idraulica smaltimento acque**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data: Novembre 2022	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: Novembre 2022			

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

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	I	R	7	2	A	4	0	0	1	B	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing Alberto Levorato 	Novembre 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	
A	EMISSIONE	E. Giorgetti	07/05/21	A. Gardani	07/05/21	P. Galvanin	07/05/21	
B	REVISIONE FASISTICA	E. Giorgetti	04/11/22	A. Gardani	04/11/22	P. Galvanin	04/11/22	

CIG: 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RIRI72A4001B.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 2 di 28	

INDICE

1	DESCRIZIONE GENERALE	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
4	PARAMETRI DI RIFERIMENTO	5
4.1	Idrologia	5
4.2	Coefficienti di deflusso	5
5	DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	6
5.1	Descrizione del sistema	6
5.2	Dimensionamento degli elementi di drenaggio.....	9
5.2.1	Modello di trasformazione afflussi-deflussi	9
5.2.2	Dimensionamento degli elementi di raccolta	9
5.2.3	Dimensionamento degli elementi di convogliamento	12
6	SISTEMA DI LAMINAZIONE	17
6.1	Dimensionamento fossi di guardia di laminazione	19
6.2	Manufatti di controllo e regolazione della portata	24

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 3 di 28

1 DESCRIZIONE GENERALE

Oggetto della presente relazione è l'analisi del sistema di drenaggio del tratto in rilevato RI72A, compreso tra il km 38+420.83 e il km 38+725.00 della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza. Dal punto di vista idraulico tale intervento comprende anche il tratto RI72B- Rilevato ferroviario seconda variante dal Km 188+159.94 al Km 188+464.16.

L'intervento risulta inoltre idraulicamente connesso al precedente tratto in rilevato RI71A - Rilevato ferroviario dal Km 38+075,00 al Km 38+420,83 e ai successivi tratti in rilevato RI73A - Rilevato ferroviario A.V. dal Km 38+725.00 al Km 39+161.62, RI74 - Rilevato ferroviario dal Km 39+161.62 al Km 39+375.00 e RI75A - Rilevato ferroviario da pk 39+375.00 a pk 39+630.26.

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria della linea AV/AC di progetto, delle aree ad essa afferenti (scarpata e stradello) e della Linea Storica (L.S.) in affiancamento prevede la raccolta e il convogliamento della portata meteorica verso i fossi di guardia e il bacino di laminazione "Area Cavazza" posti al piede del rilevato. Tali fossi di guardia e bacino sono stati progettati in modo tale da laminare la portata meteorica e restituirla al reticolo idrografico esistente conformemente al limite di 5 l/s per ettaro imposto dalla normativa vigente (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse.

Il recapito ultimo delle acque meteoriche è rappresentato dall'interferenza IN65 - Tombino 2x2 su scolo Cavazza alla pk 38+600; per il primo tratto della WBS, dalla pk 38+420.83 alla pk 38+600.00, si prevede il recapito delle acque nel bacino di laminazione "Area Cavazza" posto a sud della linea AV/AC.

Per quanto riguarda le difformità rispetto al progetto definitivo di rimanda all'elaborato di confronto PD/PE.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

IN1710EI2BZRI0006001 – Dettagli smaltimento acque di piattaforma
 IN1710EI2BZRI0006002 – Dettagli manufatti di regolazione

IN1712EI2P8RI71A4001A – Planimetria idraulica

IN1712EI2P8RI72A4001A – Planimetria idraulica
 IN1712EI2PZRI72A4001A – Pianta, sezioni e dettagli bacino di laminazione

IN1712EI2P8RI73A4001A – Planimetria idraulica

IN1712EI2PZRI7404001A – Planimetria idraulica e sezione di scarico

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 4 di 28

3 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*”
- D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, “*Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale*”
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/1974
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto DGRV 6 ottobre 2009 n. 2948, “*Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici*” e in particolare l’Allegato A, “*Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione di nuovi strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche*”.
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili RFI (Ed. 2017)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 5 di 28

4 PARAMETRI DI RIFERIMENTO

4.1 Idrologia

La previsione quantitativa delle piogge nell'area di interesse è stata realizzata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica individuante la relazione che intercorre tra il tempo di pioggia (t) e l'altezza d'acqua piovuta (h), secondo la seguente formulazione:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

nella quale i termini a ed n sono parametri dipendenti dal tempo di ritorno specificato.

Il tempo di ritorno utilizzato come riferimento è TR = 100 anni, in linea con quanto prescritto nel manuale di progettazione RFI, parte II sezione 3. Volendo determinare le portate che comportano la crisi del sistema di drenaggio occorre fare riferimento agli eventi pluviometrici di breve durata e forte intensità. Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche. Per la tratta Verona-Vicenza sono stati ottenuti i seguenti parametri della curva di possibilità pluviometrica:

Tabella 1 - Parametri a e n per durate superiori e inferiori all'ora, per tempo di ritorno pari a 100 anni

Stazioni ArpaV	da pk (km)	a pk (km)	Tr= 100 anni			
			<1h		1-24h	
			a (mm/ore ⁿ)	n (a-dim.)	a (mm/ore ⁿ)	n (a-dim.)
Verona Parco Adige Nord	0+000	3+050	102.34	0.60	78.22	0.17
Buttapietra (Verona sud)	3+050	4+105	86.75	0.62	81.64	0.13
50% Buttapietra 50%Arcole	4+105	13+775	94.28	0.62	85.94	0.13
Colognola ai colli	13+755	18+710	84.48	0.54	78.70	0.18
Arcole	18+710	26+010	101.76	0.62	90.07	0.13
Lonigo	26+010	32+975	99.50	0.57	85.05	0.12
Brendola	32+975	42+310	87.62	0.51	71.79	0.25
S.Agostino Vicenza	42+310	44+250	66.97	0.39	69.30	0.23

Nella tratta oggetto della presente Relazione si fa riferimento ai valori della stazione di Brendola.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione idrologica (IN1711EI2RGID00000040).

4.2 Coefficienti di deflusso

La riduzione dell'afflusso (φ) alla rete si considera dovuta principalmente a impermeabilità e ritardo, che variano a seconda della densità delle costruzioni e della topografia della zona.

Come indicato dalla normativa regionale (Allegato A alla DGR 2948 del 6 ottobre 2009) si utilizza un coefficiente di deflusso $\varphi = 0.9$ per le aree pavimentate, $\varphi = 0.6$ per le scarpate dei rilevati, $\varphi = 0.2$ per le superfici permeabili e $\varphi = 0.1$ per le aree agricole.

Si calcolano quindi le superfici afferenti efficaci come: $A_{eff} = \varphi A$.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 6 di 28

5 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

5.1 Descrizione del sistema

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria, per il primo tratto del rilevato in oggetto, dalla pk 38+420.83 alla pk 38+600.00, prevede la raccolta della portata meteorica che scorre sul sub-ballast impermeabile nelle canalette rettangolari di tipo “CR” poste lato B.P. della linea AV/AC, lato B.D. della linea AV/AC e lato B.D. della L.S.

Le canalette rettangolari relative al primo tratto del rilevato hanno base di dimensione pari a 0.40/0.60 m e altezza di dimensione variabile da 0.60 m a 1.10 m, e sono dotate di griglia metallica classe D400. Per le canalette con verso di scorrimento in contropendenza rispetto alla livelletta ferroviaria è previsto un massetto interno con pendenza dello 0.1%.

Il primo tratto del rilevato RI72A è idraulicamente connesso con la precedente WBS RI71A, che scarica le acque meteoriche raccolte dalle canalette nel bacino di laminazione “Area Cavazza” posto a sud della linea AV/AC. La laminazione delle portate per questo tratto avverrà tramite il bacino di laminazione “Area Cavazza”, posizionato a sud della linea, come illustrato nella seguente immagine.

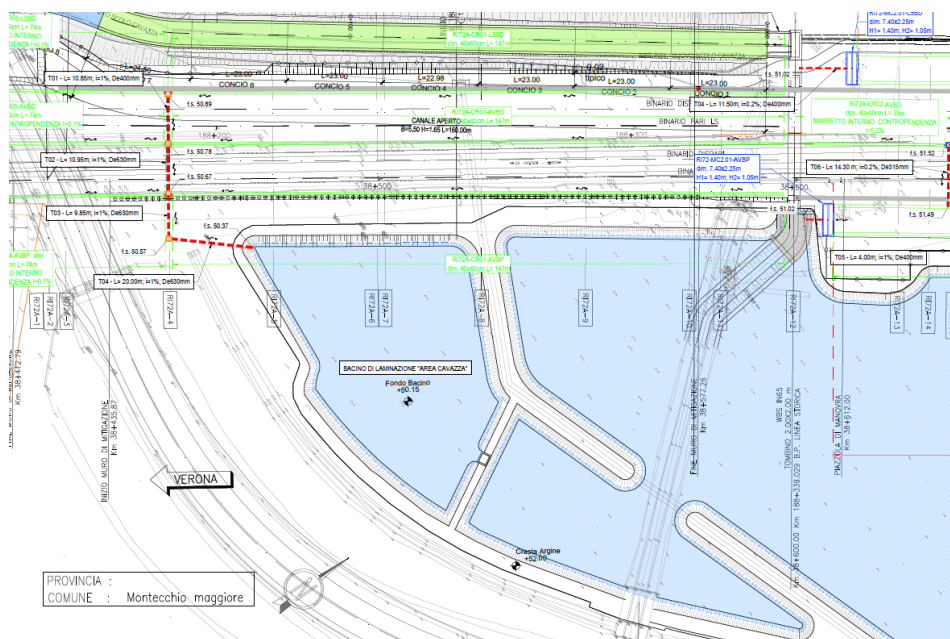


Figura 1 – Stralcio planimetrico dello scarico nel bacino di laminazione “Area Cavazza”

La Figura 2 illustra la sezione di scarico alla pk 38+450 delle acque di piattaforma, raccolte dalle canalette longitudinali, verso il bacino di laminazione. Per il sottopasso della LS e della linea AV/AC sono previsti un collettore in PVC DN500 e un collettore in PVC DN630 controtubati con collettori in PEAD, di lunghezza pari a circa 10.6 m e pendenza pari all’1% e pozzetti prefabbricati in cls di dimensioni 1.00x1.00 m. Lo scarico finale nel bacino di laminazione avviene mediante un collettore in PVC SN8 DN630.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 7 di 28

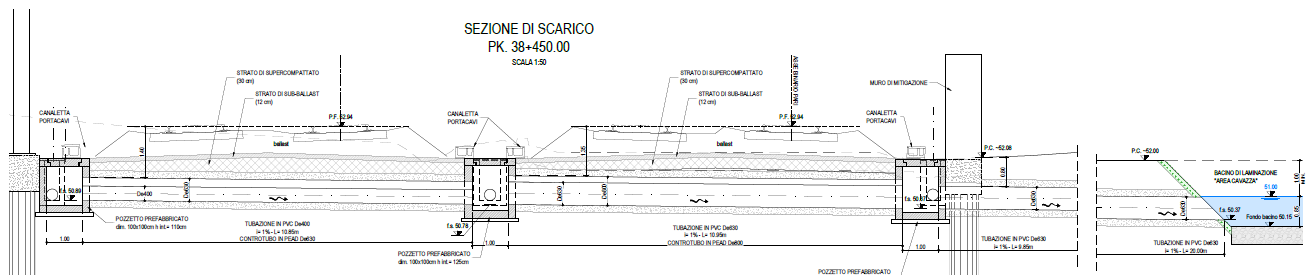


Figura 2 - Sezione di scarico nel bacino di laminazione alla pk 38+450

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria, per il tratto successivo del rilevato in oggetto, dalla pk 38+600.00 alla pk 38+725.00, prevede la raccolta della portata meteorica che scorre sul sub-ballast impermeabile verso i fossi di guardia posti al piede del rilevato.

Il convogliamento delle acque di piattaforma ai fossi di guardia per la semi-piattaforma relativa al B.P. della linea AV/AC e al B.D. della L.S. avviene tramite scassi nei cordoli delle barriere antirumore posti ad interasse di 15 m, dal momento che la linea nel tratto di interesse si presenta a raso.

I fossi di guardia di forma trapezia previsti nel presente progetto hanno la funzione di convogliamento e laminazione della portata meteorica scaricata dalla piattaforma, della portata relativa alle scarpate e della portata relativa allo stradello ferroviario. Lo stradello, di larghezza 3 m, sarà infatti realizzato con una pendenza trasversale dell'1% verso il fosso di guardia di laminazione. Lo stradello ferroviario si mantiene alla quota della testa dei fossi di laminazione.

La laminazione delle acque meteoriche per questo tratto di rilevato avverrà tramite manufatti di regolazione dotati di bocca tarata posti a valle dei fossi. Le portate saranno convogliate al recapito finale costituito dal tombino IN65 - Tombino 2x2 su scolo Cavazza alla pk 38+600 in sinistra idrografica. La quota di scarico è stata definita in modo da essere sempre al di sopra del livello di massimo riempimento per la piena duecentennale dell'IN65.

Il fosso di guardia relativo al B.P. della linea AV/AC è connesso ai fossi di guardia relativi alle successive WBS RI73, RI74 e RI75 tramite un manufatto di regolazione e un collettore in PVC SN8 DN500 posto in adiacenza alla fondazione della pila lato sud del cavalcavia IV08.

Le acque meteoriche relative alla semi-piattaforma lato B.D. della linea AV/AC e della semi-piattaforma lato B.P. della L.S. sono raccolte in canalette rettangolari tipo "CR" di dimensioni 0.40x0.40 m dotate di griglia metallica classe D400 e posate con la pendenza della linea e con un massetto interno per aumentare la pendenza fino allo 0.2%; la canaletta RI72-CR02-AVBD è prevista in contropendenza.

Le canalette scaricano la portata nei fossi di guardia posti al piede del rilevato lato B.P. della linea AV/AC e B.D. della L.S ad interasse di circa 50 m. Il convogliamento delle acque dalle canalette verso i fossi avverrà per mezzo di collettori in PVC De315 controtubati in PEAD De500 e pozzetti prefabbricati in cls di dimensioni 0.80x0.80 m, come illustrato nella seguente immagine.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 8 di 28</p>

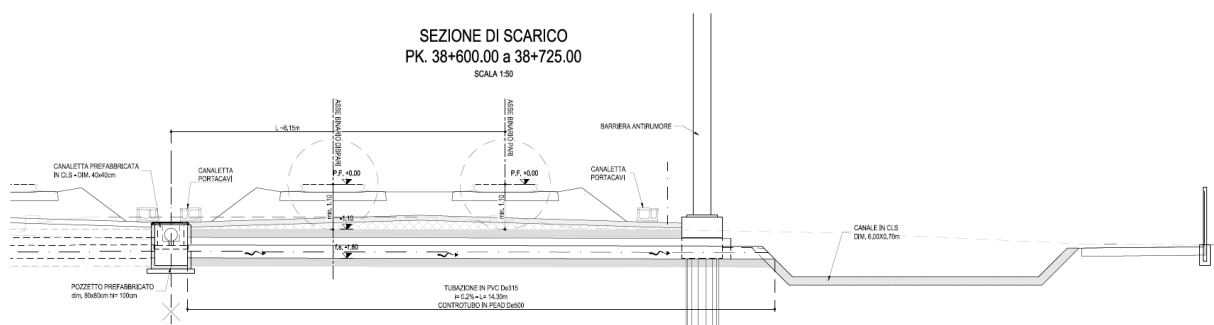


Figura 3 - Sezione di scarico delle canalette centrali nei fossi di guardia posti al piede del rilevato.

Il dettaglio del pozzetto di scarico e dei relativi collettori è illustrato nella seguente immagine.

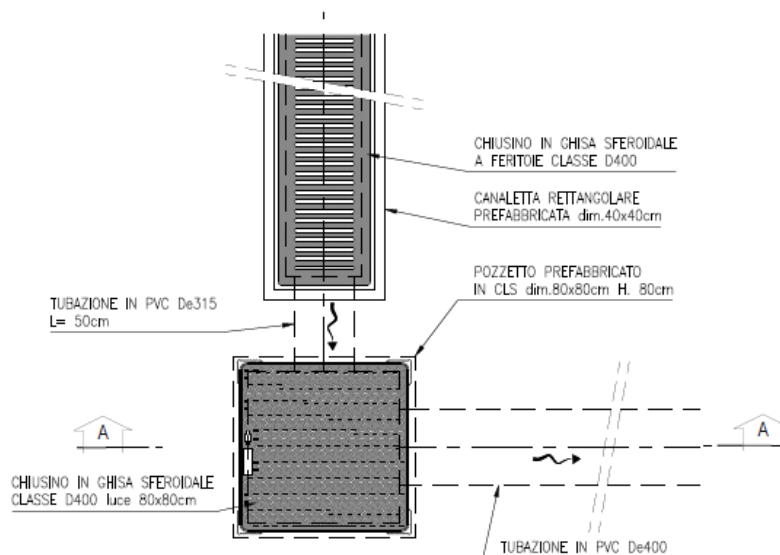


Figura 4 – Dettaglio di scarico della canaletta centrale nel pozzetto 0.8x0.8 m.

Le acque meteoriche relative alla semi-piattaforma lato B.P. della linea AV/AC e della semi-piattaforma lato B.D. della L.S., per i tratti in adiacenza ai fossi senza muri, scaricano direttamente in essi mediante scassi dei cordoli delle barriere antirumore ad interasse rispettivamente di 15 m e 10 m. Dove sono presenti muri si prevedono delle canalette in cls grigliate.

Per i dettagli costruttivi dei singoli elementi si faccia riferimento all'elaborato IN1710E12BZRI0006001 – Dettagli smaltimento acque di piattaforma.

Di seguito si illustrano gli elementi di drenaggio (embrici, canalette, collettori). Il sistema di laminazione è descritto nel successivo capitolo 6.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 9 di 28

5.2 Dimensionamento degli elementi di drenaggio

5.2.1 Modello di trasformazione afflussi-deflussi

La determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura dei sottobacini ferroviari è stata effettuata mediante l'applicazione di un modello afflussi-deflussi. L'importanza di tale informazione risiede nella necessità di dimensionare correttamente i manufatti idraulici atti a convogliare le acque, in riferimento alla capacità idraulica dei ricettori finali.

Note le curve di possibilità pluviometrica, si è proceduto alla determinazione delle piogge di progetto ed alla successiva determinazione delle onde di piena di progetto.

In questo caso, per la determinazione delle portate di progetto, è stato adottato il modello di corrivazione utilizzando un ietogramma rettangolare depurato delle perdite idrologiche per infiltrazione e per detenzione superficiale mediante l'applicazione di un coefficiente di deflusso (rapporto tra il volume defluito ed il corrispondente volume di afflusso meteorico) assunto costante durante l'evento.

Il modello adottato ammette due parametri fondamentali, uno per ciascuno dei due fenomeni citati in precedenza (infiltrazione e trasformazione afflussi netti - deflussi): il coefficiente di deflusso (equivalente al coefficiente di assorbimento orario nella nomenclatura del metodo italiano) e il tempo di corrivazione del bacino. Detti parametri hanno un preciso significato fisico e sono basilari per poter raggiungere una rappresentazione abbastanza accettabile del fenomeno delle piene.

La portata affluente ($Q_{critica}$) è valutabile attraverso l'applicazione della formula razionale, che restituisce la portata specifica da drenare:

$$Q = \frac{\varphi \cdot i_c \cdot A}{3600 \cdot 1000}$$

dove i_c [mm/h] è l'intensità di pioggia massima per la durata di pioggia pari al tempo di corrivazione t_c [ore], A [m²] è la superficie del bacino scolante e φ (§ 4.2) è il coefficiente di deflusso che esprime, a meno delle unità di misura, il rapporto tra il volume affluito alla rete e quello complessivamente affluito al bacino, la formula così scritta restituisce il valore di portata Q in m³/s.

5.2.2 Dimensionamento degli elementi di raccolta

La raccolta dell'acqua di piattaforma, per i tratti in rilevato, è realizzata tramite scassi nel cordolo delle barriere antirumore, posti ad interassi dimensionati per soddisfare in modo corretto la loro funzione che è quella di limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità, per garantire la dovuta sicurezza del sistema infrastruttura.

Il funzionamento idraulico può essere assimilato a quello di una soglia sfiorante; la portata sfiorata Q [m³/s] può essere definita come:

$$Q = C_d L h \sqrt{2gh}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 10 di 28

nella quale:

- $C_q = 0,385$ è il coefficiente di deflusso;
- L [m] rappresenta la larghezza di imbocco dell'embrice (pari a 0.6 m)
- h [m] rappresenta l'altezza del velo liquido all'imbocco dell'embrice.

Si è imposto un tempo di corrivazione minimo pari a 5 minuti poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo quindi dati non realistici.

In Tabella 2 sono state riportate le tabelle di dimensionamento dell'interasse degli scassi nel cordolo. In particolare, è stata calcolata la portata sfiorata e, dal rapporto tra quest'ultima e la portata drenata determinata con la formula razionale per unità di lunghezza, il passo minimo degli scassi al variare del tracciato. Viene ritenuto accettabile un allagamento massimo variabile da 1.40 m a 1.60 m a partire dal cordolino che delimita la piattaforma che porta ad un interasse di progetto per gli scassi pari a 15 m lato AV B.P. e 10 m lato LS B.D.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 11 di 28

Tabella 2 – Dimensionamento interasse scassi

<i>Calcolo deflusso</i>			RI72A AVBP		RI72A LSB	
Sezioni		12 - 17	17 - 19	12 - 17	17 - 19	
Larghezza piattaforma drenata [m]	W	6.40	6.40	11.80	11.80	
Pendenza trasversale sub-ballast [m/m]	i	0.03	0.03	0.03	0.03	
Angolo sulla verticale [grad]	q	88.28	88.28	88.28	88.28	
Larghezza banchina allagata [m]	b	1.40	1.60	1.40	1.60	
Altezza d'acqua massima ammissibile [m]	h	0.04	0.05	0.04	0.05	
Pendenza ferroviaria longitudinale [m/m]	p	0.00195	0.00102	0.00195	0.00102	
Area di deflusso [m ²]	Ad	0.03	0.04	0.03	0.04	
Raggio idraulico banchina [m]	R	0.02	0.02	0.02	0.02	
Coefficiente di Strickler sub-ballast [m ^{1/3} /s]	Ks	80.00	80.00	80.00	80.00	
Portata longitudinale convogliata dalla banchina [l/s]	Q	7.75	8.00	7.75	8.00	
Velocità di deflusso in cunetta [m/s]	v	0.26	0.21	0.26	0.21	
<i>Calcolo interassi scarico acque miste</i>						
Coefficienti c.p.p.	a [mm/h]	87.62				
Brendola	n	0.51				
Durata precipitazione [min]	T _c	5				
Coefficiente di laminazione	e	1.00				
Coefficiente di afflusso	j	0.90				
Intensità precipitazione [mm/h]	i	295				
Coefficiente udometrico [l/s/ha]	u	738	738.0	738.0	738.0	
Portata drenata/m [l/sm]	Q		0.47	0.47	0.87	
INTERASSE SCARICHI [m]			16.4	16.9	8.9	
<i>Progetto</i> INTERASSE ELEMENTI DI RACCOLTA [m]			15	15	10	
<i>Verifica interasse embrici</i>						
Carico idrico [m]	h		0.04	0.05	0.04	
Coeff di contrazione	C _q	0.385				
Larghezza embrice [m]	L	0.6				
Portata sfiorata embrice [l/s]	Q		8.80	10.75	8.80	
Interasse embrici [m]	X _e		18.64	22.77	10.11	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 12 di 28

5.2.3 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento (collettori, canalette) è dato dal confronto tra la portata transitante, ovvero la portata meteorica critica calcolata tramite la formula razionale, e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (pari a 5 minuti) e del tempo di traslazione (t_r) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

N = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

l_i = lunghezza del tronco i -esimo;

v_i = velocità nel tronco i -esimo.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare, si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{R j} = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove: Q rappresenta la portata di dimensionamento dell'elemento (m^3/s); $k = 1/n$ il coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$) con $n=0.015$ per gli elementi in cls e pari a 0.012 per i collettori in materiale plastico; A l'area bagnata (m^2); C il contorno bagnato (m); j la pendenza media della condotta (m/m); $\chi = \frac{A}{C}$ il raggio idraulico (m).

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata Q per l'area bagnata A .

Per i collettori è stato considerato un riempimento massimo del 75% per canalette e collettori e pari al 40% per i mezzi tubi. La velocità deve risultare compresa tra un minimo di 0.5 m/s per evitare sedimentazioni e 5 m/s come indicato nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/19.

Nelle seguenti tabelle vengono presentati i risultati dei dimensionamenti relativi alle canalette rettangolari e ai relativi collettori di scarico in PVC. Nel calcolo del rapporto di riempimento sono state considerate le altezze massime dei massetti per l'aumento della pendenza e di contropendenza

Sono riportati anche i risultati relativi alle canalette ricadenti nelle WBS denominate RI71A, RI73A, RI74 e RI75A dal momento che esse sono idraulicamente connesse con l'intervento in oggetto.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 13 di 28

Tabella 3 – Dimensionamento canalette tipo CR che recapitano nel bacino di laminazione alla pk 38+450

	pk monte	pk valle	Area imp	Area efficace cumulata	Base canaletta	Altezza canaletta	i	Lunghezza	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Q _{critica}	Q pieno riemp.	h	Area bagnata	h/D	v	hmasetto
			[m ²]	[m ²]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m]	[m ²]	[-]	[m/s]	[m]
RI71A - CR03 - AVBP	38255.0	38360.0	672.00	604.80	0.40	0.70	0.0010	105.00	0.61	2.87	2.87	7.87	0.040	0.171	0.232	0.09	0.59	0.43	0.31
RI71A - CR04 - AVBP	38360.0	38450.0	576.00	1123.20	0.40	1.00	0.0010	90.00	0.64	2.35	5.22	10.22	0.065	0.255	0.323	0.13	0.44	0.50	0.27
RI72A - CR01 - AVBP	38598.0	38450.0	947.20	852.48	0.40	0.40	0.00195	148.00	0.77	3.21	3.21	8.21	0.055	0.123	0.206	0.08	0.51	0.67	0.00
RI71A - CR04 - AVBD	38255.0	38360.0	2232.00	2008.80	0.60	0.80	0.0010	105.00	0.76	2.29	2.29	7.29	0.137	0.367	0.360	0.22	0.73	0.63	0.31
RI71A - CR05 - AVBD	38360.0	38450.0	1040.50	2945.25	0.60	1.10	0.0010	90.00	0.80	1.86	4.16	9.16	0.180	0.531	0.446	0.27	0.53	0.67	0.27
RI72A - CR01 - AVBD	38598.0	38450.0	1321.30	1189.17	0.40	0.40	0.00195	148.00	0.77	3.21	3.21	8.21	0.077	0.123	0.275	0.11	0.69	0.70	0.00
RI71A - CR04 - LSB	38255.0	38360.0	1311.00	1179.90	0.40	0.80	0.0010	105.00	0.62	2.82	2.82	7.82	0.078	0.199	0.362	0.14	0.74	0.54	0.31
RI71A - CR05 - LSB	38360.0	38450.0	571.50	1694.25	0.40	1.10	0.0010	90.00	0.65	2.33	5.14	10.14	0.098	0.284	0.438	0.18	0.53	0.56	0.27
RI72A - CR01 - LSB	38598.0	38450.0	1411.58	1270.42	0.40	0.60	0.00195	148.00	0.83	2.97	2.97	7.97	0.083	0.199	0.292	0.12	0.49	0.71	0.00

Tabella 4 - Dimensionamento collettori di scarico nel bacino di laminazione alla pk 38+450

Tratto	pk	Area efficace	Area tot efficace	Diametro	Pendenza	Lunghezza	Ks	T ingresso	V pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q _{critica}	Q _{max} riempi.	h	h/D	Angolo riemp.	Area bagnata	v
		[m ²]	[m ²]	[m]	[m/m]	[m]	(m1/3/s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m]		[grad]	[m ²]	[m/s]
T01 - Attraversamento LS	38450	2964.7	2964.7	500	0.0100	10.34	85	10.1	2.04	0.08	0.08	10.20	0.17	0.355	0.23	0.49	177.6	0.08	2.02
T02 - Attraversamento AV	38450	4134.4	7099.1	630	0.0100	10.40	85	10.1	2.38	0.07	0.16	10.25	0.41	0.658	0.34	0.57	196.4	0.16	2.51
T03/T04 - Scarico nel BL	38450	1975.7	9074.8	630	0.0100	29.85	85	10.1	2.38	0.21	0.37	10.39	0.52	0.658	0.40	0.67	219.9	0.20	2.64

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 14 di 28

Tabella 5 – Dimensionamento canalette tipo CR che recapitano nei fossi di guardia

Fosso di laminazione	Canaletta	pk monte	pk valle	Area imp	Area efficace	Base canaletta	Altezza canaletta	i	Lunghezza	T ingresso	R pieno riemp.	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica	Q pieno riemp.	h	Area bagnata	h/D	v	h massetto
				[m2]	[m2]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[min]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m3/s]	[m3/s]	[m]	[m2]	[-]	[m/s]	[m]
R174-FR01-AVBP	RI75-CR05-AVBD	39625	39589	424.8	382.32	0.4	0.4	0.002	36	5.00	0.13	0.78	0.77	0.77	5.77	0.029	0.125	0.133	0.053	0.37	0.55	0.04
	RI75-CR04-AVBD	39587	39539	566.4	509.76	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.038	0.125	0.162	0.065	0.47	0.59	0.06
	RI75-CR03-AVBD	39537	39489	566.4	509.76	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.038	0.125	0.162	0.065	0.47	0.59	0.06
	RI75-CR02-AVBD	39487	39439	566.4	509.76	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.038	0.125	0.162	0.065	0.47	0.59	0.06
	RI75-CR01-AVBD	39437	39389	566.4	509.76	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.038	0.125	0.162	0.065	0.47	0.59	0.06
	RI75-CR05-AVBP	39625	39589	266.4	239.76	0.4	0.4	0.002	36	5.00	0.13	0.78	0.77	0.77	5.77	0.018	0.125	0.096	0.038	0.27	0.48	0.04
	RI75-CR04-AVBP	39587	39539	355.2	319.68	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.024	0.125	0.115	0.046	0.34	0.52	0.06
	RI75-CR03-AVBP	39537	39489	355.2	319.68	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.024	0.125	0.115	0.046	0.34	0.52	0.06
	RI75-CR02-AVBP	39487	39439	355.2	319.68	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.024	0.125	0.115	0.046	0.34	0.52	0.06
	RI75-CR01-AVBP	39437	39389	355.2	319.68	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.024	0.125	0.115	0.046	0.34	0.52	0.06
R173-FR02-AVBP	RI74-CR04-AVBD	39387	39339	566.4	509.76	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.038	0.125	0.162	0.065	0.50	0.59	0.08
	RI74-CR03-AVBD	39337	39289	566.4	509.76	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.038	0.125	0.161	0.064	0.50	0.59	0.08
	RI74-CR02-AVBD	39287	39239	566.4	509.76	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.038	0.125	0.161	0.064	0.50	0.59	0.08
	RI74-CR01-AVBD	39237	39189	566.4	509.76	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.038	0.125	0.163	0.065	0.50	0.59	0.08
	RI73-CR09-AVBD	39187	39139	576	518.4	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.039	0.125	0.163	0.065	0.46	0.60	0.05

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 												
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE										Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 15 di 28

Fosso di laminazione	Canaletta	pk monte	pk valle	Area imp [m2]	Area efficace [m2]	Base canaletta [m]	Altezza canaletta [m]	i [m/m]	Lunghezza [m]	T ingresso [min]	R pieno riemp. [m]	v pieno riemp. [m/s]	T traslaz. singolo ramo [min]	Max T traslaz. (min) [min]	T corrivaz. (min) [min]	Qcritica [m3/s]	Q pieno riemp. [m3/s]	h [m]	Area bagnata [m2]	h/D [-]	v [m/s]	h massetto [m]
RI73-FR01-AVBP	RI73-CR08-AVBD	39137	39089	576	518.4	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.039	0.125	0.163	0.065	0.46	0.60	0.05
	RI73-CR07-AVBD	39087	39039	559.2	503.28	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.038	0.125	0.171	0.068	0.48	0.55	0.05
	RI73-CR06-AVBD	39037	38989	556.8	501.12	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.038	0.125	0.171	0.068	0.48	0.55	0.05
	RI73-CR05-AVBD	38987	38939	552	496.8	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.037	0.125	0.171	0.068	0.48	0.54	0.05
RI72-FR01-AVBP	RI73-CR04-AVBD	38937	38886	550.8	495.72	0.4	0.4	0.002	51	5.00	0.13	0.78	1.09	1.09	6.09	0.037	0.125	0.158	0.063	0.45	0.58	0.05
	RI73-CR02-AVBD	38837	38789	304.8	274.32	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.021	0.125	0.104	0.042	0.29	0.49	0.05
	RI72-CR04-AVBD	38737	38689	292.8	263.52	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.020	0.125	0.101	0.041	0.29	0.49	0.05
	RI72-CR02-AVBD	38602.5	38636	204.35	183.915	0.4	0.4	0.002	33.5	5.00	0.13	0.78	0.72	0.72	5.72	0.014	0.125	0.081	0.032	0.27	0.44	0.10
	RI73-CR03-AVBD	38884	38839	445.5	400.95	0.4	0.4	0.002	45	5.00	0.13	0.78	0.96	0.96	5.96	0.030	0.125	0.136	0.054	0.38	0.56	0.04
	RI73-CR01-AVBD	38787	38739	292.8	263.52	0.4	0.4	0.002	48	5.00	0.13	0.78	1.03	1.03	6.03	0.020	0.125	0.101	0.041	0.29	0.49	0.05
	RI72-CR03-AVBD	38687	38640	286.7	258.03	0.4	0.4	0.002	47	5.00	0.13	0.78	1.01	1.01	6.01	0.019	0.125	0.101	0.040	0.28	0.48	0.05
RI72-FR01-LSBD	RI73-CR03-LSBD	39162	39062	620	558	0.4	0.4	0.002	100	5.00	0.13	0.78	2.13	2.13	7.13	0.038	0.125	0.161	0.064	0.53	0.60	0.10
	RI73-CR02-LSBD	39062	38962	630	1125	0.4	0.5	0.002	100	5.00	0.14	0.81	2.05	4.18	9.18	0.069	0.163	0.249	0.100	0.62	0.69	0.10
	RI73-CR01-LSBD	38962	38865	727.5	1779.75	0.4	0.6	0.002	97	5.00	0.15	0.84	1.92	6.10	11.10	0.099	0.202	0.332	0.133	0.66	0.74	0.10

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p>		<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 16 di 28</p>

Tabella 6 – Dimensionamento collettori di scarico della canaletta centrale nel fosso di guardia lato AVBP

Tratto	Diametro	Pendenza	Lunghezza	Materiale	Ks	T ingresso	V pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Qcritica	Qmax riempi.	h	h/D	Angolo riemp.	Area bagnata	v
	[m]	[m/m]	[m]		(m ^{1/3} /s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m]	[-]	[grad]	[m ²]	[m/s]
T06 - Scarico canaletta centrale lato AVBP	315	0.0020	14.30	PVC	85	5.0	0.68	0.35	0.35	5.35	0.037	0.049	0.197	0.65	214.8	0.05	0.75

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 17 di 28

6 SISTEMA DI LAMINAZIONE

I fossi di guardia e il bacino con funzione di laminazione sono stati dimensionati nell'intento di invasare le acque meteoriche raccolte sulla nuova infrastruttura garantendo lo scarico nei recettori finali nel rispetto dei limiti concessi dalla normativa regionale in relazione al principio dell'invarianza idraulica.

Nella tratta in oggetto lo scarico limite consentito è di 5 l/s/ha imposto dalla normativa vigente (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse. Un manufatto di regolazione delle portate posto a valle dell'invaso garantisce che la portata scaricata non superi il valore imposto.

I volumi di laminazione hanno il compito di ridurre i picchi di portata che si verificano nei sistemi di drenaggio riducendoli a valori compatibili con i recapiti posti a valle. Nel caso specifico dell'opera in progetto l'incremento di portata dovuto alla impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso nei fossi, le cui dimensioni sono legate quindi non alla sola funzione di convogliare le acque afferenti al recapito stabilito ma anche a quella di invaso dei volumi che eccedono la capacità del recettore finale.

La laminazione delle portate relative alle canalette per il primo tratto della WBS in oggetto, tra le pk 38+255 e 28+598, avverrà per mezzo del bacino di laminazione "Area Cavazza" situato lato B.P. della linea AV/AC. Tale bacino, escluso dalla presente WBS, dovrà essere in grado di laminare la portata meteorica relativa all'area impermeabile della piattaforma ferroviaria pari a 10'083 m².

In corrispondenza della WBS in oggetto si prevedono dei fossi rivestiti in cls di sezione trapezia con base minore pari a 6.00 m, altezza pari a 0.70 m e sponde inclinate a 1/1. Le dimensioni dei fossi, che si presentano molto larghi e bassi, sono legate alle caratteristiche topografiche e all'esigenza di scaricare nel recapito finale costituito dal tombino IN65 a una quota superiore al livello della piena duecentennale.

I fossi sono localizzati tra il rilevato e lo stradello ferroviario in modo da convogliare e laminare tutte le acque meteoriche afferenti alla linea AC/AV in progetto e alla variante della linea storica. Il dimensionamento è stato effettuato considerando il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1987). Ai fossi viene data una leggera pendenza longitudinale, pari allo 0.1% che facilita il transito della portata verso il punto di scarico e lo svuotamento del fosso stesso.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 18 di 28</p>

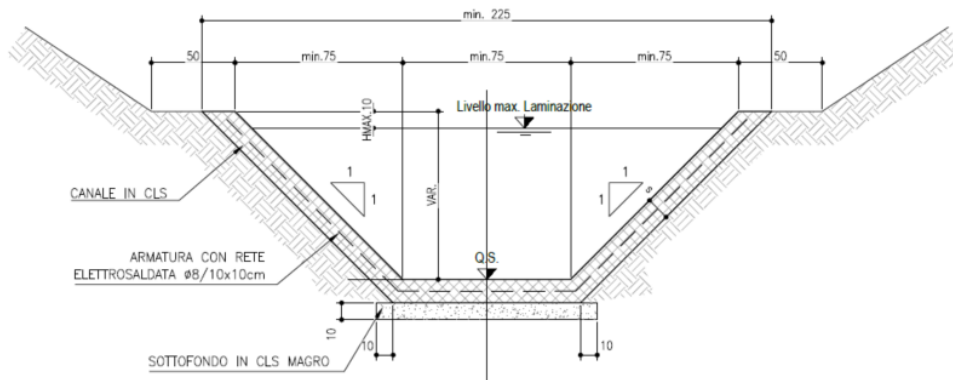


Figura 5 – Sezione tipica dei fossi di laminazione.

La regolazione della portata in uscita è effettuata tramite dei manufatti in cls dotati di bocca tarata dimensionata in modo tale da garantire lo scarico dei 5 l/s ha impermeabile.

Nella WBS oggetto della relazione e nelle WBS successive idraulicamente connesse alla RI72A sono presenti: due manufatti di tipo "MC1" alle pk 39+101.00 (B.P.) e 39+351.00 (B.P.) per la regolazione delle portate e lo scarico nel fosso immediatamente a valle; tre manufatti di tipo "MC2" alle pk 38+610.00 (B.P.) e 38+615.00 (B.D.) per la regolazione delle portate e lo scarico nel recapito, 38+936.00 per la regolazione delle portate a monte del sottopasso mediante un collettore in PVC SN8 DN500 in adiacenza alla spalla del cavalcaferrovia IV08.

Per i dettagli costruttivi di tali manufatti si faccia riferimento all'elaborato IN1710E12BZRI0006002-Dettagli manufatti di regolazione e alle tabelle riportate in IN1712E12P8RI72A4001 – Planimetria idraulica, IN1712E12P8RI73A4001 – Planimetria idraulica, IN1712E12PZR17404001 – Planimetria idraulica e sezione di scarico.

Pianta e sezione longitudinale tipo dei manufatti MC1 e MC2 sono riportate nelle seguenti immagini.

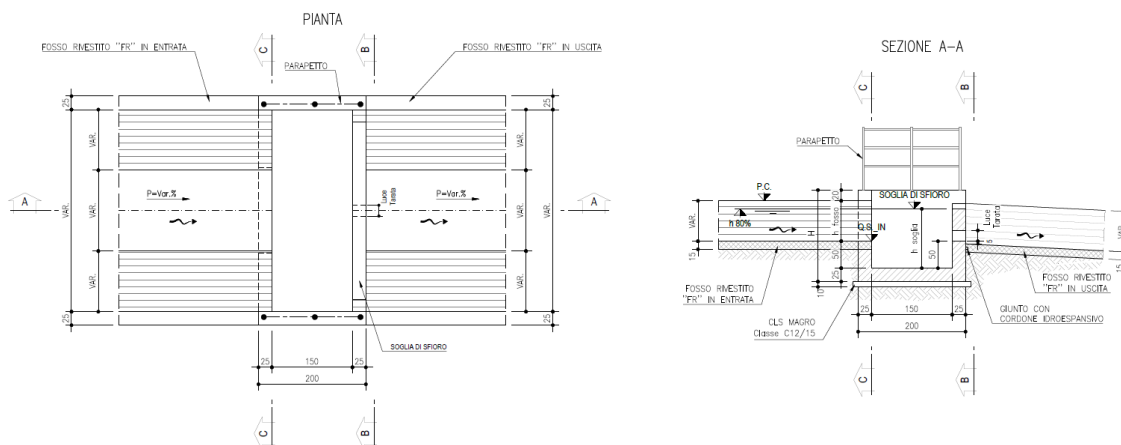


Figura 6 - Sezione tipica dei manufatti di regolazione tipo "MC1"

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 19 di 28</p>

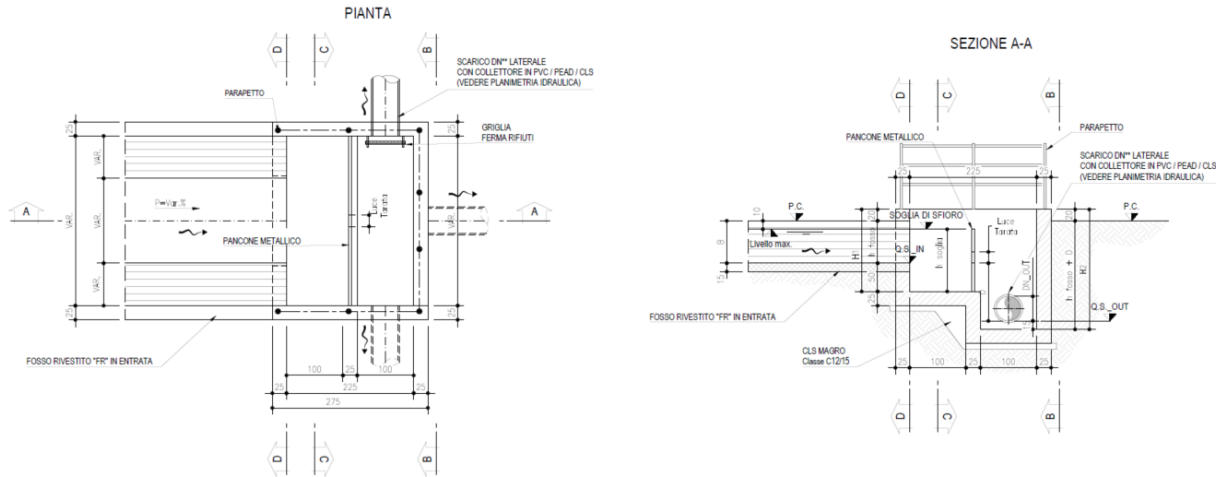


Figura 7 – Sezione tipologia dei manufatti di regolazione e scarico tipo “MC2”.

6.1 Dimensionamento fossi di guardia di laminazione

Il dimensionamento del volume da accumulare nei fossi di guardia è stato eseguito mediante il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1987):

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^n + \frac{t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{1-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u \cdot \theta_w - Q_u \cdot t_c$$

dove:

- S = superficie del bacino scolante;
- φ = coefficiente di afflusso del bacino scolante;
- a,n = parametri della curva di possibilità pluviometrica per Tr=100 anni;
- t_c = tempo di corrivazione
- Q_u = portata massima scaricabile per il principio dell'invarianza idraulica;
- θ_w = durata critica del bacino di laminazione.

La durata critica per la laminazione si determina con metodo iterativo tramite la relazione:

$$n \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u = 0$$

Il tempo di corrivazione viene calcolato sommando il tempo di afflusso, convenzionalmente assunto pari a 5 minuti, e il tempo di rete, calcolato sul tratto più lungo con il massimo riempimento. Questa assunzione

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 20 di 28

semplificativa risulta a favore di sicurezza in quanto per riempimenti maggiori la velocità risulta maggiore e di conseguenza risulta minore il tempo di percorrenza: a tempi minori corrisponde una maggiore intensità di pioggia.

Si è tenuta anche in considerazione a riduzione del volume di laminazione dovuta alla pendenza dei fossi. Per fare questo è stato calcolato l'integrale della sezione del fosso A tra 0 e L*:

$$\begin{aligned}
A &= aX^2 + bX \\
X &= h_0 - \frac{i(\%)l}{100} \\
V^* &= \int_0^{L^*} \left[a \left(h_0 - \frac{i(\%)l}{100} \right)^2 + b \left(h_0 - \frac{i(\%)l}{100} \right) \right] dl \\
&= a \left(h_0^2 L^* + \frac{i(\%)^2}{10000} \cdot \frac{L^{*3}}{3} - \frac{1}{100} h_0 i(\%) L^{*2} \right) + b \left(h_0 L^* - \frac{i(\%)}{200} L^{*2} \right)
\end{aligned}$$

con:

$$\begin{aligned}
se \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} < L &\rightarrow L^* = \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} \\
se \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} > L &\rightarrow L^* = L
\end{aligned}$$

dove:

- L lunghezza di laminazione
- Y_u è l'altezza di moto uniforme effettiva del fosso/bacino
- i la pendenza del fosso/bacino in %
- h_0 l'altezza utile del fosso/bacino, pari all'altezza totale meno il franco di sicurezza assunto pari a 10 cm per i fossi
- a il coefficiente angolare delle sponde del fosso/bacino (pari a 1 data la tipologia del fosso con sponde all'1/1)
- b la base minore del fosso

Sottraendo al volume disponibile V^* così calcolato il volume di moto uniforme calcolato su L^* si ottiene il volume disponibile per la laminazione.

$$V_{disp \text{ laminazione}} = V^* - A_{bagnata} \cdot L^*$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 21 di 28

A partire da questo dato è possibile ricavare il $V_{\text{totale utile}}$ del fosso, dato dalla somma tra il volume disponibile per la laminazione e il volume di moto uniforme calcolato sulla lunghezza totale di laminazione L .

$$V_{\text{totale utile}} = V_{\text{disp laminazione}} + A_{\text{bagnata}} \cdot L$$

Il $V_{\text{totale utile}}$ dovrà essere confrontato con il $V_{\text{totale idrico}}$ del fosso, dato dalla somma del $V_{\text{laminazione}}$ e del volume di moto uniforme calcolato sulla lunghezza totale di laminazione.

$$V_{\text{totale idrico}} = V_{\text{laminazione}} + A_{\text{bagnata}} \cdot L$$

Dovrà risultare:

$$V_{\text{totale utile}} > V_{\text{totale idrico}}$$

In Tabella 7 si riportano progressive di monte e valle, dimensioni, pendenza e quote di scorrimento di monte e di valle dei fossi presenti nel sistema di WBS oggetto della relazione. In Tabella 8 sono presentati i risultati ottenuti per il dimensionamento dei fossi.

Il recapito dei fossi lato B.P. della linea AV/AC relativi alle successive WBS RI73A, RI74 e RI75A è rappresentato dai fossi di laminazione della presente WBS; nelle tabelle sono quindi riportati anche i risultati ottenuti per i fossi relativi alle WBS successive.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 22 di 28

Tabella 7 – Fossi di laminazione

	pk. monte	pk. valle	Base minore	Altezza	Base maggiore	Q f.s. monte	Q f.s. valle	Pendenza
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m/m]
RI74-FR01-AVBP	39600	39351	6	0.7	7.4	51.96	51.71	0.001
RI73-FR02-AVBP	39349	39101	6	0.7	7.4	51.71	51.46	0.001
RI73-FR01-AVBP	39099	38936	6	0.7	7.4	51.46	51.30	0.001
RI72-FR01-AVBP	38889	38610	6	0.7	7.4	51.30	51.02	0.001
RI72-FR01-LSBD	38865	38615	6	0.7	7.4	51.27	51.02	0.001

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 23 di 28</p>

Tabella 8 – Dimensionamento fossi di laminazione

	Lungh. laminazione L	tempo di rete (=L/v)	tc=ta+tr	Largh. imp (piattaforma + stradello)	Lungh. totale imp	Area imp.	Largh media scarpata	Area scarp.	Atotale intervento	Area totale efficace	Q invarianza	Qout bocca tarata	Qw	Wm	Yu	A	L* lungh. fosso lam	Vol. moto uniforme *	V*	Vol. disp lam	Vtot utile Fosso	Vtot idrico Fosso	Check Vfosso
	[m]	[h]	[h]	[m]	[m]	[mq]	[m]	[mq]	[mq]	[mq]	[mc/s]	[mc/s]	[h]	[mc]	[m]	[mq]	[m]	[m]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]
RI74-FR01-AVBP	248	0.83	0.916	9.4	248	7314.0	0.5	124	7438.0	6657.0	0.004	0.0037	18.9	737.2	0.007	0.04	248.0	11.2	765.7	754.6	765.7	748.3	OK
RI73-FR02-AVBP	248	0.70	0.783	9.4	248	7008.0	0.5	124	7132.0	6381.6	0.004	0.0073	7.4	547.8	0.012	0.07	248.0	18.3	765.7	747.4	765.7	566.1	OK
RI73-FR01-AVBP	163	0.38	0.468	9.4	163	4982.4	0.5	81.5	5063.9	4533.1	0.003	0.0098	3.2	310.4	0.014	0.08	163.0	13.6	551.3	537.7	551.3	324.0	OK
RI72-FR01-AVBP	280	0.56	0.642	9.4	280	7081.8	0.5	140	7221.8	6457.6	0.004	0.0134	3.4	443.0	0.016	0.10	280.0	27.0	833.9	806.9	833.9	470.0	OK
RI72-FR01-LSBD	250	1.10	1.179	14.7	250	7502.5	0.5	125	7627.5	6827.3	0.004	0.0038	19.0	753.4	0.010	0.06	250.0	15.0	770.2	755.2	770.2	768.4	OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 24 di 28	

6.2 Manufatti di controllo e regolazione della portata

Il rilascio delle acque di piattaforma avverrà in modo controllato attraverso manufatti appositamente progettati che garantiscono la regolazione delle portate laminate in uscita dal sistema.

Nella WBS in oggetto e nelle WBS successive idraulicamente connesse alla RI72A sono presenti due tipologie di manufatto:

- MC1 → Manufatti di regolazione della portata, che scaricano la portata laminata nel fosso immediatamente a valle;
- MC2 → Manufatti di regolazione della portata, che scaricano la portata laminata nel recapito finale.

Il controllo della portata in uscita avviene attraverso una luce opportunamente dimensionata applicando la formula della portata effluente da luce a battente:

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

nella quale:

- $\mu = 0,6$ è il coefficiente di contrazione;
- $A [m^2]$ rappresenta la sezione del foro = $\pi D^2/4$, con $D [m]$ diametro del foro;
- $h [m]$ rappresenta il carico idraulico sulla luce = $H-D/2$, con $H [m]$ altezza del pelo libero nel manufatto.
- $g [m/s^2]$ è l'accelerazione di gravità.

Una volta individuato il bacino afferente si calcola la massima portata scaricabile e con la formula appena descritta si ricava il valore del diametro della luce effluente.

Per i fossi di laminazione al di sopra della bocca tarata è collocata una soglia di sfioro di sicurezza di altezza pari a:

$$h_{soglia} = 0.50 + h_{utile\ fosso}$$

definita in base alla geometria del manufatto. La funzione della soglia è quella di garantire il deflusso della portata in arrivo verso valle in caso di ostruzione della bocca tarata, in modo tale da evitare allagamenti concentrati in corrispondenza e/o appena a monte del manufatto di laminazione.

Di seguito sono presentati i risultati relativi ai manufatti presenti nella WBS oggetto della presente relazione e nelle successive WBS RI73A, RI74.

Le grandezze presentate per i manufatti MC1 sono le seguenti: nome del fosso in ingresso, progressiva del manufatto, altezza del fosso in ingresso [m], larghezza interna manufatto [m], altezza interna camera del manufatto [m], altezza della soglia di sfioro [m], dimensioni della bocca tarata [m], quota di scorrimento del fosso in ingresso [m s.l.m.], quota di scorrimento del collettore in uscita [m s.l.m.], altezza del salto a valle del manufatto [m], portata in uscita effettiva in base alle dimensioni della bocca tarata prescelta [m³/s].

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 25 di 28

Le grandezze presentate per i manufatti MC2 sono le seguenti: nome del fosso in ingresso, progressiva del manufatto, altezza del fosso in ingresso [m], larghezza interna manufatto [m], altezza interna camera di ingresso [m], altezza della soglia di sfioro [m], dimensioni della bocca tarata [m], altezza della camera di uscita [m], diametro del collettore in uscita [m], Δ tra quota in ingresso e quota in uscita [m], quota di scorrimento del fosso in ingresso [m s.l.m.], quota di scorrimento del collettore in uscita [m s.l.m.], portata in uscita effettiva in base alle dimensioni della bocca tarata prescelta [m³/s].

Nella successiva Tabella 11 sono presentate le verifiche relative ai collettori di scarico dei manufatti.

Per il collettore T09 di attraversamento dello stradello in corrispondenza del cavalcaferrovia IV08 si accetta una velocità inferiore a 0.5 m/s, vista la bassa pendenza.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 26 di 28

Tabella 9 – Manufatti di controllo tipo MC1

	FOSSO IN INGRESSO	pk.	h fosso in ingresso	L - Larghezza manufatto	Hi - Altezza interna manufatto	Altezza soglia di sfioro	Diametro bocca tarata	Q.s. IN	Altezza salto a valle del manufatto	Qout bocca tarata
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m s.l.m.]	[m]	[m³/s]
RI74-MC1.01-AVBP	RI74-FR01-AVBP	39351	0.7	7.4	1.4	1.1	0.05	51.71	-	0.004
RI73-MC1.01-AVBP	RI73-FR02-AVBP	39101	0.7	7.4	1.4	1.1	0.06	51.46	-	0.007

Tabella 10 - Manufatti di controllo tipo MC2

	FOSSO IN INGRESSO	pk.	h fosso in ingresso	L - Larghezza manufatto	Hi1- Altezza interna camera IN	Altezza soglia di sfioro	Diametro bocca tarata	Hi2 - Altezza interna camera OUT	Diametro collettore in uscita	Δ IN - OUT	Q.s. IN	Q.s. OUT	Qout bocca tarata
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[m]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m³/s]
RI73-MC2.01-AVBP	RI73-FR01-AVBP	38936	0.7	7.4	1.4	1.1	0.08	1.05	500	0	51.3	51.3	0.009
RI72-MC2.01-AVBP	RI72-FR01-AVBP	38610	0.7	7.4	1.4	1.1	0.09	1.05	400	0	51.02	51.02	0.013
RI72-MC2.01-LSBD	RI72-FR01-LSBD	38615	0.7	7.4	1.4	1.1	0.04	1.05	400	0	51.02	51.02	0.003

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001	Rev. B	Foglio 27 di 28

Tabella 11 – Dimensionamento collettori di scarico

Tratto	Diametro	Pendenza	Lunghezza	Materiale	Ks	T ingresso	V pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Qcritica	Qmax riempi.	h	h/D	Angolo riemp.	Area bagnata	v
	[m]	[m/m]	[m]		(m ^{1/3} /s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m]	[-]	[grad]	[m ²]	[m/s]
T05 - Collettore scarico finale avbp	400	0.0050	4.00	PVC	85	5.0	1.26	0.05	0.05	5.05	0.013	0.146	0.079	0.20	107.5	0.02	0.79
T04 - Collettore scarico finale lsbd	400	0.0050	11.50	PVC	85	5.0	1.26	0.15	0.15	5.15	0.003	0.146	0.039	0.10	74.6	0.01	0.51
T09 - Collettore cavalcaferrovia IV08	500	0.0010	45.00	PVC	85	5.0	0.65	1.15	1.15	6.15	0.009	0.119	0.090	0.19	102.3	0.02	0.39

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E I2 RI RI72A4 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 28 di 28</p>