

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  
PARTE GENERALE  
IV04 - CAVALCAFERROVIA AL km 13+241.14  
GENERALE  
Relazione idraulica e smaltimento acque meteoriche**

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 2	E	I 2	R I	I V 0 4 0 X	0 0 1	A	- - - P - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data

Progettazione:



Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	Coding 	30/07/21	C.Pinti 	30/07/21	P. Luciani 	30/07/21	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RIIV040X001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

TUTTI I DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE È VIETATA

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIV040X0001	A

## INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3.	ELABORATI DI RIFERIMENTO	6
4.	SINTESI DEGLI STUDI IDROLOGICI	7
5.	DESCRIZIONE DEI PRESIDI IDRAULICI ADOTTATI PER IL DRENAGGIO E LA LAMINAZIONE	8
6.	PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	10
6.1	PROGETTAZIONE DELL'INTERASSE MINIMO DEGLI EMBRICI E DELLE CADITOIE	11
6.2	PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO	13
7.	VERIFICA DELLE OPERE MINORI	16
8.	PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA DEVIAZIONE PROVVISORIA	20
8.1	PROGETTAZIONE FOSSI	20
8.1.1	SINTESI DEGLI STUDI IDROLOGICI	20
8.1.2	DIMENSIONAMENTO	21
9.	CONCLUSIONI	24
10.	ALLEGATI DI CALCOLO	25
10.1	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO	25

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIV040X0001	A

## 1. PREMESSA

La presente relazione illustra la metodologia adottata e i risultati ottenuti per la progettazione del sistema di drenaggio del cavalcaferrovia "IV04 - CAVALCAFERROVIA AL km 13+241.14" parte integrante dell'intervento Infrastrutture Ferroviarie Strategiche definite dalla Legge Obiettivo N.443/01 – Linea AV/AC Torino – Venezia, tratta Verona-Padova Lotto Funzionale Verona – Bivio Vicenza.

Il documento, redatto in ragione dei pregressi studi idrologici e idraulici realizzati nell'ambito della progettazione ferroviaria, si articola nei capitoli che seguono:

- Capitolo 2 – riferimenti normativi, bibliografici e documenti di istruttoria Italferr;
- Capitolo 3 – elaborati grafici di riferimento;
- Capitolo 4 – sintesi degli studi idrologici e definizione delle Curve di Possibilità Pluviometrica;
- Capitolo 5 – descrizione dei presidi idraulici adottati per l'intervento in esame;
- Capitolo 6 – progettazione della rete di drenaggio (embrici, condotte e fossi);
- Capitolo 7 – verifica delle opere minori;
- Capitolo 8 – progettazione del sistema di drenaggio della deviazione provvisoria;
- Capitolo 9 – conclusioni;
- Capitolo 10 – allegati di calcolo.

In ottemperanza alle prescrizioni presenti all'interno del Manuale di Progettazione Italferr, il dimensionamento dei presidi idraulici è realizzato per un periodo di ritorno non inferiore a 50 anni. Il sistema di drenaggio, inoltre, risponde alle indicazioni riportate nel Decreto Regionale 2948 del 6 ottobre 2009 (Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici), ovvero alle prescrizioni fornite degli Enti Territoriali Competenti (Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta). Infine, come è possibile osservare dallo stralcio planimetrico rappresentato in figura, l'intervento in esame ricade esternamente alle aree a rischio idraulico individuate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni relativo alla Regione Veneto.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 	
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIV040X0001	A

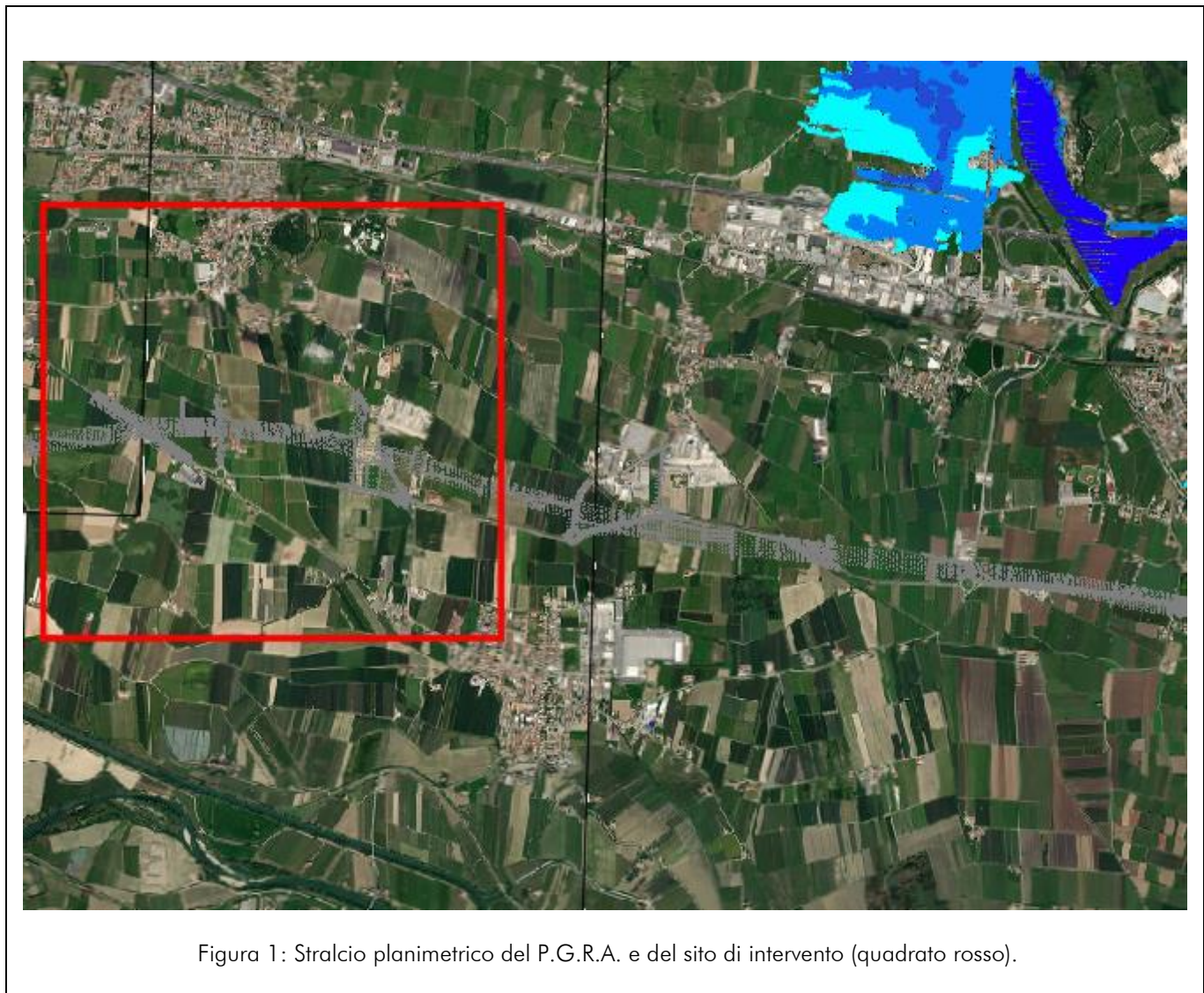



Figura 1: Stralcio planimetrico del P.G.R.A. e del sito di intervento (quadrato rosso).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIV040X0001	A

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito sono riportati i principali riferimenti normativi e bibliografici per la progettazione:

- Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Veneto (PAI);
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA);
- Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC2018);
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.;
- Regio Decreto del 25/07/1904 n.523;
- Manuale di Progettazione RFI;
- Piano di tutela delle acque art 121, Decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, “Norme in materia ambientale” – Norme tecniche di attuazione – Allegato A3 alla Delibera del Consiglio Regionale n. 107 del 5/11/2009 e successive modifiche e integrazioni Aggiornamento a LUGLIO 2018;
- Rapporto di verifica alla Progettazione (Italferr, 2020.08.08 - IN0D00D09ISIV04A0001A);
- Idraulica dei sistemi fognari. Dalla teoria alla pratica (Gisondi C., Hager W.H.).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIV040X001	A

### 3. ELABORATI DI RIFERIMENTO

1. IN1712EI2P8IV040X001A – Planimetria idraulica TAV.1;
2. IN1712EI2P8IV040X002A – Planimetria idraulica TAV.2;
3. IN1712EI2P8IV040X003A – Planimetria idraulica della deviazione provvisoria TAV.1;
4. IN1712EI2P8IV040X004A – Planimetria idraulica della deviazione provvisoria TAV.2;
5. IN1712EI2F8IV020X001A – Profilo longitudinale idraulico e particolari idraulici.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12R1IV040X0001	A

#### 4. SINTESI DEGLI STUDI IDROLOGICI

Congruentemente alle indicazioni presenti all'interno del Progetto Esecutivo ("Relazione Idrologica e Idraulica Attraversamenti Secondari" - IN1710E12RHID0000002B), contenente lo studio idrologico redatto tenendo conto delle prescrizioni fornite da parte del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (2016), derivanti dal quadro prescrittivo a seguito dell'approvazione del Progetto Definitivo e specificate nell'allegato 1 della Delibera Cipe con Delibera n.84 del 22.12.2017 e derivanti dalle istruttorie ITF relative al Progetto Definitivo (2018-2019).

La tabella che segue riporta i parametri di riferimento per le CPP relativi alla stazione fittizia 50% Buttapietra-50% Arcole (si rimanda al documento citato sopra per approfondimenti).

$$h(t) = at^n \quad (\text{formulazione a due parametri})$$

2 PARAMETRI (d<60min)		2 PARAMETRI (d>60min)	
a mm/h <sup>n</sup>	n	a mm/h <sup>n</sup>	n
84.95	0.61	77.55	0.13

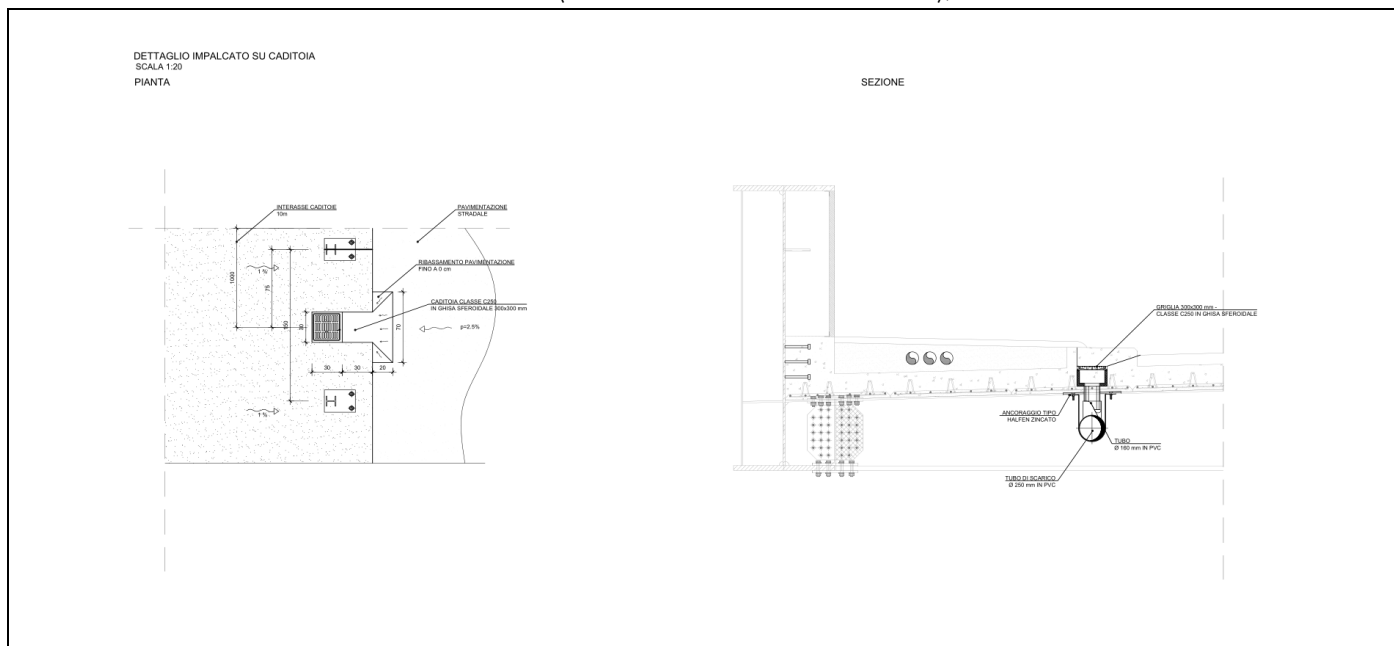
Tabella 4-1 - Parametri delle CPP relativi a un evento con periodicità statistica cinquantennale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIV040X0001	A

## 5. DESCRIZIONE DEI PRESIDI IDRAULICI ADOTTATI PER IL DRENAGGIO E LA LAMINAZIONE

Il presente capitolo offre una descrizione dei presidi idraulici adottati per il drenaggio della piattaforma stradale e per la laminazione delle portate. Come è possibile osservare dalle figure che seguono, il sistema di drenaggio e laminazione per la viabilità in esame è caratterizzato da:

1. Viabilità in cavalcaferrovia - lo smaltimento dei volumi meteorici intercettati dalla piattaforma è realizzato a mezzo di un sistema di caditoie in ghisa sferoidale (classe di resistenza C250, dimensioni 30x30 cm), opportunamente distribuiti e una rete di condotte di diametro esterno 250 mm (PVC – resistenza anulare SN 8);

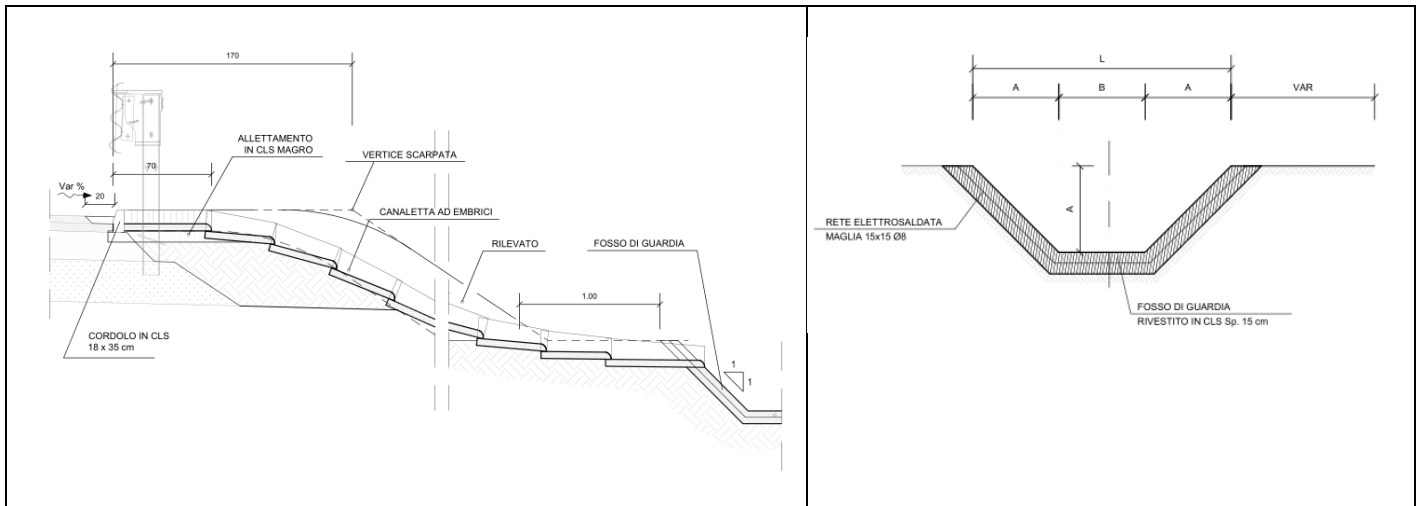


TIPO	De (mm)	Di (mm)	S (mm)
PVC – DN250	250	235.4	7.3

Tabella 5-1 – Sistema di drenaggio. In alto: pozzetto prefabbricato in calcestruzzo con caditoia in acciaio carrabile; in basso a sinistra: tabella delle dimensioni delle condotte di drenaggio.



2. Viabilità in rilevato - lo smaltimento dei volumi meteorici intercettati dalla piattaforma stradale è realizzato a mezzo di embrici che convogliano le portate ai fossi di guardia prefabbricati in calcestruzzo, sezione trapezoidale a presidio del rilevato stradale (base 3.0 m, profondità 1.0 m e pendenza 1/1).



ID/TIPOLOGIA	B (mm)	H (mm)
FOSSO 3000X100	3000	1000

Tabella 5-2 – Sistema d drenaggio per porzioni di viabilità in rilevato. In alto a sinistra: embrice; in altro a destra: tipologico del fosso di guardia prefabbricato in calcestruzzo; in basso: tabella delle dimensioni.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIV040X0001	A

## 6. PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Il presente capitolo ha come obiettivo la progettazione del sistema di raccolta e convogliamento delle portate a mezzo di rete di drenaggio. Come già anticipato nel paragrafo descrittivo dei presidi idraulici, i volumi meteorici lungo il cavalcaferrovia, vengono intercettati da un sistema di caditoie grigliate in ghisa sferoidale (30x30 cm) e condotte in PVC (DN 250 mm). I contributi raccolti vengono recapitati ai fossi di guardia di progetto prefabbricati in calcestruzzo tramite pluviale.

I volumi meteorici delle viabilità in rilevato vengono intercettati tramite embrici opportunamente disposti secondo un interasse che sarà calcolato nei paragrafi a seguire. I contributi raccolti vengono recapitati ai fossi di guardia prefabbricati in calcestruzzo posizionati a presidio del rilevato stradale.

La determinazione del massimo interasse ammissibile per gli embrici e le caditoie è realizzata raffrontando la portata critica generata da un evento di pioggia ( $t_c=10\text{min}$  – formula razionale) con la capacità idraulica della porzione di piattaforma individuata tra cordolo e banchina (deflusso in condizioni di moto uniforme).

La progettazione del sistema di drenaggio è ottenuta, in ottemperanza alle indicazioni presenti all'interno del "Manuale di Progettazione Italferr", per applicazione del Metodo dell'Invaso Lineare nell'ipotesi che il deflusso lungo il fosso di guardia possa intendersi a tratti caratterizzato da condizioni di moto uniforme.

I fossi di guardia sono stati dimensionati, cautelativamente, considerando la dimensione dei tombini di progetto IN30 IN31 posizionati a valle, per i quali è stata utilizzata una portata duecentennale di  $5.6\text{m}^3/\text{s}$  e  $5.3\text{m}^3/\text{s}$ .

Le verifiche della rete dei collettori invece sono state condotte nell'ipotesi di evento di progetto con periodicità statistica media cinquantennale.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIV040X0001	A

## 6.1 PROGETTAZIONE DELL'INTERASSE MINIMO DEGLI EMBRICI E DELLE CADITOIE

Il dimensionamento dell'interasse di posizionamento è realizzato raffrontando la capacità del manufatto con le portate convogliate nella porzione di piattaforma compresa tra banchina e cordolo, rispetto a un evento meteorico di progetto.

L'analisi è condotta nell'ipotesi che, per i presidi in esame, i fenomeni di natura cinematica prevalgano rispetto alle condizioni di accumulo volumetrico, rendendo di fatto applicabile la formula razionale per la determinazione del picco di piena.

L'evento di progetto è calcolato per un periodo di ritorno pari a 50anni e un tempo di corrivazione del bacino drenato non superiore a 10 minuti.

Alle condizioni indicate, la portata critica risulta:

$$Q(d, TR) = ad^{n-1}L \sum_i^n \varphi_i b_i$$

Con a ed n parametri delle CPP per assegnato periodo di ritorno,  $\varphi_i$  coefficiente di afflusso in rete, L lunghezza dell'interasse massimo tra condotte e  $b_i$  larghezza del bacino drenato.

La capacità di convogliamento è determinata ipotizzando che la massima superficie bagnata generata non ecceda i 100 cm. In tali condizioni, ipotizzando una pendenza media trasversale del 2.5%, il tirante massimo individuato è pari a 2.5cm. La massima portata è dunque:

$$Q_c = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sigma \sqrt{s}$$

Con n coefficiente di scabrezza di Manning ( $n=0.015 \text{ s/m}^{1/3}$ ), R raggio idraulico,  $\sigma$  sezione bagnata e s pendenza media della viabilità.

I risultati del dimensionamento dell'interasse sono di seguito riportati. Come è possibile osservare, per valori di pendenza media e ingombro di piattaforma variabili la capacità della caditoia grigliata e dell'embrice eccede sempre quella del sistema cordolo+piattaforma. A vantaggio di sicurezza, per l'intervento in esame, si fissa un valore massimo dell'interasse non superiore a 15m sia per gli embrici sia per le caditoie grigliate.

GENERAL CONTRACTOR


 Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA


 ITALFERR  
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RIIV040X0001

A

sl m/m	L m	B m	A m <sup>2</sup>	b m	Qc m <sup>3</sup> /s	h m	$\sigma$ m <sup>2</sup>	V m/s	Qd m <sup>3</sup> /s	Qg m <sup>3</sup> /s	Ld m
0.002	15.70	5.00	78.52	1.00	0.003	0.03	0.01	0.26	0.003	0.08425	15
0.005	24.83	5.00	124.15	1.00	0.005	0.03	0.01	0.41	0.005	0.08425	20
0.01	35.11	5.00	175.57	1.00	0.007	0.03	0.01	0.58	0.007	0.08425	20
0.015	43.01	5.00	215.03	1.00	0.009	0.03	0.01	0.72	0.009	0.08425	20
0.02	49.66	5.00	248.30	1.00	0.010	0.03	0.01	0.83	0.010	0.08425	20
0.025	55.52	5.00	277.61	1.00	0.012	0.03	0.01	0.92	0.012	0.08425	20
0.03	60.82	5.00	304.10	1.00	0.013	0.03	0.01	1.01	0.013	0.08425	20

sl m/m	L m	B m	A m <sup>2</sup>	b m	Qc m <sup>3</sup> /s	h m	$\sigma$ m <sup>2</sup>	V m/s	Qd m <sup>3</sup> /s	Qg m <sup>3</sup> /s	Ld m
0.002	7.85	10.00	78.52	1.00	0.003	0.03	0.01	0.26	0.003	0.08425	7
0.005	12.41	10.00	124.15	1.00	0.005	0.03	0.01	0.41	0.005	0.08425	12
0.01	17.56	10.00	175.57	1.00	0.007	0.03	0.01	0.58	0.007	0.08425	17
0.015	21.50	10.00	215.03	1.00	0.009	0.03	0.01	0.72	0.009	0.08425	20
0.02	24.83	10.00	248.30	1.00	0.010	0.03	0.01	0.83	0.010	0.08425	20
0.025	27.76	10.00	277.61	1.00	0.012	0.03	0.01	0.92	0.012	0.08425	20
0.03	30.41	10.00	304.10	1.00	0.013	0.03	0.01	1.01	0.013	0.08425	20

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIV040X0001	A

## 6.2 PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

Il presente paragrafo illustra sinteticamente la procedura adottata per il dimensionamento della rete di canalette a drenaggio della viabilità di progetto per applicazione del modello dell'Invaso Lineare.

La metodologia indicata assimila il deflusso caratterizzante il sistema di drenaggio a quello di un serbatoio a funzionamento autonomo (riempimento/svuotamento generato dalle caratteristiche idrologiche del bacino in assenza di effetti indotti dalla rete a valle del punto di indagine) e sincrono (riempimento/svuotamento contemporaneo). In tali condizioni, la distribuzione temporale dei volumi all'interno del serbatoio può esprimersi a mezzo dell'equazione di continuità:

$$(p - q)dt = dw$$

Con  $p$  e  $q$  portata entrante e uscente dal serbatoio nell'unità di tempo  $dt$  e  $dw$  volume infinitesimo accumulato. L'equazione è risolta nell'ipotesi di proporzionale linearità tra volume totale accumulato a monte della sezione di chiusura, portata convogliata e area sottesa.

$$\frac{W}{\omega} = cost$$

$$\frac{Q}{\omega} = cost$$

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme e caratterizza il comportamento autonomo e sincrono delle reti complesse.

Applicando le condizioni appena introdotte risulta:

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q}$$

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q}$$

$$(p - q)dt = \frac{W}{Q} \cdot dq$$

$$p - q = \frac{dw}{dt}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIV040X0001	A

L'integrazione dell'equazione di continuità consente di definire la relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, permettendo dunque la stima del deflusso massimo all'interno del condotto al tempo di riempimento  $t_r$ .

Applicando la condizione  $t = t_r$  è possibile determinare l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

$$u = k \frac{(\varphi a)^{1/n}}{w^{\frac{1}{n}-1}}$$

Con:

- $u$  - coefficiente udometrico, rappresenta la portata per unità di superficie del bacino (l/s/ha);
- $\varphi$  - il coefficiente di deflusso medio pesato rispetto alla superficie (bacino naturale: 0.4; scarpata di progetto: 0.6; piattaforma: 0.9);
- $a, n$  - coefficienti della curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora;
- $k$  - coefficiente che assume il valore "2168 n" [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni Idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore];
- $w$  - volume specifico di invaso totale, pari al rapporto tra il volume di invaso a monte della sezione di chiusura indagata e superficie drenata, è valutato secondo la seguente espressione:

$$w = \frac{W}{A} = \frac{w_0 A + W_{c-1} + W_c}{A}$$

- $A$  rappresenta la superficie del bacino sotteso;
- $w_0$  rappresenta il volume specifico dei piccoli invasi, compreso tra 15-20m<sup>3</sup>/ha (Artina e Martinelli, 1997) - bacini e reti di collettamento caratterizzati da modesta pendenza (0.1-0.3%) e valori di coefficiente di afflusso superiori uguali a 0.5. Per la presente progettazione il valore è stato fissato a 15 m<sup>3</sup>/ha;
- $W_{c-1}$  rappresenta il volume accumulato all'interno della rete di collettori a monte del tratto indagato.

L'espressione del coefficiente udometrico utilizzata nel nostro studio è dunque:

$$u = 2168 n \frac{(\varphi a)^{1/n}}{w^{\frac{1}{n}-1}}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIV040X0001	A

Ricavato il coefficiente udometrico, la portata critica come

$$Q = Au$$

Il valore viene raffrontato alla massima capacità della sezione del presidio idraulico (condizioni di deflusso in moto uniforme) a mezzo della relazione di Strickler-Manning:

$$Q_c = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sigma \sqrt{s}$$

Con n coefficiente di scabrezza di Manning (PVC/PeAD:  $n=0.011 \text{ s/m}^{1/3}$ ; Calcestruzzo:  $n=0.015 \text{ s/m}^{1/3}$ ), R raggio idraulico,  $\sigma$  sezione bagnata e s pendenza media del presidio.

Le verifiche della rete di drenaggio sono realizzate in ragione delle prescrizioni che seguono:

1. Presidi "chiusi" (Condotte):
  - Altezza utile  $\leq 500\text{mm}$  – Massimo riempimento  $< 50\%$ ;
  - Altezza utile  $> 500\text{mm}$  – Massimo riempimento  $< 67\%$ ;
  - Velocità di deflusso –  $[0.20 - 5] \text{ m/s}$ .
2. Presidi "aperti" (Fossi):
  - Franco idraulico minimo  $> 5\text{cm}$
  - Velocità di deflusso –  $[0.1 - 5] \text{ m/s}$ .

Tutte le verifiche del sistema di drenaggio sono riportate all'interno degli allegati di calcolo. Come è possibile osservare:

- La rete risulta costituita da condotte in PVC di diametro esterno di 250 mm;
- Il grado di riempimento delle canalette è ovunque inferiore al 50% della sezione utile;
- La velocità di deflusso è compresa tra 0.90 e 2.15m/s.
- La rete è costituita da fossi di guardia prefabbricati in calcestruzzo di altezza pari a 1000mm e base di 3000mm;
- Il grado di riempimento dei fossi è ovunque inferiore al 95% della sezione utile. In relazione del fatto che per il dimensionamento dei fossi si è utilizzata una portata a monte duecentennale;
- La velocità di deflusso è compresa tra 1.55 e 2.00 m/s.

La verifica del sistema interrato di drenaggio può dunque ritenersi soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIV040X0001	A

## 7. VERIFICA DELLE OPERE MINORI

Il presente paragrafo illustra la procedura adottata per il dimensionamento idraulico dell'opera necessarie a garantire la continuità idraulica dei fossi A e B, rappresentate da un tombino a sezione scatolare (3.00x2.00m) in calcestruzzo. Il manufatto è soggetto a una portata duecentennale calcolata con metodo dell'invaso pari a 5.6m<sup>3</sup>/s e 5.3m<sup>3</sup>/s rispettivamente.

Il funzionamento idraulico dei manufatti di attraversamento, a sezione chiusa, dipende in generale da numerosi fattori quali:

- la pendenza;
- la sezione;
- la forma e la geometria dell'imbocco;
- la scabrezza.

Le verifiche necessarie per garantire la compatibilità idraulica dei tombini sono di diverso tipo a seconda che si consideri di determinarne il funzionamento all'imbocco (inlet control), il funzionamento all'interno della canna per le quali possono ritenersi cautelative le condizioni di moto uniforme e il possibile effetto di rigurgito da valle (outlet control).

La sola verifica di moto uniforme, rappresentativa delle condizioni di deflusso nella canna per tombini idraulicamente lunghi, non garantisce in generale dal possibile funzionamento in pressione che può generarsi in corrispondenza dell'imbocco, a causa della modifica della geometria della sezione e della necessaria variazione di pendenza all'interno dell'opera realizzata.

Al fine di determinare in modo cautelativo la capacità idraulica della sezione di progetto dell'opera, si è verificata la capacità della sezione d'imbocco, considerando che in corrispondenza dello stesso possano verificarsi condizioni di passaggio attraverso lo stato critico (transizione da corrente lenta a corrente veloce). In tale condizioni, appare comunque adeguatamente cautelativo fare riferimento alle quote del carico idraulico totale a monte dell'opera stessa, includendo le perdite di carico che possono verificarsi in corrispondenza dell'imbocco stesso.

Per quanto riguarda le determinazioni delle caratteristiche del deflusso in corrispondenza dell'imbocco si è ipotizzato il passaggio attraverso le condizioni critiche, caratterizzate per la sezione generica dall'equazione

$$\left. \frac{dE}{dh} \right|_{cr} = 1 - \frac{\alpha Q^2}{g \Omega^3} \frac{d\Omega}{dh} = 0$$

- Q portata di progetto (m<sup>3</sup>/s);
- g costante di gravità (m/s<sup>2</sup>);



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIV040X0001	A

- $\Omega$  area della sezione bagnata ( $m/s^2$ );
- $\alpha$  coefficiente di Coriolis.

l'equazione precedente può essere risolta numericamente per le sezioni circolari, mentre per quelle rettangolari ci si avvale della formula esplicita:

$$h_{cr} = \left( \frac{\alpha Q^2}{g b^2} \right)^{1/3}$$

Affinché il passaggio avvenga in condizioni critiche, l'energia che ci si deve attendere a monte dell'imbocco deve essere pari all'energia minima per l'attraversamento della sezione chiusa con la portata assegnata (e dunque l'energia in condizioni critiche), data da:

$$E_{cr} = h_{cr} + \frac{\alpha Q^2}{2g\Omega_{cr}^2}$$

Nel caso specifico di corrente critica si ha che l'energia specifica  $E_{cr}$  è pari a 1.5 l'altezza  $h_{cr}$ .

Il funzionamento a superficie libera è garantito nel caso in cui l'energia a monte dell'opera non superi 1,5 volte l'altezza del tombino.

Le condizioni di moto uniforme sono utili alla determinazione dei tiranti e delle velocità che sono da attendersi nel caso la canna dell'opera abbia sufficiente lunghezza da permettere l'instaurarsi di un regime di condizioni uniformi. Tali verifiche sono state utilizzate per determinare in modo congiunto dimensioni trasversali e pendenze longitudinali dell'opera di modo da contenere le velocità all'interno del tombino. Tali velocità sono state limitate a 5 m/s in considerazione della resistenza e durabilità dei materiali e all'azione abrasiva dell'acqua e del materiale trasportato in sospensione e sul fondo.

Le verifiche sono state effettuate considerando la formula di Chezy:

$$Q = K \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (m^3/s)$$

nella quale:

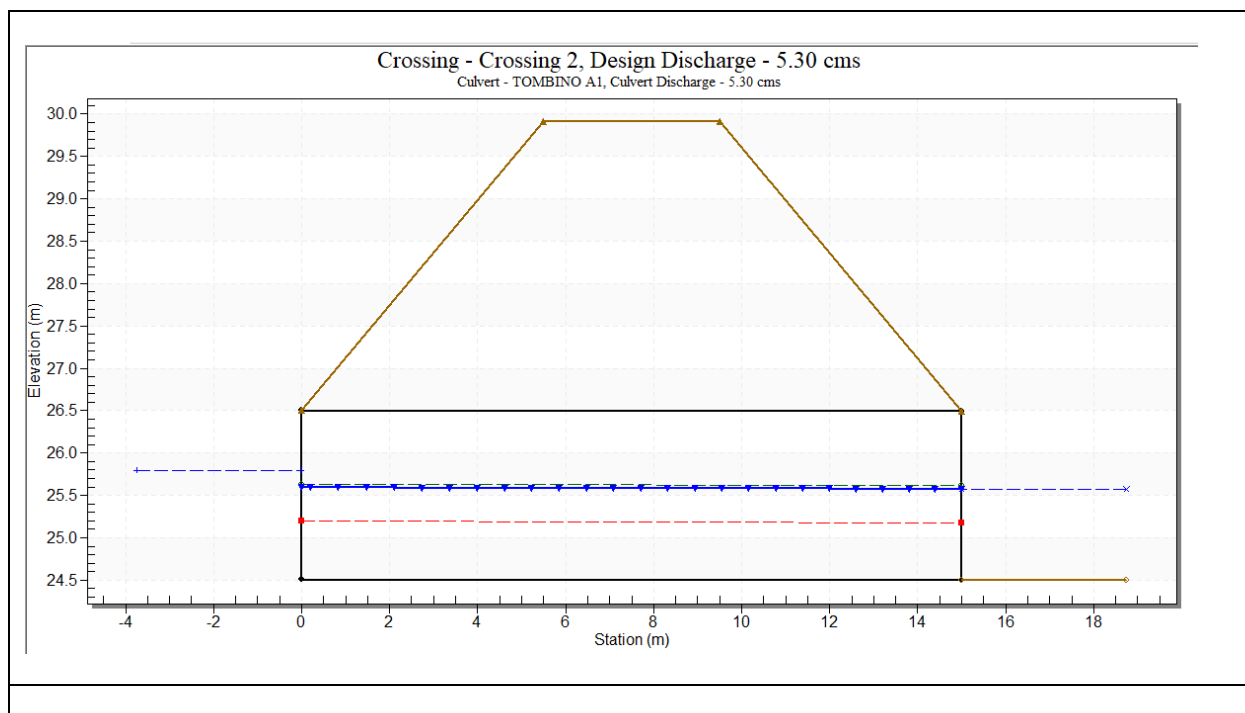
- $A$  è l'area della sezione bagnata ( $m^2$ );
- $R$  è il raggio idraulico (m);
- $i$  la pendenza di progetto (m/m);
- $K$  il coefficiente di scabrezza, per il quale è stata utilizzata l'espressione alla Manning;
- $K = R^{1/6}/n$ , per la quale è stato utilizzato il valore di  $0,020 \text{ sm}^{-1/3}$ .

La soluzione in forma implicita dell'equazione di Chezy fornisce i valori di tirante e velocità una volta assegnate per tentativo la geometria della sezione e la pendenza longitudinale dell'opera.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RIV040X0001</p>	<p>A</p>

Le verifiche allo sbocco, infine, sono necessarie per determinare quei casi di possibile funzionamento rigurgitato dei tombini, con conseguente insufficienza di capacità determinata dalle condizioni di valle. Tale verifica è motivata in tutti quei casi in cui l'inalveazione posta a valle dell'opera di attraversamento, a causa della difformità della geometria della sezione o della pendenza longitudinale rispetto alla sezione dell'opera stessa, possa rappresentare una effettiva riduzione dei franchi o un incremento del rapporto di riempimento.

Per lo scatolare oggetto di studio le analisi sono state condotte con l'ausilio del software Open Source HY-8 che permette di vagliare il comportamento relativo al deflusso dell'opera. Di seguito si rappresentano i risultati.



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RIIV040X0001</p>	<p>A</p>

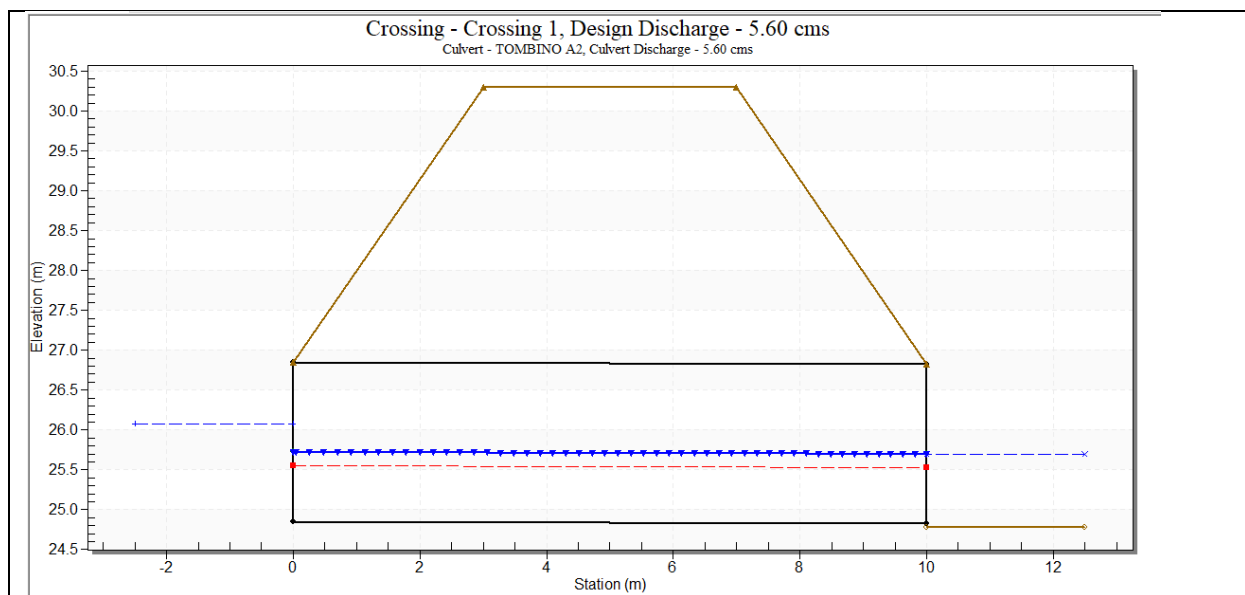


Figura 2 – Profilo di rigurgito del tombino scatolare 3x2 necessario per la continuità idraulica dei fossi A e B

Le verifiche permettono di osservare che:

1. Il riempimento del manufatto si mantiene sempre inferiore al 50% della sezione disponibile;
2. La velocità di deflusso è ovunque inferiore al valore soglia di 5m/s.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2RIV040X0001	A

## 8. PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA DEVIAZIONE PROVVISORIA

Il presente capitolo ha come obiettivo la progettazione del sistema di raccolta e convogliamento delle portate della deviazione provvisoria.

Il sistema di drenaggio è costituito da due fossi di guardia che permettono la continuità idraulica della rete esistente. Nel dettaglio:

1. FOSSO A – è dimensionato per un tempo di ritorno di un anno ed è caratterizzato da una base di 1.00m, un'altezza di 1.00m e pendenza 2/3.
2. FOSSO B – è dimensionato per un tempo di ritorno di duecento anni (vedi capitolo 6) ed è caratterizzato da una base di 3.00m, un'altezza di 1.00m e pendenza 2/3.

### 8.1 PROGETTAZIONE FOSSI

#### 8.1.1 SINTESI DEGLI STUDI IDROLOGICI

I fossi di guardia sono stati dimensionati utilizzando due tempi di ritorno differenti in accordo con le indicazioni presenti all'interno del Progetto Esecutivo ("Relazione Idrologica e Idraulica Attraversamenti Secondari" - IN1710EI2RHID0000002B), contenente lo studio idrologico redatto tenendo conto delle prescrizioni fornite da parte del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (2016), derivanti dal quadro prescrittivo a seguito dell'approvazione del Progetto Definitivo e specificate nell'allegato 1 della Delibera Cipe con Delibera n.84 del 22.12.2017 e derivanti dalle istruttorie ITF relative al Progetto Definitivo (2018-2019).

La tabella che segue riporta i parametri di riferimento per le CPP relativi alla stazione fittizia 50% Buttapietra-50% Arcole (si rimanda al documento citato sopra per approfondimenti).

$$h(t) = at^n \quad (\text{formulazione a due parametri})$$

2 PARAMETRI (d<60min)		2 PARAMETRI (d>60min)	
a mm/h <sup>n</sup>	n	a mm/h <sup>n</sup>	n
19.15	0.43	16.35	0.21

Tabella 8.1-1 - Parametri delle CPP relativi a un evento con periodicità statistica annuale

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2RIIV040X0001	A

2 PARAMETRI (d<60min)		2 PARAMETRI (d>60min)	
a mm/h <sup>n</sup>	n	a mm/h <sup>n</sup>	n
102.8	0.62	94.8	0.12

Tabella 8.1-2 - Parametri delle CPP relativi a un evento con periodicità statistica duecentennale

### 8.1.2 DIMENSIONAMENTO

La verifica dei fossi è realizzata raffrontando la massima portata defluente, determinata mediante formula razionale, rispetto alla capacità del fosso (scala di deflusso).

La portata di progetto risulta dunque:

$$Q(\text{Tr}_1, d) = ad^{n-1}S\varphi$$

$$Q(\text{Tr}_{200}, d) = ad^{n-1}S\varphi$$

Con:

a, n – parametri della curva di possibilità pluviometrica per  $\text{Tr} = 1$  anno e  $\text{Tr} = 200$  anni;  
d – durata di progetto dell'evento sintetico di pioggia. Nel caso indicato, considerata l'esiguo sviluppo della rete disperdente appare cautelativa l'ipotesi di un evento critico della durata pari a 10 minuti;

S – superficie di deflusso;

$\varphi$  – coefficiente di deflusso (0.9 piattaforma stradale, 0.6 rilevato stradale e 0.4 superfici esterne).

Nell'ipotesi di effettuare le verifiche sul medesimo bacino, e conoscendo il valore della portata di progetto per un tempo di ritorno di duecento anni è possibile ricavare il valore della portata per un tempo di ritorno di un anno:

$$Q(\text{Tr}_1) = \frac{a_1}{a_{200}} \times Q(\text{Tr}_{200})$$

I valori di portata ricavati sono i seguenti:

$$Q(\text{Tr}_1) = 1.06 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q(\text{Tr}_{200}) = 5.60 \text{ m}^3/\text{s}$$

Di seguito si rappresentano i risultati ottenuti mediante il software Hydraflow Express Extension For Autodesk Civil 3D.

Progetto

IN17

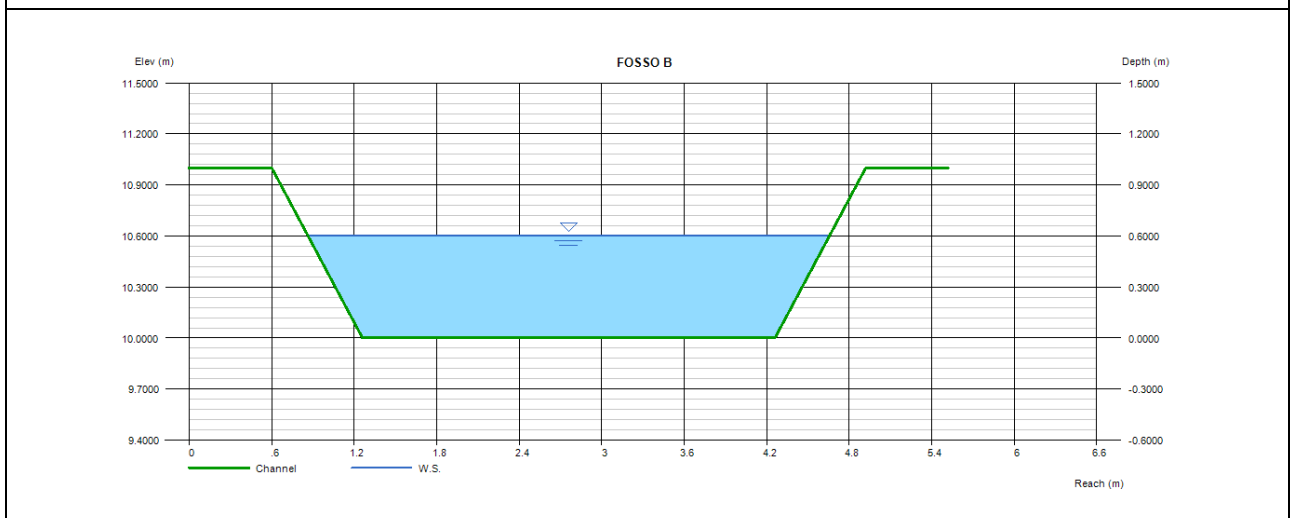
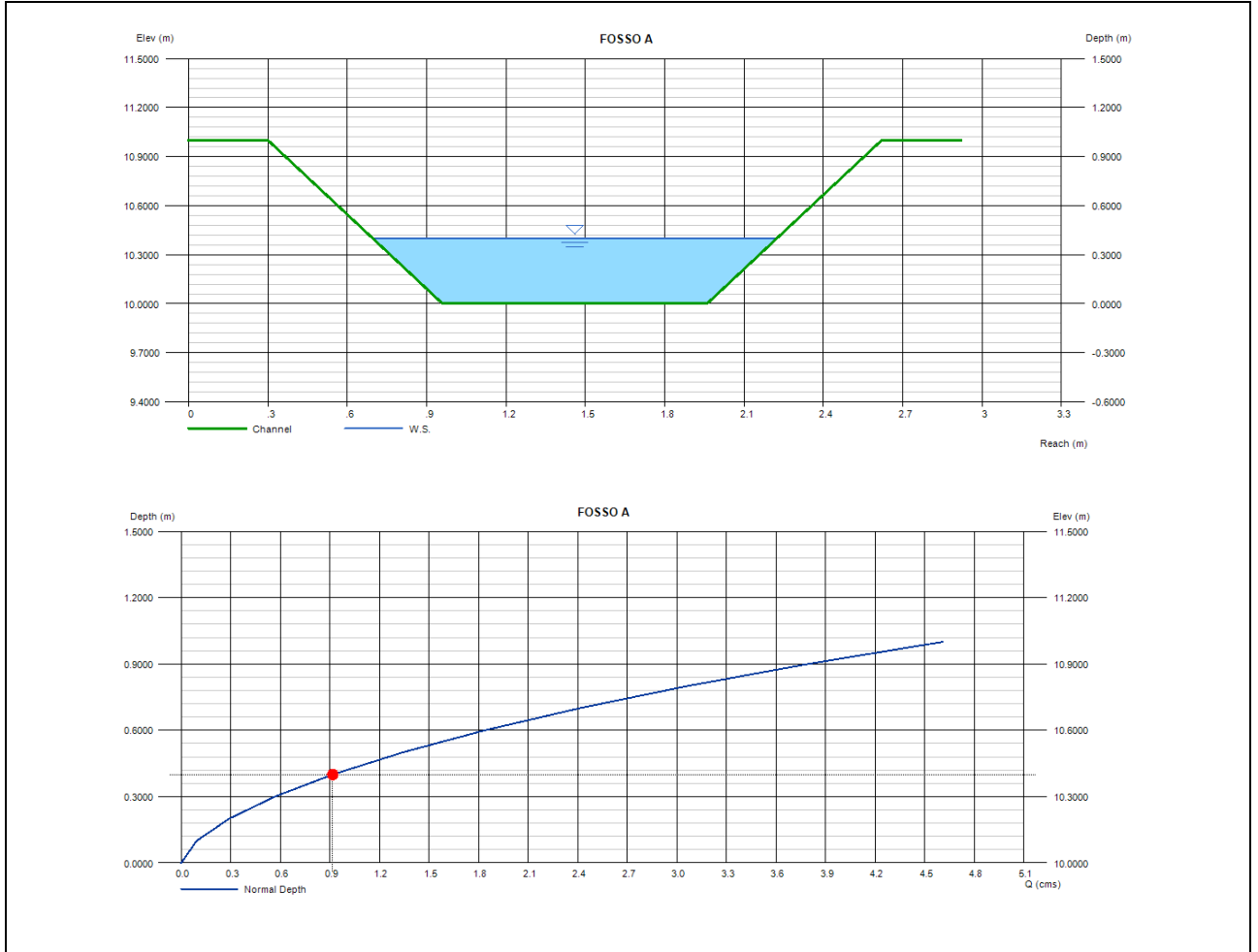
Lotto

12

Codifica

EI2RIV040X0001

A



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIV040X0001	A

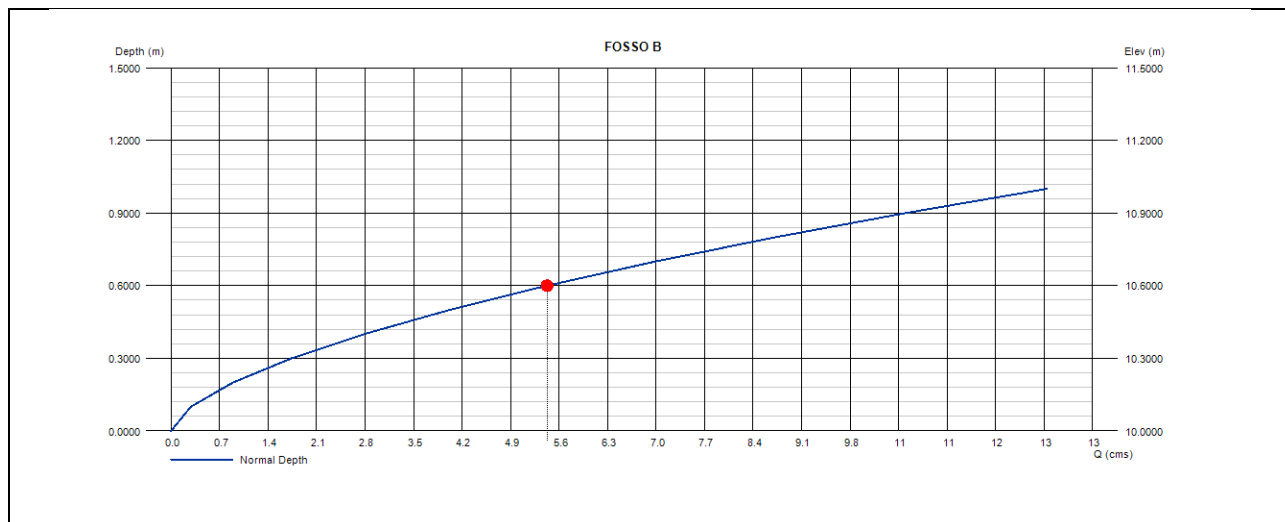


Figura 3 – verifica della sezione e scala di deflusso dei fossi di guardia A e B per valori di portata di 1.06 m<sup>3</sup>/s e 5.60 m<sup>3</sup>/s.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RIV040X0001	A

## 9. CONCLUSIONI

La presente relazione ha illustrato la progettazione del sistema di smaltimento idraulico del cavalcaferrovia "IV04 - CAVALCAFERROVIA AL km 13+241.14", parte integrante dell'intervento Infrastrutture Ferroviarie Strategiche definite dalla Legge Obiettivo N.443/01 – Linea AV/AC Torino – Venezia, tratta Verona-Padova Lotto Funzionale Verona – Bivio Vicenza.

I volumi meteorici lungo il cavalcaferrovia vengono intercettati da un sistema di caditoie grigliate in ghisa sferoidale (30x30 cm) e condotte in PVC (DN 250 mm). I contributi raccolti vengono recapitati ai fossi di guardia di progetto prefabbricati in calcestruzzo tramite pluviale.

I volumi meteorici delle viabilità in rilevato vengono intercettati tramite embrici e recapitati ai fossi di guardia prefabbricati in calcestruzzo posizionati a presidio del rilevato stradale.

La progettazione del sistema di drenaggio della deviazione provvisoria prevede l'impiego di due fossi di guardia in terra dimensionati per portate con tempi di ritorno annuale e duecentennale.



## 10. ALLEGATI DI CALCOLO

### 10.1 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO

	Dati piano-altimetrici			Metodo dell'invaso italiano - dati di bacino										Canaletta/Condotta			Analisi in moto uniforme - Capacità della canaletta/condotta							
	ID	L m	s m/m	W <sub>C-1</sub> m <sup>3</sup>	w <sub>0</sub> m <sup>3</sup> /ha	A <sub>pav</sub> m <sup>2</sup>	φ <sub>pav</sub>	A <sub>scp</sub> m <sup>2</sup>	φ <sub>scp</sub>	A <sub>b</sub> m <sup>2</sup>	φ <sub>b</sub>	A m <sup>2</sup>	φ	TIPOLOGIA	B_EST m	B_INT m	h m	alpha rd	A m <sup>2</sup>	P m	R m	n s/m <sup>1/3</sup>	V m/s	Q mc/s
RETE A	PK 360 PK 340	20.00	0.0080	0.00	15.00	105.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	105.00	0.90	CIRC	250	235.4	0.061	2.14	0.0090	0.25	0.04	0.011	0.90	0.0081
	PK 340 PK 320	20.00	0.0190	0.18	15.00	210.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	210.00	0.90	CIRC	250	235.4	0.067	2.26	0.0103	0.27	0.04	0.011	1.46	0.0150
	PK 320 PK 300	20.00	0.0280	0.39	15.00	315.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	315.00	0.90	CIRC	250	235.4	0.076	2.42	0.0121	0.28	0.04	0.011	1.90	0.0230
	PK 300 PK 280	23.60	0.0315	0.63	15.00	438.90	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	438.90	0.90	CIRC	250	235.4	0.086	2.60	0.0144	0.31	0.05	0.011	2.15	0.0309
RETE B	PK 380 PK 400	20.00	0.0075	0.00	15.00	105.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	105.00	0.90	CIRC	250	235.4	0.062	2.16	0.0092	0.25	0.04	0.011	0.88	0.0081
	PK 400 PK 420	20.00	0.0175	0.18	15.00	210.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	210.00	0.90	CIRC	250	235.4	0.070	2.31	0.0109	0.27	0.04	0.011	1.44	0.0156
	PK 420 PK 440	15.25	0.0260	0.40	15.00	290.06	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	290.06	0.90	CIRC	250	235.4	0.074	2.39	0.0118	0.28	0.04	0.011	1.81	0.0213
RETE C	PK 360 PK 340	20.00	0.0080	0.00	15.00	105.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	105.00	0.90	CIRC	250	235.4	0.061	2.14	0.0090	0.25	0.04	0.011	0.90	0.0081
	PK 340 PK 320	20.00	0.0190	0.18	15.00	210.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	210.00	0.90	CIRC	250	235.4	0.067	2.26	0.0103	0.27	0.04	0.011	1.46	0.0150
	PK 320 PK 300	20.00	0.0280	0.39	15.00	315.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	315.00	0.90	CIRC	250	235.4	0.076	2.42	0.0121	0.28	0.04	0.011	1.90	0.0230
	PK 300 PK 280	23.60	0.0315	0.63	15.00	438.90	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	438.90	0.90	CIRC	250	235.4	0.086	2.60	0.0144	0.31	0.05	0.011	2.15	0.0309
RETE D	PK 380 PK 400	20.00	0.0075	0.00	15.00	105.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	105.00	0.90	CIRC	250	235.4	0.062	2.16	0.0092	0.25	0.04	0.011	0.88	0.0081
	PK 400 PK 420	20.00	0.0175	0.18	15.00	210.00	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	210.00	0.90	CIRC	250	235.4	0.070	2.31	0.0109	0.27	0.04	0.011	1.44	0.0156
	PK 420 PK 440	15.25	0.0260	0.40	15.00	290.06	0.90	0.00	0.60	0.00	0.40	290.06	0.90	CIRC	250	235.4	0.074	2.39	0.0118	0.28	0.04	0.011	1.81	0.0213

Tabella 10-1.1 - Determinazione portata critica - ID identificativo condotta; L lunghezza condotta; s pendenza longitudinale condotta; W<sub>C-1</sub> volume accumulato all'interno della rete delle canalette a monte del tratto indagato; w<sub>0</sub> volume specifico dei piccoli invasi; A<sub>pav</sub>/φ<sub>pav</sub>: superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale; A<sub>scp</sub>/φ<sub>scp</sub> superficie e coefficiente di afflusso della scarpata stradale; A<sub>b</sub>/φ<sub>b</sub> superficie e coefficiente di afflusso del bacino esterno; A superficie equivalente; φ coefficiente di afflusso medio; TIPOLOGIA condotta; B\_EST base esterna; B\_INT base interna; h tirante idraulico; alpha angolo al centro per assegnato tirante; A area bagnata; P perimetro bagnato; R raggio idraulico; n coefficiente di scabrezza di Manning; V velocità di deflusso; Q capacità della condotta per assegnato tirante.

			Dati plano-altimetrici dell'asta			Metodo dell'invaso italiano - dati di bacino											Fosso			Analisi in moto uniforme - Capacità del fosso						
ID			L m	s m/m	W <sub>G-1</sub> m <sup>3</sup>	wo m <sup>3</sup> /ha	B	Apavtot m <sup>2</sup>	φpav	Asc <sub>p</sub> m <sup>2</sup>	φ <sup>sc</sup> p	B (SCARP)	Ab m <sup>2</sup>	φb	A m <sup>2</sup>	φ	TIPOLOGIA	a m	H m	h m	A m <sup>2</sup>	P m	R m	n s/m <sup>1/3</sup>	V m/s	Q mc/s
FOSSO A	PK 60	PK 80	25.00	0.002	0.00	15.00	5.25	131.25	0.90	35.00	0.40	1.40	0.00	0.40	166.25	0.79	3.00	3.00	1.00	0.7465	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.600
	PK 80	PK 100	20.00	0.002	69.92	15.00	5.25	236.25	0.90	70.00	0.40	1.75	0.00	0.40	306.25	0.79	3.00	3.00	1.00	0.7465	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.601
	PK 100	PK 120	20.00	0.002	125.85	15.00	5.25	341.25	0.90	110.00	0.40	2.00	0.00	0.40	451.25	0.78	3.00	3.00	1.00	0.7465	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.601
	PK 120	PK 140	20.00	0.002	181.79	15.00	5.25	446.25	0.90	150.00	0.40	2.00	0.00	0.40	596.25	0.77	3.00	3.00	1.00	0.7466	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.602
	PK 140	PK 160	20.00	0.002	237.74	15.00	5.25	551.25	0.90	230.00	0.40	4.00	0.00	0.40	781.25	0.75	3.00	3.00	1.00	0.7467	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.603
	PK 160	PK 180	20.00	0.002	293.69	15.00	5.25	656.25	0.90	350.00	0.40	6.00	0.00	0.40	1006.25	0.73	3.00	3.00	1.00	0.7467	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.603
	PK 180	PK 200	20.00	0.002	349.64	15.00	5.25	761.25	0.90	510.00	0.40	8.00	0.00	0.40	1271.25	0.70	3.00	3.00	1.00	0.7467	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.603
	PK 200	PK 220	20.00	0.002	405.60	15.00	5.25	866.25	0.90	750.00	0.40	12.00	0.00	0.40	1616.25	0.67	3.00	3.00	1.00	0.7468	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.604
	PK 220	PK 240	20.00	0.002	461.56	15.00	5.25	971.25	0.90	1090.00	0.40	17.00	0.00	0.40	2061.25	0.64	3.00	3.00	1.00	0.7469	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.605
	PK 240	PK 260	20.00	0.002	517.53	15.00	5.25	1076.25	0.90	1480.00	0.40	19.50	0.00	0.40	2556.25	0.61	3.00	3.00	1.00	0.7471	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.608
	PK 260	PK 280	20.00	0.002	573.51	15.00	5.25	1181.25	0.90	1890.00	0.40	20.50	0.00	0.40	3071.25	0.59	3.00	3.00	1.00	0.7471	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.608
	PK 280	PK 300	20.00	0.002	629.50	15.00	0.00	1181.25	0.90	1890.00	0.40	0.00	438.90	0.40	3510.15	0.57	3.00	3.00	1.00	0.7472	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.609
	PK 300	PK 320	20.00	0.002	685.49	15.00	0.00	1181.25	0.90	1890.00	0.40	0.00	438.90	0.40	3510.15	0.57	3.00	3.00	1.00	0.7471	2.80	5.11	0.55	0.015	2.00	5.609
FOSSO B	PK 40	PK 60	25.00	0.001	0.00	15.00	5.25	131.25	0.90	35.00	0.40	1.40	0.00	0.40	166.25	0.79	3.00	3.00	1.00	0.8837	3.43	5.50	0.62	0.015	1.54	5.300
	PK 60	PK 80	20.00	0.001	85.80	15.00	5.25	236.25	0.90	70.00	0.40	1.75	0.00	0.40	306.25	0.79	3.00	3.00	1.00	0.8837	3.43	5.50	0.62	0.015	1.54	5.301
	PK 80	PK 100	20.00	0.001	154.44	15.00	5.25	341.25	0.90	110.00	0.40	2.00	0.00	0.40	451.25	0.78	3.00	3.00	1.00	0.8838	3.43	5.50	0.62	0.015	1.54	5.301
	PK 100	PK 120	20.00	0.001	223.09	15.00	5.25	446.25	0.90	150.00	0.40	2.00	0.00	0.40	596.25	0.77	3.00	3.00	1.00	0.8838	3.43	5.50	0.62	0.015	1.54	5.302
	PK 120	PK 140	20.00	0.001	291.74	15.00	5.25	551.25	0.90	220.00	0.40	3.50	0.00	0.40	771.25	0.76	3.00	3.00	1.00	0.8839	3.43	5.50	0.62	0.015	1.54	5.302
	PK 140	PK 160	20.00	0.001	360.40	15.00	5.25	656.25	0.90	300.00	0.40	4.00	0.00	0.40	956.25	0.74	3.00	3.00	1.00	0.8839	3.43	5.50	0.62	0.015	1.54	5.303
	PK 160	PK 180	20.00	0.001	429.06	15.00	5.25	761.25	0.90	420.00	0.40	6.00	0.00	0.40	1181.25	0.72	3.00	3.00	1.00	0.8839	3.43	5.50	0.62	0.015	1.54	5.303
	PK 180	PK 200	20.00	0.001	497.72	15.00	5.25	866.25	0.90	580.00	0.40	8.00	0.00	0.40	1446.25	0.70	3.00	3.00	1.00	0.8840	3.43	5.50	0.62	0.015	1.54	5.303
	PK 200	PK 220	20.00	0.001	566.39	15.00	5.25	971.25	0.90	2350.00	0.40	12.00	0.00	0.40	3321.25	0.55	3.00	3.00	1.00	0.8844	3.44	5.50	0.62	0.015	1.55	5.308
	PK 220	PK 240	20.00	0.001	635.10	15.00	5.25	1076.25	0.90	2690.00	0.40	17.00	0.00	0.40	3766.25	0.54	3.00	3.00	1.00	0.8846	3.44	5.50	0.62	0.015	1.55	5.310
	PK 240	PK 260	20.00	0.001	703.83	15.00	5.25	1181.25	0.90	4920.00	0.40	19.50	0.00	0.40	6101.25	0.50	3.00	3.00	1.00	0.8853	3.44	5.50	0.62	0.015	1.55	5.317
	PK 260	PK 280	25.00	0.001	772.62	15.00	5.25	1312.50	0.90	5432.50	0.40	20.50	0.00	0.40	6745.00	0.50	3.00	3.00	1.00	0.8854	3.44	5.50	0.63	0.015	1.55	5.318
	PK 280	PK 300	20.00	0.001	858.63	15.00	0.00	1312.50	0.90	5432.50	0.40	0.00	438.90	0.40	7183.90	0.49	3.00	3.00	1.00	0.8855	3.44	5.50	0.63	0.015	1.55	5.319
	PK 300	PK 320	20.00	0.001	927.44	15.00	0.00	1312.50	0.90	5432.50	0.40	0.00	438.90	0.40	7183.90	0.49	3.00	3.00	1.00	0.8854	3.44	5.50	0.62	0.015	1.55	5.318
	PK 320	PK 360	41.50	0.001	996.24	15.00	0.00	1312.50	0.90	5432.50	0.40	0.00	438.90	0.40	7183.90	0.49	3.00	3.00	1.00	0.8853	3.44	5.50	0.62	0.015	1.55	5.317
	PK 360	PK 420	68.50	0.001	1138.98	15.00	0.00	1312.50	0.90	5432.50	0.40	0.00	438.90	0.40	7183.90	0.49	3.00	3.00	1.00	0.8851	3.44	5.50	0.62	0.015	1.55	5.315

FOSSO C	PK 360 PK 380	27.00	0.001	0.00	15.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.40	0.00	3510.15	0.40	3510.15	0.40	3.00	3.00	1.00	0.9137	3.58	5.58	0.64	0.015	1.57	5.617
	PK 380 PK 400	23.00	0.001	96.55	15.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.40	0.00	3510.15	0.40	3510.15	0.40	3.00	3.00	1.00	0.9131	3.57	5.58	0.64	0.015	1.57	5.611
	PK 400 PK 420	20.00	0.001	178.73	15.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.40	0.00	3510.15	0.40	3510.15	0.40	3.00	3.00	1.00	0.9130	3.57	5.58	0.64	0.015	1.57	5.610
	PK 420 PK 440	22.00	0.001	250.18	15.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.40	0.00	3510.15	0.40	3510.15	0.40	3.00	3.00	1.00	0.9128	3.57	5.58	0.64	0.015	1.57	5.608
	PK 440 PK 460	21.50	0.001	328.76	15.00	5.25	112.88	0.90	419.25	0.40	19.50	3800.21	0.40	4332.34	0.41	3.00	3.00	1.00	0.9131	3.57	5.58	0.64	0.015	1.57	5.611
	PK 460 PK 480	20.00	0.001	405.58	15.00	5.25	217.88	0.90	789.25	0.40	18.50	3800.21	0.40	4807.34	0.42	3.00	3.00	1.00	0.9132	3.57	5.58	0.64	0.015	1.57	5.612
	PK 480 PK 500	20.00	0.001	477.04	15.00	5.25	322.88	0.90	1119.25	0.40	16.50	3800.21	0.40	5242.34	0.43	3.00	3.00	1.00	0.9133	3.57	5.58	0.64	0.015	1.57	5.613
	PK 500 PK 520	20.00	0.001	548.52	15.00	5.25	427.88	0.90	1359.25	0.40	12.00	3800.21	0.40	5587.34	0.44	3.00	3.00	1.00	0.9133	3.57	5.58	0.64	0.015	1.57	5.614
	PK 520 PK 540	20.00	0.001	620.01	15.00	5.25	532.88	0.90	1559.25	0.40	10.00	3800.21	0.40	5892.34	0.45	3.00	3.00	1.00	0.9134	3.57	5.58	0.64	0.015	1.57	5.614
	PK 540 PK 560	20.00	0.001	691.50	15.00	5.25	637.88	0.90	1719.25	0.40	8.00	3800.21	0.40	6157.34	0.45	3.00	3.00	1.00	0.9134	3.57	5.58	0.64	0.015	1.57	5.615
	PK 560 PK 580	20.00	0.001	762.99	15.00	5.25	742.88	0.90	1869.25	0.40	7.50	3800.21	0.40	6412.34	0.46	3.00	3.00	1.00	0.9135	3.57	5.58	0.64	0.015	1.57	5.615
	PK 580 PK 600	20.00	0.001	834.49	15.00	5.25	847.88	0.90	1989.25	0.40	6.00	3800.21	0.40	6637.34	0.46	3.00	3.00	1.00	0.9135	3.58	5.58	0.64	0.015	1.57	5.616
	PK 600 PK 620	20.00	0.001	905.99	15.00	5.25	952.88	0.90	2069.25	0.40	4.00	3800.21	0.40	6822.34	0.47	3.00	3.00	1.00	0.9135	3.58	5.58	0.64	0.015	1.57	5.616
	PK 620 PK 640	20.00	0.001	977.49	15.00	5.25	1057.88	0.90	2129.25	0.40	3.00	3800.21	0.40	6987.34	0.48	3.00	3.00	1.00	0.9136	3.58	5.58	0.64	0.015	1.57	5.616
	PK 640 PK 660	20.00	0.001	1049.00	15.00	5.25	1162.88	0.90	2169.25	0.40	2.00	3800.21	0.40	7132.34	0.48	3.00	3.00	1.00	0.9136	3.58	5.58	0.64	0.015	1.57	5.616
PK 660 PK 680	20.00	0.001	1120.51	15.00	5.25	1267.88	0.90	2199.25	0.40	1.50	3800.21	0.40	7267.34	0.49	3.00	3.00	1.00	0.9136	3.58	5.58	0.64	0.015	1.57	5.616	
PK 680 PK 695	25.00	0.001	1192.02	15.00	5.25	1399.13	0.90	2236.75	0.40	1.50	3800.21	0.40	7436.09	0.49	3.00	3.00	1.00	0.9136	3.58	5.58	0.64	0.015	1.57	5.617	
FOSSO D	PK 440 PK 460	20.00	0.001	0.00	15.00	5.25	105.00	0.90	390.00	0.40	19.50	7473.96	0.40	7968.96	0.41	3.00	3.00	1.00	0.8912	3.47	5.52	0.63	0.015	1.55	5.379
	PK 460 PK 480	20.00	0.001	69.36	15.00	5.25	210.00	0.90	760.00	0.40	18.50	7183.90	0.40	8153.90	0.41	3.00	3.00	1.00	0.8891	3.46	5.51	0.63	0.015	1.55	5.357
	PK 480 PK 500	20.00	0.001	138.52	15.00	5.25	315.00	0.90	1090.00	0.40	16.50	7183.90	0.40	8588.90	0.42	3.00	3.00	1.00	0.8884	3.45	5.51	0.63	0.015	1.55	5.350
	PK 500 PK 520	20.00	0.001	207.61	15.00	5.25	420.00	0.90	1330.00	0.40	12.00	7183.90	0.40	8933.90	0.42	3.00	3.00	1.00	0.8880	3.45	5.51	0.63	0.015	1.55	5.345
	PK 520 PK 540	20.00	0.001	276.66	15.00	5.25	525.00	0.90	1530.00	0.40	10.00	7183.90	0.40	9238.90	0.43	3.00	3.00	1.00	0.8877	3.45	5.51	0.63	0.015	1.55	5.343
	PK 540 PK 560	20.00	0.001	345.68	15.00	5.25	630.00	0.90	1690.00	0.40	8.00	7183.90	0.40	9503.90	0.43	3.00	3.00	1.00	0.8875	3.45	5.51	0.63	0.015	1.55	5.341
	PK 560 PK 580	20.00	0.001	414.69	15.00	5.25	735.00	0.90	1840.00	0.40	7.50	7183.90	0.40	9758.90	0.44	3.00	3.00	1.00	0.8874	3.45	5.51	0.63	0.015	1.55	5.339
	PK 580 PK 600	20.00	0.001	483.69	15.00	5.25	840.00	0.90	1960.00	0.40	6.00	7183.90	0.40	9983.90	0.44	3.00	3.00	1.00	0.8873	3.45	5.51	0.63	0.015	1.55	5.338
	PK 600 PK 620	20.00	0.001	552.67	15.00	5.25	945.00	0.90	2040.00	0.40	4.00	7183.90	0.40	10168.90	0.45	3.00	3.00	1.00	0.8872	3.45	5.51	0.63	0.015	1.55	5.337
	PK 620 PK 640	20.00	0.001	621.64	15.00	5.25	1050.00	0.90	2100.00	0.40	3.00	7183.90	0.40	10333.90	0.45	3.00	3.00	1.00	0.8871	3.45	5.51	0.63	0.015	1.55	5.336
PK 640 PK 660	20.00	0.001	690.61	15.00	5.25	1155.00	0.90	2140.00	0.40	2.00	7183.90	0.40	10478.90	0.46	3.00	3.00	1.00	0.8870	3.45	5.51	0.63	0.015	1.55	5.335	

Tabella 10-1.2 - Determinazione portata critica - ID identificativo fosso; L lunghezza; s pendenza longitudinale; Wci-1 volume accumulato all'interno della rete di a monte del tratto indagato; w0 volume specifico dei piccoli invasi; Apav/φpav: superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale; Asc/φsc superficie e coefficiente di afflusso della scarpata stradale; Ab/φb superficie e coefficiente di afflusso del bacino esterno; A superficie equivalente; φ coefficiente di afflusso medio; TIPOLOGIA fosso; a base fosso; H altezza fosso; h tirante idraulico; alpha angolo al centro per assegnato tirante; A area bagnata; P perimetro bagnato; R raggio idraulico; n coefficiente di scabrezza di Manning; V velocità di deflusso; Q capacità del fosso per assegnato tirante.

GENERAL CONTRACTOR


 Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA


 ITALFERR  
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Progetto

Lotto

Codifica

IN17


11

EI2RISL180X0001

A

## Metodo dell'Invaso italiano - verifica

	ID	$Wc_i$	$w$	$a$	$a$	$n$	$u$	$Q$	$G$	$V$
		$m^3$	$m^3/m^2$	$mm/h^n$	$m/h^n$					
RETE A	PK 360 PK 340	0.34	0.00321	84.95	0.08495	0.61	767.29	0.0081	26.0	0.90
	PK 340 PK 320	0.70	0.00333	84.95	0.08495	0.61	749.25	0.0157	28.6	1.46
	PK 320 PK 300	1.10	0.00349	84.95	0.08495	0.61	727.18	0.0229	32.3	1.90
	PK 300 PK 280	1.63	0.00370	84.95	0.08495	0.61	700.31	0.0307	36.6	2.15
RETE B	PK 380 PK 400	0.34	0.00325	84.95	0.08495	0.61	761.10	0.0080	26.4	0.88
	PK 400 PK 420	0.72	0.00341	84.95	0.08495	0.61	738.13	0.0155	29.8	1.44
	PK 420 PK 440	1.02	0.00350	84.95	0.08495	0.61	725.66	0.0210	31.6	1.81
RETE C	PK 360 PK 340	0.34	0.00321	84.95	0.08495	0.61	767.29	0.0081	26.0	0.90
	PK 340 PK 320	0.70	0.00333	84.95	0.08495	0.61	749.25	0.0157	28.6	1.46
	PK 320 PK 300	1.10	0.00349	84.95	0.08495	0.61	727.18	0.0229	32.3	1.90
	PK 300 PK 280	1.63	0.00370	84.95	0.08495	0.61	700.31	0.0307	36.6	2.15
RETE D	PK 380 PK 400	0.34	0.00325	84.95	0.08495	0.61	761.10	0.0080	26.4	0.88
	PK 400 PK 420	0.72	0.00341	84.95	0.08495	0.61	738.13	0.0155	29.8	1.44
	PK 420 PK 440	1.02	0.00350	84.95	0.08495	0.61	725.66	0.0210	31.6	1.81

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2RISL180X0001	A

		Metodo dell'invaso italiano - verifica									
		W <sub>c</sub> m <sup>3</sup>	w m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	a mm/h n	a m/h <sup>n</sup>	n	u l/s/ha	Q mc/s	G %	V m/s	
FOSSO A		70.17	0.4221	84.95	0.08495	0.610	27.66	5.600	75%	2.00	
		126.31	0.4124	84.95	0.08495	0.610	27.55	5.601	75%	2.00	
		182.47	0.4044	84.95	0.08495	0.610	27.46	5.601	75%	2.00	
		238.63	0.4002	84.95	0.08495	0.610	27.42	5.602	75%	2.00	
		294.86	0.3774	84.95	0.08495	0.610	27.18	5.602	75%	2.00	
		351.15	0.3490	84.95	0.08495	0.610	26.94	5.603	75%	2.00	
		407.50	0.3206	84.95	0.08495	0.610	26.75	5.603	75%	2.00	
		463.98	0.2871	84.95	0.08495	0.610	26.62	5.604	75%	2.00	
		520.62	0.2526	84.95	0.08495	0.610	26.63	5.605	75%	2.00	
		577.35	0.2259	84.95	0.08495	0.610	26.77	5.607	75%	2.00	
		634.11	0.2065	84.95	0.08495	0.610	26.98	5.608	75%	2.00	
		690.76	0.1968	84.95	0.08495	0.610	26.00	5.609	75%	2.00	
		746.75	0.2127	84.95	0.08495	0.610	24.73	5.609	75%	2.00	
	FOSSO B		86.05	0.5176	84.95	0.08495	0.610	24.28	5.300	88%	1.54
		154.90	0.5058	84.95	0.08495	0.610	24.18	5.301	88%	1.54	
		223.77	0.4959	84.95	0.08495	0.610	24.10	5.301	88%	1.54	
		292.63	0.4908	84.95	0.08495	0.610	24.06	5.301	88%	1.54	
		361.55	0.4688	84.95	0.08495	0.610	23.90	5.302	88%	1.54	
		430.50	0.4502	84.95	0.08495	0.610	23.78	5.302	88%	1.54	
		499.49	0.4229	84.95	0.08495	0.610	23.62	5.303	88%	1.54	
		568.56	0.3931	84.95	0.08495	0.610	23.48	5.303	88%	1.54	
		640.08	0.1927	84.95	0.08495	0.610	24.69	5.308	88%	1.55	
		709.48	0.1884	84.95	0.08495	0.610	24.80	5.309	88%	1.55	
		781.77	0.1281	84.95	0.08495	0.610	27.44	5.317	89%	1.55	
		868.75	0.1288	84.95	0.08495	0.610	27.39	5.318	89%	1.55	
		938.22	0.1306	84.95	0.08495	0.610	26.62	5.319	89%	1.55	
		1007.02	0.1402	84.95	0.08495	0.610	25.44	5.318	89%	1.55	
	1149.76	0.1600	84.95	0.08495	0.610	23.38	5.317	89%	1.55		
	1385.31	0.1928	84.95	0.08495	0.610	20.75	5.315	89%	1.55		
FOSSO C		101.82	0.0290	84.95	0.08495	0.610	49.72	5.617	91%	1.57	
		184.00	0.0524	84.95	0.08495	0.610	34.06	5.612	91%	1.57	
		255.45	0.0728	84.95	0.08495	0.610	27.62	5.610	91%	1.57	
		334.02	0.0952	84.95	0.08495	0.610	23.26	5.608	91%	1.57	
		412.07	0.0951	84.95	0.08495	0.610	24.53	5.611	91%	1.57	
		484.26	0.1007	84.95	0.08495	0.610	24.55	5.612	91%	1.57	
		556.39	0.1061	84.95	0.08495	0.610	24.50	5.613	91%	1.57	
		628.39	0.1125	84.95	0.08495	0.610	24.29	5.614	91%	1.57	
		700.33	0.1189	84.95	0.08495	0.610	24.05	5.614	91%	1.57	
		772.23	0.1254	84.95	0.08495	0.610	23.81	5.615	91%	1.57	
		844.11	0.1316	84.95	0.08495	0.610	23.60	5.615	91%	1.57	
		915.95	0.1380	84.95	0.08495	0.610	23.39	5.616	91%	1.57	
		987.73	0.1448	84.95	0.08495	0.610	23.16	5.616	91%	1.57	
		1059.48	0.1516	84.95	0.08495	0.610	22.95	5.616	91%	1.57	
		1131.21	0.1586	84.95	0.08495	0.610	22.75	5.616	91%	1.57	
		1202.92	0.1655	84.95	0.08495	0.610	22.56	5.616	91%	1.57	
	1292.56	0.1738	84.95	0.08495	0.610	22.38	5.617	91%	1.57		
FOSSO D		81.31	0.0102	84.95	0.08495	0.610	99.60	5.379	89%	1.55	
		150.75	0.0185	84.95	0.08495	0.610	69.85	5.357	89%	1.55	
		220.49	0.0257	84.95	0.08495	0.610	57.86	5.350	89%	1.55	
		290.06	0.0325	84.95	0.08495	0.610	50.81	5.345	89%	1.55	
		359.54	0.0389	84.95	0.08495	0.610	46.11	5.343	89%	1.55	
		428.95	0.0451	84.95	0.08495	0.610	42.70	5.341	89%	1.55	
		498.32	0.0511	84.95	0.08495	0.610	40.14	5.339	89%	1.55	
		567.65	0.0569	84.95	0.08495	0.610	38.10	5.338	89%	1.55	
		636.90	0.0626	84.95	0.08495	0.610	36.40	5.337	89%	1.55	
		706.11	0.0683	84.95	0.08495	0.610	34.98	5.336	89%	1.55	
		775.29	0.0740	84.95	0.08495	0.610	33.76	5.335	89%	1.55	

Tabella 10-1.3 – Verifica della rete di drenaggio - ID: identificativo collettore/condotta/fosso; W<sub>c</sub>i volume di invaso a monte della sezione di chiusura indagata; w volume specifico di invaso totale; a, n coefficienti della curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora; u coefficiente udometrico; Q capacità del collettore/condotta/fosso per assegnato tirante; G grado di riempimento; V velocità di deflusso.