

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**

TR – TRINCEE

TR00 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO

GENERALE

Relazione idraulica smaltimento acque

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

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

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	I	T	R	0	0	0	4	0	0	1	C	-	-	-	D	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing Alberto Levorato 	Settembre 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
C	REV. COLLETTORE SCARICO VASCA FA04B	E. Giorgetti 	23/09/22	A. Gardani 	23/09/22	P. Galvanin 	23/09/22	
B	REV. PER ISTRUTTORIA IF IN1712E29ISTR0000001A	E. Giorgetti 	30/05/22	A. Gardani 	30/05/22	P. Galvanin 	30/05/22	

CIG: 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712E12RITR0004901C_02.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 TR0004 001

Rev.  
C

Foglio  
2 di 20

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE

Progetto  
IN17

Lotto  
12

Codifica Documento  
E I2 RI TR0004 001

Rev.  
C

Foglio  
3 di 20

## INDICE

1	DESCRIZIONE GENERALE .....	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	5
4	PARAMETRI DI RIFERIMENTO .....	5
4.1	Idrologia .....	5
4.2	Coefficienti di deflusso.....	6
5	DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA .....	7
5.1	Descrizione del sistema.....	7
5.2	Dimensionamento degli elementi di drenaggio .....	10
5.2.1	Modello di trasformazione afflussi-deflussi .....	10
5.2.2	Dimensionamento degli scassi nei marciapiedi.....	11
5.2.3	Dimensionamento degli elementi di convogliamento .....	12

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 4 di 20

## 1 DESCRIZIONE GENERALE

Oggetto della presente relazione è l'analisi del sistema di drenaggio del tratto in trincea tra muri TR00 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO ovvero della GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO, compreso tra il km 4+072.53 e il km 4+942.53 e il km 6+842.53 e il km 6+842.53 della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza.

La WBS è suddivisa nelle seguenti cinque tratte:

- TR01 dal km 4+072.53 al km 4+342.53
- TR02 dal km 4+342.53 al km 4+530.53
- TR03 dal km 4+530.53 al km 4+942.53
- TR04 dal km 6+842.53 al km 7+074.53
- TR05 dal km 7+074.53 al km 6+842.53

Di cui le prime tre (TR01 – TR02 – TR03) di approccio all'imbocco lato Verona della GA01 e le ultime due (TR04 – TR05) di approccio all'imbocco lato Vicenza della GA01.

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria della linea AV/AC di progetto e delle aree ad essa afferenti prevede la raccolta e il convogliamento della portata meteorica verso delle vasche interrate in cls progettate in modo tale da laminare la portata meteorica, sollevarla 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.

Le vasche sono rappresentate dalle seguenti WBS a cui si rimanda per le descrizioni e gli elaborati di dettaglio:

- IN10 - STAZIONE DI POMPAGGIO ALLA PK 4+499,38
- FA03B - IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E CABINA MT/BT AL km 4+926,86
- FA04B - IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E CABINA MT/BT AL km 6+900

L'ultimo tratto di trincea, compreso tra la pk 7+169.7 e la pk 7+192.53 risulta idraulicamente collegato al successivo tratto TR06 - TRINCEA FERROVIARIA DAL KM 7+192.53 AL KM 7+657.67 e viene descritto nella relativa relazione idraulica di smaltimento acque.

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

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

IN1712EI2PZTR0004001	Planimetria idraulica e sezioni - TAV. 1
IN1712EI2PZTR0004002	Planimetria idraulica e sezioni - TAV. 2
IN1712EI2PZTR0004003	Planimetria idraulica e sezioni - TAV. 3
IN1712EI2PZTR0004004	Planimetria idraulica e sezioni - TAV. 4
IN1712EI2PZTR0004005	Planimetria idraulica e sezioni - TAV. 5

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 5 di 20

IN1712EI2WZTR0000001	Sezioni tipo e dettagli
IN1712EI2RITR0604001	RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE
IN1712EI2PZTR0604001	PLANIMETRIA IDRAULICA E SEZIONI

### 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)

### 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:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 6 di 20

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 <sup>n</sup> )	n (a-dim.)	a (mm/ore <sup>n</sup> )	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 50% Buttapietra 50% Arcole.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione idrologica (IN1710EI2RHID0000002).

#### 4.2 Coefficienti di deflusso

La riduzione dell'afflusso ( $\varphi$ ) 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:  $A_{eff} = \varphi A$ .

## 5 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

### 5.1 Descrizione del sistema

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria, per le tratte in trincea, prevede la raccolta e il convogliamento della portata meteorica che scorre sul sub-ballast impermeabile verso delle canalette rettangolari in cls di dimensioni 0.4x0.4 m con copertura grigliata classe C250 poste in adiacenza alla linea all'interno della trincea, posate con pendenza pari a quella della livelletta ferroviaria.

Tra la pk 4+494.87 e la pk 7+284.55 è prevista la presenza di marciapiedi di larghezza 3 m per assicurare le vie di esodo. In tali tratte il convogliamento delle acque che scorrono sul sub-ballast alla canaletta posta all'interno del marciapiede stesso avviene tramite fori di scarico di dimensioni 200x100 mm a passo 5 m. Sul lato del foro interno al marciapiede sarà prevista una griglia removibile.

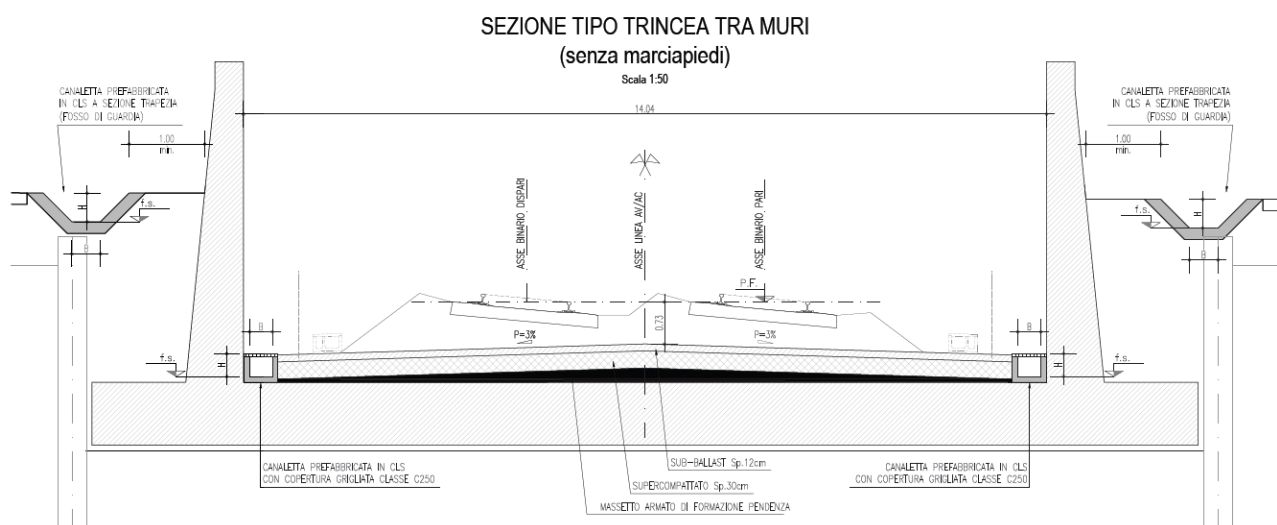


Figura 1 – Sezione tipo trincea tra muri

SEZIONE TIPO TRINCEA TRA MURI  
(con marciapiedi)

Scala 1:50

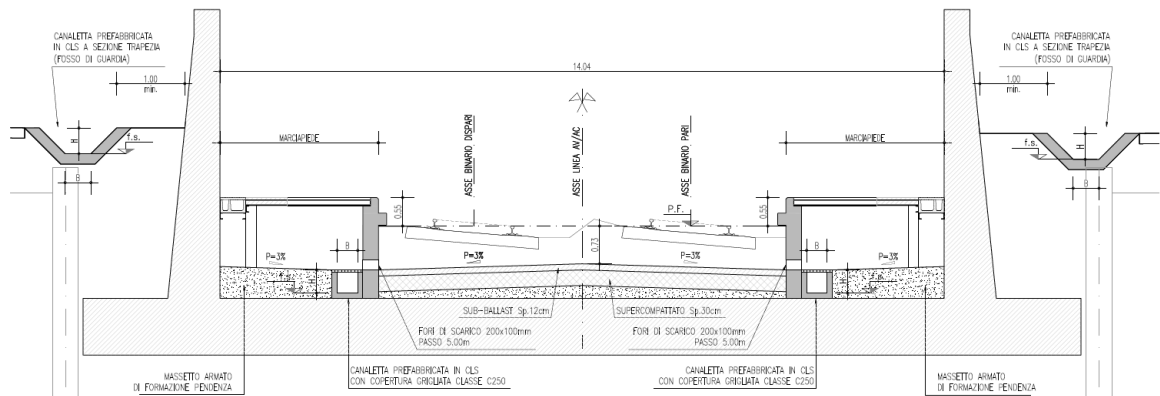


Figura 2 – Sezione tipo trincea tra muri con marciapiedi

Le canalette scaricano le acque meteoriche raccolte all'interno di vasche interrate che hanno la funzione di laminare la portata, sollevarla, e restituirla al reticolo idrografico 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 sistema è suddiviso in tre tratte, ognuna con recapito in una vasca dedicata:

- Tratto tra la pk 4+050.0 e la pk 4+503.1: scarico nella vasca IN10 mediante un collettore in cls  $\phi 500$  e un collettore in PVC SN8 DN630 come illustrato nella seguente immagine

## SEZIONE DI SCARICO NELLA VASCA IN10

Scala 1:50

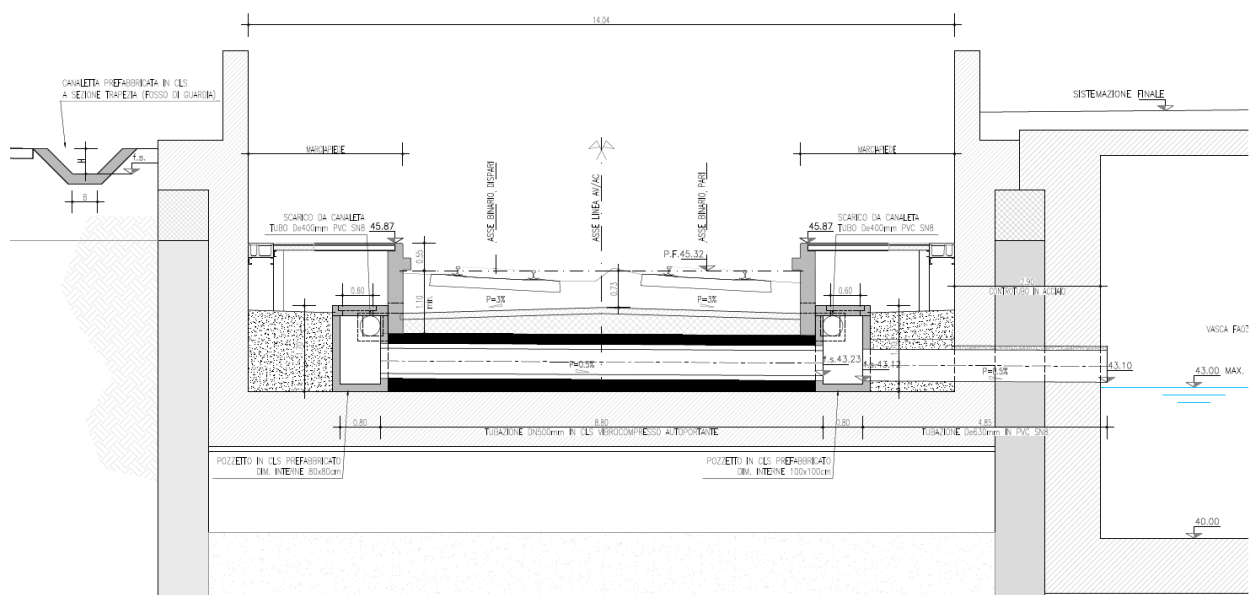


Figura 3 – Sezione di scarico nella vasca IN10 alla pk 4+503.1



- Tratto tra la pk 4+503.1 e la pk 4+940.0: scarico nella vasca FA03B mediante un collettore in cls  $\phi 500$  e un collettore in PVC SN8 DN630 come illustrato nella seguente immagine

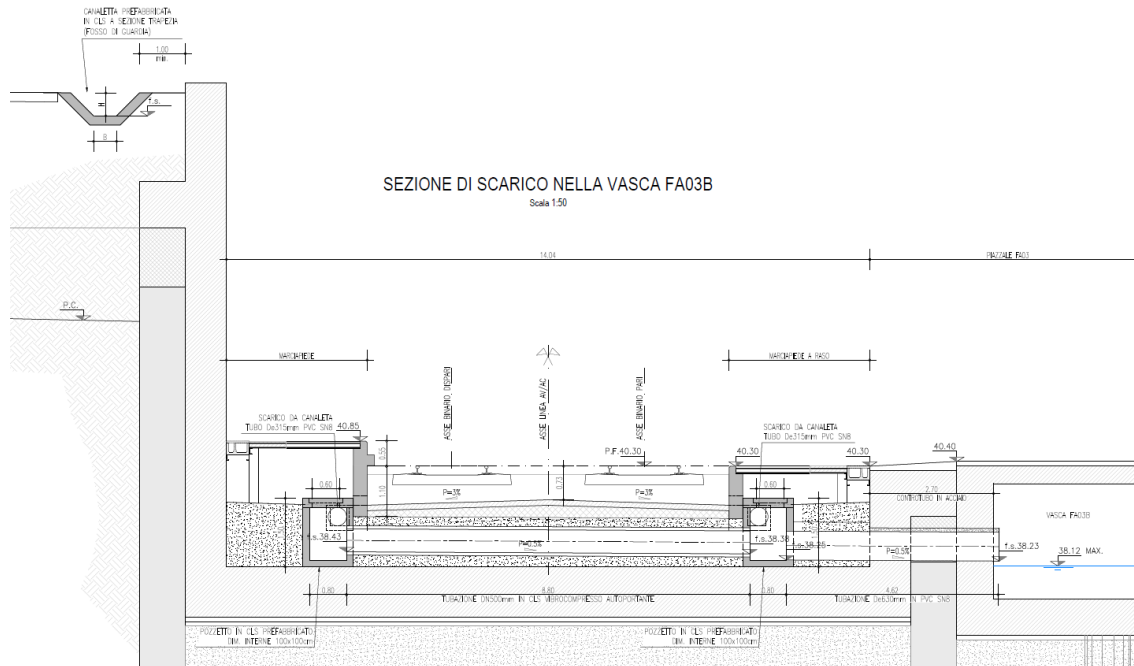


Figura 4 – Sezione di scarico nella vasca FA03B alla pk 4+940

- Tratto tra la pk 7+169.7 e la pk 6+845.1: scarico nella vasca FA04B mediante un collettore in cls  $\phi 400$  e un collettore in PVC SN8 DN500 come illustrato nella seguente immagine

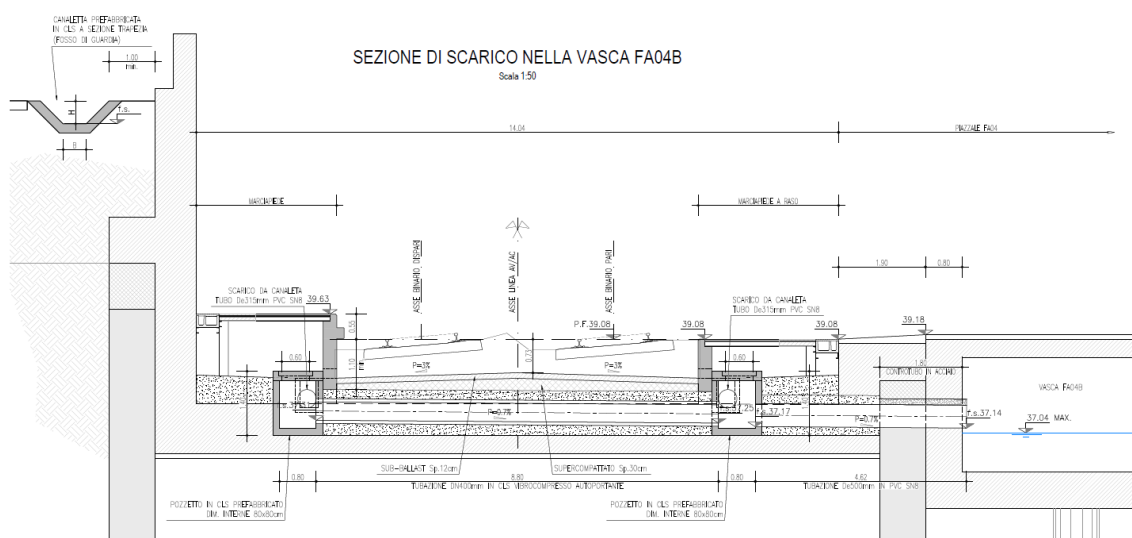


Figura 5 – Sezione di scarico nella vasca FA04B alla pk 6+845.1

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 10 di 20

Lo scarico dalle canalette rettangolari nei collettori di scarico avviene tramite un tratto di tubo in PVC SN8 De 315 e un pozzetto in cls prefabbricato di dimensioni 0.8x0.8 - 1.00x1.00m.

All'esterno dei muri sono previste, in entrambi i casi, delle canalette di testa trapezie in cls di dimensioni 0.5x0.5x0.5 che raccolgono la portata meteorica relativa allo stradello ferroviario e fungono da presidio idraulico per evitare che le acque di deflusso meteorico provenienti dai versanti naturali entrino in trincea. Tali canalette presentano una pendenza longitudinale minima dello 0.2% e recapitano le portate raccolte al reticolo idrografico in corrispondenza delle opere di ricucitura a sifone presenti lungo la linea seguendo quanto più possibile l'andamento del terreno esistente ripristinato (IN07, IN09, IN18, IN19, IN1B).

Di seguito si illustrano gli elementi di drenaggio (scassi nel marciapiede, canalette, collettori). Il sistema di laminazione, costituito dalle vasche interratoe IN10, FA03B e FA0A è descritto e dimensionato nelle rispettive relazioni idrauliche.

## 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],  $A$  [m<sup>2</sup>] è la superficie del bacino scolante e  $\varphi$  (§ 4.2) è il coefficiente di deflusso che esprime, a meno delle unità di

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 11 di 20

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 m<sup>3</sup>/s.

### 5.2.2 Dimensionamento degli scassi nei marciapiedi

Per la verifica della capacità di captazione degli scassi di dimensione 200x100 mm posti in corrispondenza dei tratti con marciapiedi, si schematizza la derivazione della portata sul margine con un funzionamento a stramazzo laterale. Le formule di calcolo di uso comune ipotizzano quindi un funzionamento del tipo a stramazzo laterale ad energia costante in cui si verifica un moto monodimensionale.

La formula che si adotta è quella riportata da McGhee:

$$\frac{Q}{L} = \frac{0.39}{h} \cdot [(a + h)^{5/2} - a^{5/2}]$$

dove:

L= larghezza necessaria per derivare la portata Q;

Q= portata transitante in banchina;

a= depressione al di sotto della linea di fondo;

h= altezza della corrente indisturbata a monte nel caso di corrente veloce o l'altezza critica (k) nel caso di corrente lenta.

Per il calcolo dell'altezza critica si fa riferimento alla seguente formula, valida nel caso di deflusso in cunetta triangolare:

$$k = \sqrt[5]{\frac{8 \cdot Q^2 \cdot j^2}{g}}$$

ove j è la pendenza trasversale della piattaforma.

La procedura di verifica consiste quindi nella valutazione della larghezza di imbocco minima necessaria per la captazione della portata meteorica derivante dall'adozione dell'interasse di progetto.

Q<sub>critica</sub> rappresenta la portata transitante sul sub-ballast pari alla portata di picco meteorica calcolata con la precedente formula razionale considerando come area efficace quella compresa tra due scarichi.

h<sub>lama acqua</sub> e L<sub>lama acqua</sub> rappresentano il tirante e l'ingombro trasversale della lama d'acqua che si genera sul sub-ballast in occasione della Q<sub>critica</sub>. Il calcolo è stato effettuato mediante la formula di Chezy presentata di seguito nel paragrafo 0 considerando sia la pendenza trasversale j che quella longitudinale iL della linea.

La procedura di verifica consiste quindi nella valutazione della larghezza di imbocco minima necessaria per la captazione della portata meteorica derivante dall'adozione dell'interasse di progetto, deve quindi risultare:

Altezza scasso > h<sub>lama acqua</sub>

Larghezza massima ammissibile lama l'acqua pari a 1.50 m > L<sub>lama acqua</sub>

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 12 di 20

LMcGhee > Larghezza scasso

Nella seguente tabella si riportano i risultati della verifica dell'interasse X = 5 m degli scassi 200x100 mm per tratti a pendenza costante.

Tabella 2 – Verifica interassi scassi nel marciapiede

$t_c$	5	min
$i_c$	242.33	mm/h
j	1	
j	0.03	m/m
angolo trasversale	0.035	rad
k=1/n sub ballast	60	m <sup>1/3</sup> /s
$L_{max}$ lama acqua	1.5	m

	Altezza scasso h	Larghezza scasso L	$i_L$	Larghezza piattaforma drenata	X [m]	$Q_{critica}$	$h_{lama}$ acqua	h max lama acqua	h > $h_{lama}$ acqua	Ingombro lama acqua	$L_{lama}$ acqua > $L_{lama}$ acqua	$L_{(McGhee)}$	a = h/2	$k_{McGhee}$	$L_{McGhee} > L$
	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]			[m]		[m]	[m]	[m]	
TR03	0.1	0.2	0.01153	7.02	5.00	0.0024	0.021	0.052	ok	0.62	ok	0.066	0.100	0.02	ok
TR04	0.1	0.2	0.00791	7.02	5.00	0.0024	0.023	0.052	ok	0.66	ok	0.066	0.100	0.02	ok
TR05	0.1	0.2	0.00791	7.02	5.00	0.0024	0.023	0.052	ok	0.66	ok	0.066	0.100	0.02	ok
TR05	0.1	0.2	0.00209	7.02	5.00	0.0024	0.030	0.052	ok	0.85	ok	0.066	0.100	0.02	ok

### 5.2.3 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento (collettori, mezzi tubi, 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:

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 13 di 20

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:

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

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 ( $m/m$ );  $\mathfrak{R} = \frac{A}{C}$  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 e le canalette è stato considerato un riempimento massimo del 75%. 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 laterali rettangolari e ai relativi collettori di scarico nelle vasche di laminazione e sollevamento suddivisi per tratte con scarico nella medesima vasca di laminazione e sollevamento. Per le canalette è stata assunta una pendenza pari a quella della livelletta ferroviaria.

Sono inoltre riportati i risultati dei dimensionamenti delle canalette di testa trapezie in cls che raccolgono la portata meteorica relativa allo stradello ferroviario e le acque provenienti dai versanti naturali, e dei relativi collettori di scarico nelle opere di ricucitura a sifone. Per le canalette trapezie è stata assunta una pendenza pari allo 0.2% mentre per i collettori di scarico è stata assunta una pendenza pari all'1%.

In Tabella 15 si riporta la verifica dei brevi tratti di collettore in PVC SN8 DN315 per lo scarico delle canalette nei pozzetti, per la verifica è stata considerata la massima portata convogliata dalle canalette e una pendenza del 5% visto il limitato sviluppo di tali collettori.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 									
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 14 di 20					

Tabella 3 – Dimensionamento delle canalette laterali di progetto con scarico nella vasca IN10 alla pk 4+503.1

codice canaletta	pk iniz	pk fine	Area imp [m <sup>2</sup> ]	Area scarpata [m <sup>2</sup> ]	Area efficace [m <sup>2</sup> ]	Base canaletta [m]	Altezza canaletta [m]	i [m/m]	Lunghezza cumulata [m]	T ingresso [min]	R pieno riemp. [m]	v pieno riemp. [m/s]	T traslaz. singolo ramo [min]	Max T traslaz. [min]	T corrivaz. [min]	Q <sub>critica</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q pieno riemp. [m <sup>3</sup> /s]	h [m]	R [m]	h/D [-]	v [m/s]
TR01-CR01-AVBD	4050.0	4342.5	2047.71	15.75	1852.389	0.4	0.4	0.01153	292.53	5	0.13	1.87	2.61	2.61	7.61	<b>0.11</b>	0.30	0.18	0.09	<b>0.45</b>	1.48
TR02-CR01-AVBD	4342.0	4503.1	3175.41	15.75	2867.319	0.4	0.4	0.01153	453.63	5	0.13	1.87	1.44	4.05	9.05	<b>0.15</b>	0.30	0.24	0.11	<b>0.59</b>	1.62
TR01-CR01-AVBP	4050.0	4342.5	2047.71	11.25	1849.689	0.4	0.4	0.01153	292.53	5	0.13	1.87	2.61	2.61	7.61	<b>0.11</b>	0.30	0.18	0.09	<b>0.45</b>	1.48
TR02-CR01-AVBP	4342.0	4503.1	3175.41	11.25	2864.619	0.4	0.4	0.01153	453.63	5	0.13	1.87	1.44	4.05	9.05	<b>0.15</b>	0.30	0.24	0.11	<b>0.59</b>	1.62

Tabella 4 – Dimensionamento dei collettori di scarico nella vasca IN10 alla pk 4+503.1

pk	funzione	Area imp	Area scarpata	Materiale	DN	Pendenza	Lunghezza	Ks	T ingresso	V pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q <sub>max</sub> riempi.	h	h/D	Angolo riemp.	Area bagnata	v
					[m]	[m/m]	[m]	(m1/3/s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]		[grad]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
4503.1	Attraversamento linea AV/AC	3177.30	15.75	cls	500	0.0050	8.80	67	9.05	1.18	0.12	0.12	9.17	0.15	0.231	0.298	<b>0.60</b>	202.3	0.12	1.26
	Scarico in vasca	6327.30	27.00	pvc	630	0.0050	4.85	85	9.05	1.68	0.05	0.17	9.22	0.31	0.465	0.353	<b>0.59</b>	201.8	0.17	1.79

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE							
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 15 di 20			

Tabella 5 – Dimensionamento delle canalette laterali di progetto con scarico nella vasca FA03B alla pk 4+940

codice canaletta	pk iniz	pk fine	Area imp	Area scarpata	Area efficace	Base canaletta	Altezza canaletta	i	Lunghezza cumulata	T ingresso	R pieno riemp.	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q pieno riemp.	h	R	h/D	v
			[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[min]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
TR02-CR02-AVBD	4503.1	4530.5	192.01	137.15	255.099	0.4	0.4	0.01153	27.43	5	0.13	1.87	0.24	0.24	5.24	<b>0.02</b>	0.30	0.05	0.04	<b>0.13</b>	0.83
TR03-CR01-AVBD	4530.5	4940.0	3058.3	0	2752.47	0.4	0.4	0.01153	436.9	5	0.13	1.87	3.65	3.90	8.90	<b>0.15</b>	0.30	0.23	0.11	<b>0.58</b>	1.60
TR02-CR02-AVBP	4503.1	4530.5	192.01	137.15	255.099	0.4	0.4	0.01153	27.43	5	0.13	1.87	0.24	0.24	5.24	<b>0.02</b>	0.30	0.05	0.04	<b>0.13</b>	0.83
TR03-CR01-AVBP	4530.5	4940.0	3058.3	0	2752.47	0.4	0.4	0.01153	436.9	5	0.13	1.87	3.65	3.90	8.90	<b>0.15</b>	0.30	0.23	0.11	<b>0.58</b>	1.60

Tabella 6 – Dimensionamento dei collettori di scarico nella vasca FA03B alla pk 4+940

pk	funzione	Area imp	Area scarpata	Materiale	DN	Pendenza	Lunghezza	Ks	T ingresso	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q <sub>max</sub> riempi.	h	h/D	Angolo riemp.	Area bagnata	v
					[m]	[m/m]	[m]	(m1/3/s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]		[grad]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
4940.0	Attraversamento linea AV/AC	3058.30	0.00	cls	500	0.0050	8.80	67	8.90	1.18	0.12	0.12	9.02	0.15	0.231	0.292	<b>0.58</b>	199.3	0.12	1.25
	Scarico in vasca	6116.60	0.00	pvc	630	0.0050	4.65	85	8.90	1.68	0.05	0.17	9.07	0.30	0.465	0.345	<b>0.58</b>	198.8	0.17	1.79

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE									
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 16 di 20					

Tabella 7 – Dimensionamento delle canalette laterali di progetto con scarico nella vasca FA04B alla pk 6+845.1

codice canaletta	pk iniz	pk fine	Area imp	Area scarpata	Area efficace	Base canaletta	Altezza canaletta	i	Lunghezza cumulata	T ingresso	R pieno riemp.	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q pieno riemp.	h	R	h/D	v
			[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[min]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
TR05-CR01-AVBD	7169.7	7074.5	666.19	0	599.571	0.4	0.4	0.00791	95.17	5	0.13	1.55	1.03	1.03	6.03	<b>0.04</b>	0.25	0.10	0.07	<b>0.24</b>	0.96
TR04-CR01-AVBD	7074.5	6845.1	2272.34	0	2045.106	0.4	0.4	0.00791	324.62	5	0.13	1.55	2.47	3.50	8.50	<b>0.11</b>	0.25	0.22	0.10	<b>0.54</b>	1.30
TR05-CR01-AVBP	7169.7	7074.5	666.19	0	599.571	0.4	0.4	0.00791	95.17	5	0.13	1.55	1.03	1.03	6.03	<b>0.04</b>	0.25	0.10	0.07	<b>0.24</b>	0.96
TR04-CR01-AVBP	7074.5	6845.1	2272.34	0	2045.106	0.4	0.4	0.00791	324.62	5	0.13	1.55	2.47	3.50	8.50	<b>0.11</b>	0.25	0.22	0.10	<b>0.54</b>	1.30

Tabella 8 – Dimensionamento dei collettori di scarico nella vasca FA04B alla pk 6+845.1

pk	funzione	Area imp	Area scarpata	Materiale	DN	Pendenza	Lunghezza	Ks	T ingresso	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q <sub>max</sub> riempi.	h	h/D	Angolo riemp.	Area bagnata	v
					[m]	[m/m]	[m]	(m1/3/s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]		[grad]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
6845.1	Attraversamento linea AV/AC	2272.34	0.00	cls	400	0.0070	8.80	67	8.50	1.20	0.12	0.12	8.62	0.11	0.151	0.257	<b>0.64</b>	213.4	0.09	1.32
	Scarico in vasca	4544.68	0.00	pvc	500	0.0070	4.62	85	8.50	1.71	0.05	0.17	8.66	0.23	0.297	0.306	<b>0.65</b>	215.1	0.12	1.88



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 17 di 20

Tabella 9 – Dimensionamento delle canalette di testa trapezie con scarico nel sifone IN07

codice canaletta	pk iniz	pk fine	Area stradello	Area permeabile	Area efficace	Base canaletta	Altezza canaletta	i	Lunghezza cumulata	T ingresso	R pieno riemp.	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q <sub>pieno riemp.</sub>	h	R	h/D	v
			[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[min]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
TR01-FR01-AVBD	4177	4052	187.5	0	168.75	0.5	0.5	0.002	125	5	0.26	1.22	1.71	1.71	6.71	0.01	0.61	0.05	0.04	0.10	0.36
TR01-FR01-AVBP	4177	4052	187.5	9900	2148.75	0.5	0.5	0.002	125	5	0.26	1.22	1.71	1.71	6.71	0.13	0.61	0.22	0.14	0.44	0.81

Tabella 10 – Dimensionamento dei collettori di scarico nel sifone IN07

funzione	Canaletta afferente	Area stradello	Area permeabile	Materiale	DN	Pendenza	Lunghezza	Ks	T ingresso	V pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q <sub>max riempi.</sub>	h	h/D	Angolo riemp.	Area bagnata	v
					[m]	[m/m]	[m]	(m <sup>1/3</sup> /s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>2</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]		[grad]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
Scarico nel sifone IN07	TR01-FR01-AVBD	187.5	0	pvc	400	0.01	2.75	85	6.71	1.76	0.03	0.03	6.74	0.01	0.20	0.06	0.15	92.68	0.01	0.93
	TR01-FR01-AVBP	187.5	9900	pvc	400	0.01	2.65	85	6.71	1.76	0.03	0.03	6.74	0.13	0.20	0.22	0.59	201.55	0.07	1.88

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 18 di 20

Tabella 11 - Dimensionamento delle canalette di testa trapezie con scarico nel sifone IN09

codice canaletta	pk iniz	pk fine	Area stradello	Area permeabile	Area efficace	Base canaletta	Altezza canaletta	i	Lunghezza cumulata	T ingresso	R pieno riemp.	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q <sub>pieno riemp.</sub>	h	R	h/D	v
			[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[min]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
TR01-FR02-AVBD	4177	4475	447	0	402.3	0.5	0.5	0.002	298	5	0.26	1.22	4.08	4.08	9.08	0.02	0.61	0.08	0.06	0.16	0.46
TR01-FR02-AVBP	4177	4475	447	17880	3978.3	0.5	0.5	0.002	298	5	0.26	1.22	4.08	4.08	9.08	0.21	0.61	0.30	0.18	0.60	0.89
TR03-FR01-AVBD	5000	4475	787.5	2070	1122.75	0.5	0.5	0.002	525	5	0.26	1.22	7.18	7.18	12.18	0.05	0.61	0.14	0.10	0.27	0.62
TR03-FR01-AVBP	4850	4511	477	23470	5123.3	0.5	0.5	0.002	339	5	0.26	1.22	4.64	4.64	9.64	0.27	0.61	0.33	0.19	0.66	0.99

Tabella 12 - Dimensionamento dei collettori di scarico nel sifone IN09

funzione	Canaletta afferente	Area stradello	Area permeabile	Materiale	DN	Pendenza	Lunghezza	Ks	T ingresso	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q <sub>max riemp.</sub>	h	h/D	Angolo riemp.	Area bagnata	v
					[m]	[m/m]	[m]	(m1/3/s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]		[grad]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
Scarico nel sifone IN19	TR01-FR02-AVBD	447	0	pvc	400	0.01	2.75	85	9.08	1.76	0.03	0.03	9.10	0.02	0.20	0.08	0.22	113.06	0.02	1.16
	TR01-FR02-AVBP	447	17880	pvc	500	0.01	2.75	85	9.08	2.04	0.02	0.02	9.10	0.21	0.36	0.26	0.56	193.55	0.10	2.13
	TR03-FR01-AVBD	787.5	2070	pvc	400	0.01	2.75	85	12.18	1.76	0.03	0.03	12.21	0.05	0.20	0.14	0.36	147.16	0.04	1.50
	TR03-FR01-AVBP	477	23470	pvc	500	0.01	19.53	85	9.64	2.04	0.16	0.16	9.80	0.27	0.36	0.31	0.65	214.98	0.12	2.24

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI TR0004 001	Rev. C	Foglio 19 di 20

Tabella 13 - Dimensionamento delle canalette di testa trapezie con scarico nel sifone IN19

codice canaletta	pk iniz	pk fine	Area stradello	Area superficie permeabile	Area efficace cumulata	Base canaletta	Altezza canaletta	i	Lunghezza tratta	T ingresso	R pieno riemp.	v pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q pieno riemp.	h	R	h/D	v
			[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[min]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
TR04-FR01-AVBD	6842.5	7074.5	347.955	5800	1473.2	0.5	0.5	0.002	231.97	5	0.26	1.22	3.17	3.17	8.17	<b>0.08</b>	0.61	0.17	0.12	<b>0.34</b>	0.71
TR05-FR01-AVBD	7074.50	7175.00	150.75	0	1608.8	0.5	0.5	0.002	100.5	5	0.26	1.22	1.37	4.55	9.55	<b>0.08</b>	0.61	0.18	0.12	<b>0.35</b>	0.71
TR04-FR01-AVBP	6945.0	7074.5	712.25	3515	1344.0	0.5	0.5	0.002	129.5	5	0.26	1.22	1.77	1.77	6.77	<b>0.08</b>	0.61	0.17	0.12	<b>0.34</b>	0.71
TR05-FR01-AVBP	7074.50	7175.00	150.75	5740	2627.7	0.5	0.5	0.002	100.5	5	0.26	1.22	1.37	3.15	8.15	<b>0.15</b>	0.61	0.24	0.15	<b>0.48</b>	0.84

Tabella 14 - Dimensionamento dei collettori di scarico nel sifone IN19

funzione	canaletta afferente	Area stradello	Area permeabile	Materiale	DN	Pendenza	Lunghezza	Ks	T ingresso	V pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q <sub>max</sub> riempi.	h	h/D	Angolo riemp.	Area bagnata	v
					[m]	[m/m]	[m]	(m1/3/s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]		[grad]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
Scarico nel sifone IN19	TR05-FR01-AVBD	199.5	0	pvc	400	0.01	1.75	85	6.82	1.76	0.02	0.02	6.84	0.01	0.20	0.06	0.16	94.02	0.01	0.94
	TR05-FR01-AVBP	199.5	5740	pvc	400	0.01	1.75	85	6.82	1.76	0.02	0.02	6.84	0.08	0.20	0.17	0.44	166.98	0.05	1.67

Tabella 15 - Dimensionamento dei collettori di scarico DN315 delle canalette nei pozzetti

Materiale	DN	Pendenza	Lunghezza	Ks	T ingresso	V pieno riemp.	T traslaz. singolo ramo	Max T traslaz.	T corrivaz.	Q <sub>critica</sub>	Q <sub>max</sub> riempi.	h	h/D	Angolo riemp.	Area bagnata	v
	[mm]	[m/m]	[m]	(m1/3/s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]		[grad]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
PVC	315	0.0500	0.20	85	13.4	3.35	0.00	0.00	13.45	<b>0.163</b>	0.232	0.183	<b>0.62</b>	207.1	0.04	3.63

<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 TR0004 001</p>	<p>Rev. C</p>	<p>Foglio 20 di 20</p>