

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  
RI70A - RILEVATO FERROVIARIO DAL KM 37+775,00 AL KM 38+075,00  
SISTEMAZIONI IDRAULICHE  
Relazione idraulica smaltimento acque**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due			
 Ing. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli ingegneri di Venezia n. 4289 Data: Aprile 2021	ing. Paolo Carmona Data: Aprile 2021			

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

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

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	Aprile 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	 IL PROGETTISTA DOTT. ING. PAOLO GALVANINI iscritto all'ordine degli ingegneri di Milano n. 21784 Data: 16/04/2021
A	EMISSIONE	E. Giorgetti	16/04/21	A. Gardani	16/04/21	P. Galvanin	16/04/21	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RIRI70A4001A.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 RI70A4 001	Rev. A	Foglio 2 di 10

## INDICE

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI70A4 001	Rev. A	Foglio 3 di 10

## 1 DESCRIZIONE GENERALE

Oggetto della presente relazione è l'analisi del sistema di drenaggio del tratto in rilevato RI70A, compreso tra il km 37+775,00 e il km 38+075,00 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 RI70B – Rilevato ferroviario seconda variante dal Km 187+513,48 al Km 187+813,55.

L'intervento risulta inoltre idraulicamente connesso al precedente tratto in rilevato RI69A - Rilevato ferroviario A.V. dal Km 37+330,94 al Km 37+775,00 e al successivo tratto in rilevato RI71A - Rilevato ferroviario dal Km 38+075,00 al Km 38+420,83.

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria della linea AV/AC di progetto e della piattaforma della Linea Storica (L.S.) in affiancamento prevede il convogliamento della portata meteorica verso il recapito finale tramite canalette. Per il tratto in oggetto, visti i limitati spazi a disposizione dovuti all'adiacenza della linea ferroviaria con lo svincolo autostradale di Montecchio Maggiore dell'A4 in progetto, si accetta lo scarico diretto delle acque di piattaforma raccolte dalle canalette nel recapito finale, come previsto anche nella precedente fase di PD.

Il recapito delle acque meteoriche convogliate dalle canalette per la WBS in oggetto è rappresentato dal sistema di raccolta e smaltimento della WBS RI69A e quindi dall'opera IN64 - Deviazione scolo Cavazza dalla pk 37+275,00 alla pk 38+585,00.

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

IN1712EI2P8RI69A4001A – Planimetria idraulica

IN1712EI2P8RI70A4001A – Planimetria idraulica

IN1712EI2P8RI71A4001A – Planimetria idraulica

## 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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI70A4 001	Rev. A	Foglio 4 di 10

- 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:

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 di Brendola.

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

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI70A4 001	Rev. A	Foglio 5 di 10

## 4.2 Coefficienti di deflusso

La riduzione dell'afflusso ( $\phi$ ) 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  $\phi = 0.9$  per le aree pavimentate,  $\phi = 0.6$  per le scarpate dei rilevati,  $\phi = 0.2$  per le superfici permeabili e  $\phi = 0.1$  per le aree agricole.

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

## 5 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

### 5.1 Descrizione del sistema

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria, per le tratte in rilevato oggetto della presente relazione, 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 hanno base di dimensione variabile da 0.40 m a 0.60 m e altezza di dimensione variabile da 0.70 m a 1.30 m, e sono dotate di griglia metallica classe D400. Le canalette saranno posate con la pendenza di 0.1%.

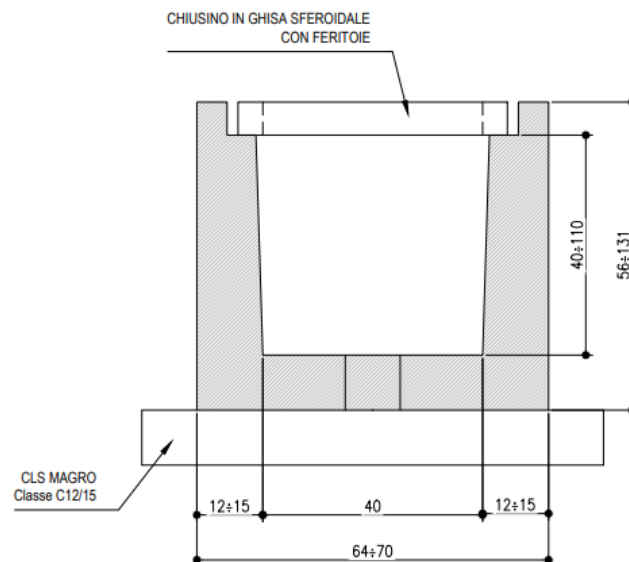


Figura 1 - Sezione tipologica della canaletta a sezione rettangolare in cls

Le canalette denominate RI69A-CR04-LSBD, RI69A-CR04-AVBD e RI69A-CR04-AVBP ricadono in parte nella WBS oggetto della presente relazione e in parte nel precedente tratto in rilevato RI69A.

<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 R170A4 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 6 di 10</p>

Le acque relative al primo tratto della piattaforma ferroviaria della successiva WBS RI71A, fino al sottopasso SL22 alla pk 38+259,91, sono convogliate nelle canalette del tratto in rilevato oggetto della relazione, e quindi nel recapito.

Visti i limitati spazi a disposizione dovuti all'adiacenza della linea ferroviaria con lo svincolo autostradale di Montecchio Maggiore dell'A4 in progetto, per il tratto in rilevato oggetto della presente relazione si accetta lo scarico diretto delle acque meteoriche nelle canalette relative al precedente tratto in rilevato RI69A e quindi nel recapito finale costituito dall'IN64.

L'opera IN64 di deviazione dello scolo Cavazza è collocata, per il tratto di interesse, in affiancamento al rilevato ferroviario lato B.D. della linea storica. Il convogliamento delle acque nel recapito avverrà in corrispondenza del punto di scarico alla pk 37+750 della WBS RI69A, tramite collettori in PVC controtubati in PEAD e pozzetti prefabbricati in cls, come illustrato nella seguente immagine.

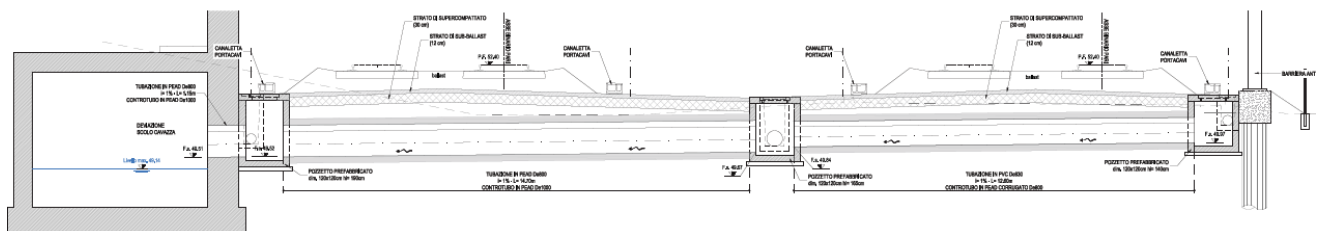


Figura 2 - Sezione di scarico nel recapito alla pk 37+750.00

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'IN64.

Per i dettagli costruttivi dei singoli elementi si faccia riferimento all'elaborato IN1710EI2BZRI0006001 – Dettagli smaltimento acque di piattaforma.

Di seguito si illustrano gli elementi di drenaggio (canalette e collettori).

## 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.

<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 RI70A4 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 7 di 10</p>

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 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 elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento (canalette e collettori) 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:

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

<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 RI70A4 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 8 di 10</p>

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 0.011 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);  $R = \frac{A}{C}$  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 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.

Nella seguente tabella vengono presentati i risultati del dimensionamento delle canalette relative alla WBS in oggetto e ai relativi collettori di scarico in PVC collocati nella WBS RI69A. Nella tabella sono presentati anche i risultati delle canalette relative ai tratti in rilevato RI69A e RI71A idraulicamente connesse con la WBS RI70A.

Per le canalette è stata assunta una pendenza minima pari a 0.1%. Nel calcolo del rapporto di riempimento sono state considerate le altezze massime dei massetti di pendenza.

Ai collettori è stata assegnata una pendenza dell'1%.



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 							
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI70A4 001	Rev. A	Foglio 9 di 10			

Tabella 2 – Dimensionamento delle canalette tipo CR

	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
SCARICO 3 IN64			[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 <sup>2</sup> ]	[-]	[m/s]	[m]
<b>RI71A - CR01 - AVBP</b>	38245	38080	1056.00	950.40	0.40	0.60	0.001	165.00	5.00	0.15	0.60	4.62	4.62	9.62	0.06	0.14	0.28	0.11	0.61	0.50	0.14
<b>RI70A - CR01 - AVBP</b>	38080	37915	1056.00	1900.80	0.40	0.70	0.001	165.00	5.00	0.16	0.61	4.51	9.13	14.13	0.09	0.17	0.42	0.17	0.75	0.55	0.14
<b>RI69A - CR04 - AVBP</b>	37915	37750	1056.00	2851.20	0.40	0.90	0.001	165.00	5.00	0.16	0.63	4.36	13.49	18.49	0.12	0.23	0.53	0.21	0.70	0.58	0.14
<b>RI71A - CR01 - AVBD</b>	38245	38080	3775.00	3397.50	0.60	1.00	0.001	165.00	5.00	0.23	0.79	3.47	3.47	8.47	0.22	0.48	0.52	0.31	0.60	0.70	0.14
<b>RI70A - CR01 - AVBD</b>	38080	37915	3952.50	6954.75	0.60	1.30	0.001	165.00	5.00	0.24	0.82	3.34	6.81	11.81	0.37	0.64	0.81	0.49	0.70	0.77	0.14
<b>RI69A - CR04 - AVBD</b>	37915	37750	3702.00	10286.55	0.60	1.50	0.001	165.00	5.00	0.25	0.84	3.29	10.10	15.10	0.49	0.75	1.03	0.62	0.75	0.80	0.14
<b>RI71A - CR01 - LSBD</b>	38245	38080	2673.00	2405.70	0.40	1.00	0.001	165.00	5.00	0.17	0.64	4.31	4.31	9.31	0.15	0.26	0.61	0.24	0.71	0.60	0.14
<b>RI70A - CR01 - LSBD</b>	38080	37915	2795.60	4921.74	0.46	1.30	0.001	165.00	5.00	0.20	0.71	3.87	8.18	13.18	0.25	0.42	0.81	0.37	0.70	0.67	0.14
<b>RI69A - CR04 - LSBD</b>	37915	37750	2258.00	6953.94	0.46	1.50	0.001	165.00	5.00	0.20	0.72	3.82	12.00	17.00	0.31	0.50	0.99	0.45	0.73	0.69	0.14

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI70A4 001	Rev. A	Foglio 10 di 10

Tabella 3 - Dimensionamento dei collettori di scarico

Tratto	Collettore	pk	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 <sup>1/3</sup> /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 3 IN64 - bp	<b>T07</b>	37750	630	0.01	12.62	PVC	91	5.00	2.55	0.08	0.08	5.08	0.12	0.70	0.17	0.28	128.66	0.06	1.92
SCARICO 3 IN64 - centrale	<b>T08</b>	37750	800	0.01	14.88	PVC	91	5.00	2.98	0.08	0.17	5.17	0.62	1.32	0.36	0.48	175.36	0.21	2.93
SCARICO 3 IN64 - bd	<b>T09</b>	37750	800	0.01	2.96	PVC	91	5.00	2.98	0.02	0.18	5.18	0.93	1.32	0.46	0.62	207.41	0.29	3.23