

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**

**RI79A - RILEVATO FERROVIARIO DA PK 41+615,35 A PK 42+071,63**

**SISTEMAZIONI IDRAULICHE**

**Relazione idraulica smaltimento acque**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: Settembre 2021			

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

I	N	1	7	1	2	E	I	2	RI	RI	7	9	A	4	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data 15/09/2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	
A	EMISSIONE	E. Giorgetti	15/09/21	A. Gardani	15/09/21	P. Galvanin	15/09/21	

CIG: 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RIRI79A4001A_01.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI79A4 001	Rev. A	Foglio 2 di 9	

## 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.....	7
5.2.1	Modello di trasformazione afflussi-deflussi .....	7
5.2.2	Dimensionamento degli elementi di convogliamento .....	8

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI79A4 001	Rev. A	Foglio 3 di 9

## 1 DESCRIZIONE GENERALE

Oggetto della presente relazione è l'analisi del sistema di drenaggio del tratto in rilevato RI79A, compreso tra il km 41+615.35 e il km 42+071.63 della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza.

La WBS in oggetto è idraulicamente connessa alla successiva WBS RI80- Rilevato ferroviario da pk 42+071.63 a pk 42+475.00.

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 la vasca di laminazione e sollevamento alla WBS IN95D in affiancamento al rilevato ferroviario e verso l'IN68 scolo Altavilla. La vasca e lo scolo Altavilla 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 dallo scolo Altavilla esistente all'interno del futuro Lotto 2 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

IN1712EI2P8RI79A4001A – Planimetria idraulica e sezione

IN1712EI2P8RI8004001A – Planimetria idraulica e sezione

IN1712EI2ROIN95D0001A – Relazione tecnica generale e idraulica

IN1712EI2PZIN95D0001A - Planimetria di inquadramento, sezioni e dettagli

## 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".

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI79A4 001	Rev. A	Foglio 4 di 9

- 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 RI79A4 001	Rev. A	Foglio 5 di 9

## 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 il tratto in rilevato in oggetto, prevede la raccolta e il convogliamento della portata meteorica che scorre sul sub-ballast impermeabile verso la vasca di laminazione e sollevamento alla WBS IN95D posta in adiacenza al rilevato ferroviario alla pk 41+950.00 lato B.P. della linea AV/AC in progetto e verso lo scolo Altavilla.

Le acque meteoriche relative alla semi-piattaforma lato B.D. della linea AV/AC e alla semi-piattaforma lato B.P. della L.S. sono raccolte in canalette rettangolari tipo "CR" di dimensioni variabili da 0.40x0.40 m a 0.40x0.80 m dotate di griglia metallica classe D400 e posate con la pendenza della linea. Dati i limitati spazi a disposizione dovuti alla presenza della SP34 in affiancamento al rilevato ferroviario in progetto, le acque meteoriche relative alla semi-piattaforma lato B.P. della linea AV/AC sono raccolte in canalette rettangolari tipo "CR" di dimensioni variabili da 0.40x0.40m a 0.40x0.50 m dotate di griglia metallica classe D400 e posate con la pendenza della linea, a meno del tratto lato B.P. della linea AV/AC compreso tra le pk 41+951.00 e 41+997 in cui le canalette avranno la pendenza interna pari allo 0.2% realizzata tramite un massetto.

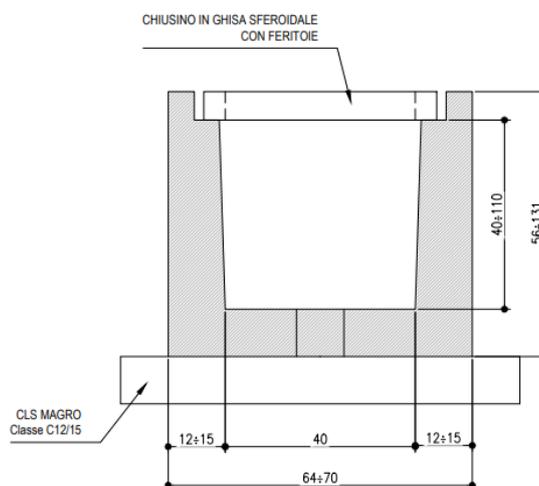


Figura 1 - Sezione tipologica della canaletta a sezione rettangolare in cls

Le canalette RI79-CR01-AVBD, RI79-CR01-AVBP, RI79-CR02-AVBP scaricano la portata nella vasca di laminazione e sollevamento della WBS IN95D interrata sotto la rotatoria della SP34 lato B.P. della linea AV/AC in corrispondenza della pk 41+950.00 per mezzo di collettori in PVC De500 e pozzetti prefabbricati in cls di dimensioni 1.00x1.00 m, come illustrato nella seguente immagine; per il tratto di attraversamento della linea ferroviaria si prevede la posa del collettore in PVC De500 all'interno di un controtubo in PEAD De630.

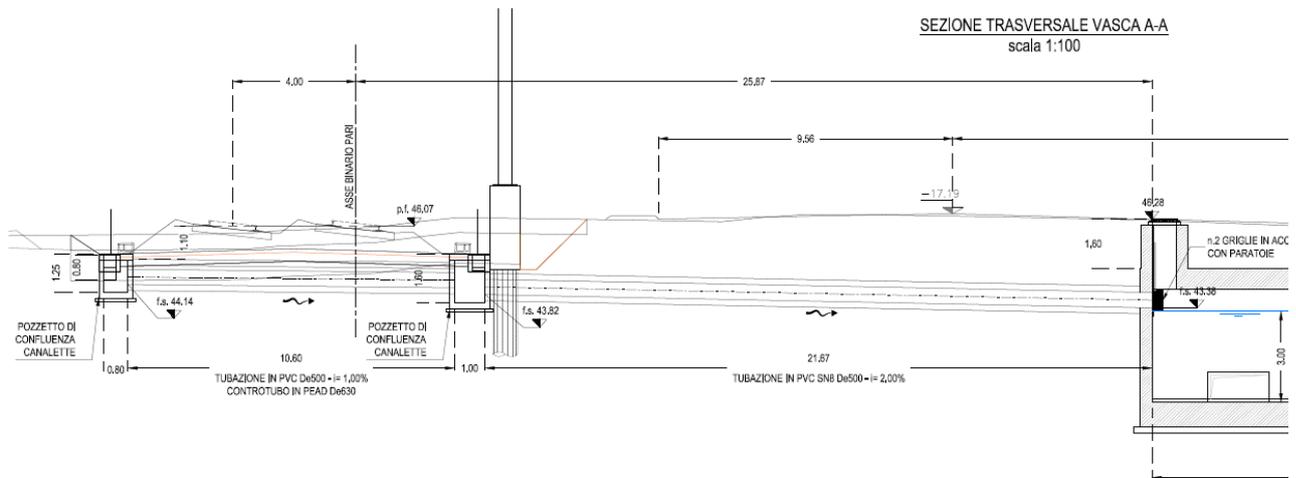


Figura 2 – Sezione del rilevato RI79A con collettori di convogliamento delle acque nella vasca di laminazione

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

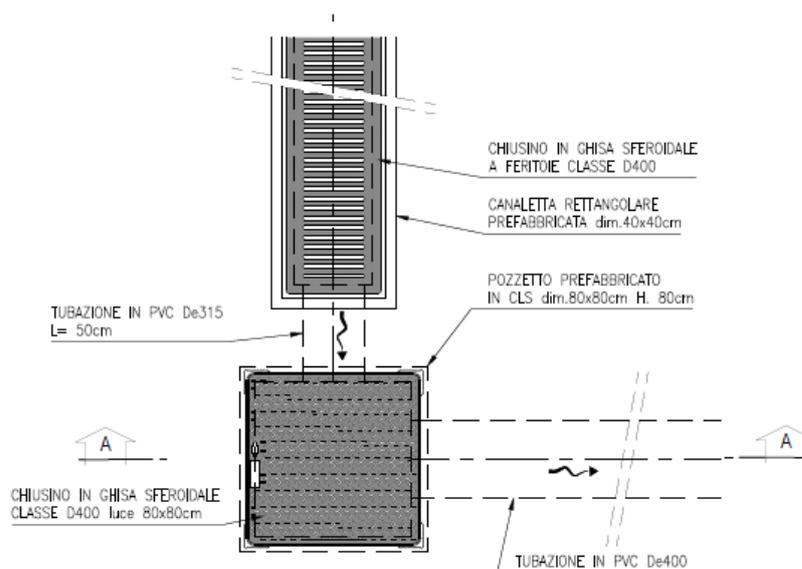


Figura 3 – Dettaglio di scarico della canaletta centrale nel pozzetto 1.00x1.00 m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI79A4 001	Rev. A	Foglio 7 di 9

Le portate laminate dalla vasca di laminazione saranno convogliate attraverso l'impianto di sollevamento IN95D nel recapito finale costituito dall'IN68 Scolo Altavilla.

Le canalette RI79-CR02-AVBD e RI79-CR03-AVBD dalla pk 41+951.00 alla pk 42+149.00 e le canalette RI79-CR03-AVBP e RI79-CR04-AVBP dalla pk 42+001.00 alla pk 42+149.00 scaricano le acque meteoriche direttamente nell'IN68 scolo Altavilla che ha la funzione di laminazione delle portate.

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 (canalette, collettori).

Il sistema di laminazione e sollevamento è descritto nel documento IN1712E12ROIN95D0001A – Relazione tecnica generale e idraulica e nel documento IN1712E12ROIN680001A – Relazione tecnica generale e idraulica.

## 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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI79A4 001	Rev. A	Foglio 8 di 9

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  $m^3/s$ .

### 5.2.2 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:

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

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 0.011 per i collettori in materiale plastico;  $A$  l'area bagnata ( $m^2$ );  $C$  il contorno bagnato ( $m$ );  $j$  la pendenza media della condotta ( $m/m$ );  $\chi = \frac{A}{C}$  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 della WBS RI79A oggetto della presente relazione. Alle canalette è stata assegnata la pendenza della linea, per i tratti in contropendenza è stata assunta una pendenza minima interna dello 0.2%. Nel calcolo del rapporto di riempimento sono state considerate le altezze massime dei massetti di pendenza pari a 28 cm.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 							
<b>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI79A4 001	Rev. A	Foglio 9 di 9			

Tabella 2 – Dimensionamento 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
scarico nella vasca di laminazione			[m2]	[m2]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[min]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m3/s]	[m3/s]	[m]	[m2]	[-]	[m/s]
<b>RI79-CR01-AVBD</b>	41625	41950	4680.00	4212.00	0.40	0.80	0.0039	325.00	5.00	0.16	1.23	4.41	4.41	9.41	0.25	0.39	0.55	0.22	0.68	1.16
<b>RI79-CR01-AVBP</b>	41625	41950	2080.00	1872.00	0.40	0.40	0.0039	325.00	5.00	0.13	1.09	4.99	4.99	9.99	0.11	0.17	0.28	0.11	0.71	0.97
<b>RI79-CR02-AVBP</b>	41997	41950	300.80	270.72	0.40	0.50	0.0020	47.00	5.00	0.14	0.81	0.96	0.96	5.96	0.02	0.16	0.10	0.04	0.44	0.53
scarico diretto scolo Altavilla																				
<b>RI79-CR02-AVBD</b>	41949	42049	1440.00	1296.00	0.40	0.40	0.0039	100.00	5.00	0.13	1.09	1.53	1.53	6.53	0.09	0.17	0.24	0.10	0.61	0.95
<b>RI79-CR03-AVBD</b>	42049	42149	1440.00	1296.00	0.40	0.40	0.0039	100.00	5.00	0.13	1.09	1.53	1.53	6.53	0.09	0.17	0.24	0.10	0.61	0.95
<b>RI79-CR03-AVBP</b>	42001	42049	307.20	276.48	0.40	0.40	0.0039	48.00	5.00	0.13	1.09	0.74	0.74	5.74	0.02	0.17	0.08	0.03	0.19	0.69
<b>RI79-CR04-AVBP</b>	42049	42149	640.00	576.00	0.40	0.40	0.0039	100.00	5.00	0.13	1.09	1.53	1.53	6.53	0.04	0.17	0.13	0.05	0.33	0.78

Tabella 3 – Dimensionamento collettori di scarico nella vasca di laminazione

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]		(m1/3/s)	[min]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[m3/s]	[m3/s]	[m]	[-]	[grad]	[m2]	[m/s]
<b>da B.D. a B.P</b>		41950	500	0.010	10.40	PVC	91	5.00	2.19	0.08	0.08	5.08	0.25	0.38	0.28	0.60	202.33	0.11	2.34
<b>da B.P. a vasca di laminazione</b>		41950	500	0.020	21.67	PVC	91	5.00	3.09	0.12	0.12	5.12	0.38	0.54	0.29	0.62	208.25	0.11	3.37