

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  
NV57 - NUOVA VIABILITA' DI COLLEGAMENTO VARIANTE URBANISTICA  
n.70 SAN BONIFACIO  
GENERALE  
Relazione idraulica e smaltimento acque meteoriche**

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

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

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	I	N	V	5	7	0	X	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	Coding 	15/10/21	C.Pinti 	15/10/21	P. Luciani 	15/10/21	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RINV570X001A
		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 EI2RINV570X0001	A

## INDICE

<b>1.</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>SINTESI DEGLI STUDI IDROLOGICI .....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>DESCRIZIONE DEI PRESIDI IDRAULICI ADOTTATI PER IL DRENAGGIO E LA LAMINAZIONE .....</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO .....</b>	<b>9</b>
<b>5.1</b>	<b>PROGETTAZIONE DELL'INTERASSE MINIMO DEGLI EMBRICI .....</b>	<b>10</b>
<b>5.2</b>	<b>PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO .....</b>	<b>12</b>
<b>5.3</b>	<b>PROGETTAZIONE DEI FOSSI DISPERDENTI .....</b>	<b>15</b>
<b>6.</b>	<b>PROGETTAZIONE DEI SISTEMI DI LAMINAZIONE .....</b>	<b>16</b>
<b>6.1</b>	<b>SISTEMA DI LAMINAZIONE – FOSSO+CONDOTTA LIMITATRICE DI PORTATA .....</b>	<b>16</b>
<b>7.</b>	<b>VERIFICA DELLE OPERE MINORI .....</b>	<b>19</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>23</b>
<b>8.1</b>	<b>ALLEGATI DI CALCOLODIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO .....</b>	<b>24</b>
<b>8.2</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEI FOSSI DISPERDENTI</b>	<b>26</b>
<b>10.2.1</b>	<b>Fosso A .....</b>	<b>26</b>
<b>8.3</b>	<b>CALCOLO FOSSO + CONDOTTA LIMITATRICE DI PORTATA</b>	<b>28</b>
<b>10.3.1</b>	<b>Fosso A .....</b>	<b>28</b>
<b>10.3.2</b>	<b>Fosso B .....</b>	<b>29</b>
<b>10.3.3</b>	<b>Fosso C .....</b>	<b>30</b>
<b>10.3.4</b>	<b>Fosso D .....</b>	<b>31</b>
<b>10.3.5</b>	<b>Fosso F .....</b>	<b>32</b>
<b>10.3.6</b>	<b>Fosso G .....</b>	<b>33</b>

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	A



## 1. PREMESSA

La presente relazione illustra la metodologia adottata e i risultati ottenuti per la progettazione del sistema di drenaggio dell'interferenza viaria "NV57 - NUOVA VIABILITA' DI COLLEGAMENTO VARIANTE URBANISTICA n.70 SAN BONIFACIO" 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 e fossi);
- Capitolo 7 – conclusioni;
- Capitolo 8 – 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).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	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 - IN0D00D11ISNV5700153A);
- Idraulica dei sistemi fognari. Dalla teoria alla pratica (Gisonni C., Hager W.H.).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	A

### 3. ELABORATI DI RIFERIMENTO

1. IN1712EI2P8NV570X001A – Planimetria idraulica;
2. IN1712EI2DXNV570X001A – Particolari idraulici.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	A

#### 4. SINTESI DEGLI STUDI IDROLOGICI

Congruentemente alle indicazioni presenti all'interno del Progetto Esecutivo ("Relazione Idrologica e Idraulica Attraversamenti Secondari" - IN1710EI2RHID0000002B), le curve di Possibilità Pluviometrica sono state ricavate dallo 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 di 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
91.4	0.616	81.3	0.185

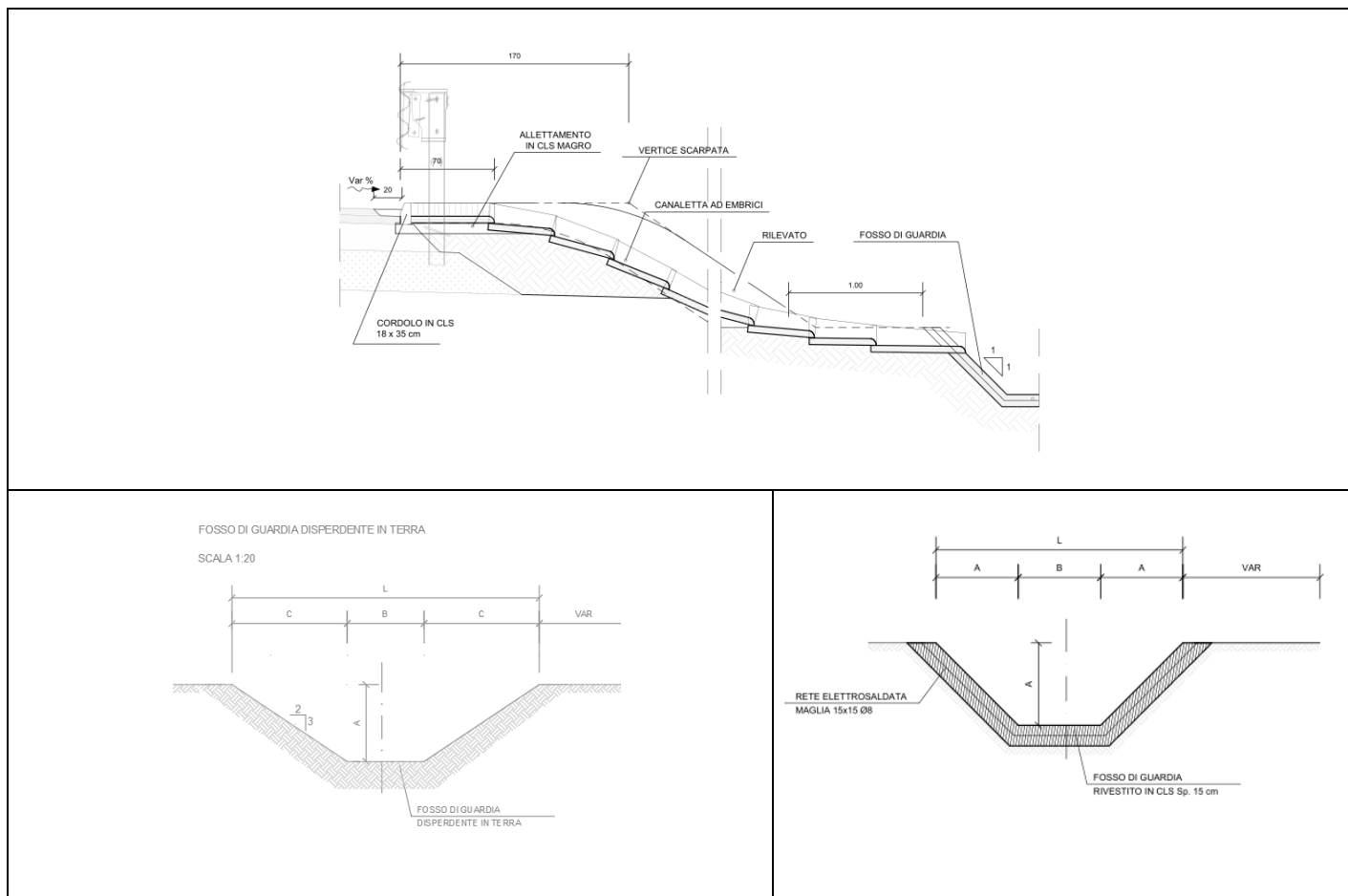
Tabella 3-1 - Parametri delle CPP relativi a un evento con periodicità statistica cinquantennale



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RINV570X0001</p>	<p>A</p>

## 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:

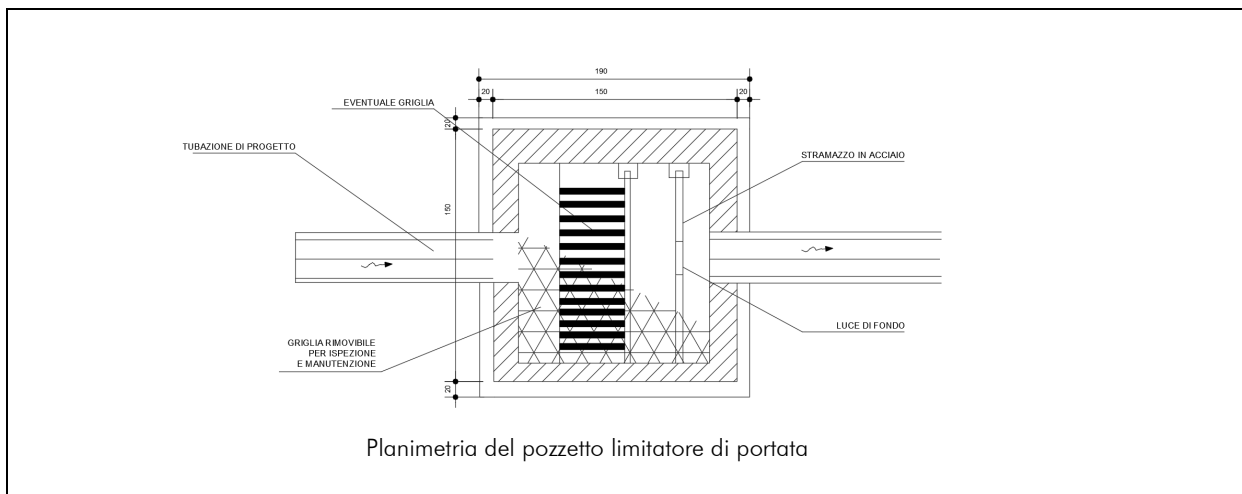
1. Viabilità in rilevato - lo smaltimento dei volumi meteorici intercettati dalla piattaforma stradale è realizzato a mezzo di embrici che convogliano le portate ai fossi di guardia disperdenti in terra e fossi di guardia prefabbricati in calcestruzzo, sezione trapezoidale a presidio del rilevato stradale. Le tipologie di fossi di guardia adottati sono due:
  - fossi di guardia disperdenti in terra - base 0.5m, profondità 0.5-1.0m e pendenza 2/3;
  - fossi di guardia prefabbricati in calcestruzzo – base 0.5m, profondità 1.0m e pendenza 1/1.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	A

<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID/TIPOLOGIA</th> <th>B (mm)</th> <th>H (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FOSSO 50X50</td> <td>500</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>	ID/TIPOLOGIA	B (mm)	H (mm)	FOSSO 50X50	500	500	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID/TIPOLOGIA</th> <th>B (mm)</th> <th>H (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FOSSO 50X50</td> <td>500</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>	ID/TIPOLOGIA	B (mm)	H (mm)	FOSSO 50X50	500	500
ID/TIPOLOGIA	B (mm)	H (mm)											
FOSSO 50X50	500	500											
ID/TIPOLOGIA	B (mm)	H (mm)											
FOSSO 50X50	500	500											
Tabella 4-1 – Sistema d drenaggio per porzioni di viabilità in rilevato. In alto: embrice; a sinistra: tipologico del fosso di guardia disperdente in terra; a destra: tipologico del fosso di guardia prefabbricato in calcestruzzo; in basso: tabella delle dimensioni.													

2. Sistema di laminazione costituito da fossi di guardia prefabbricati in calcestruzzo (sezione trapezoidale – dimensioni variabili) con condotta limitatrice di portata il cui diametro è fissato in ragione del massimo flusso da convogliare al ricettore idraulico.





GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	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 della viabilità in rilevato vengono intercettati tramite embrici opportunamente disposti secondo un interasse che sarà calcolato nei paragrafi a seguire. I contributi raccolti in questo sistema di drenaggio vengono smaltiti sia per infiltrazione all'interno di fossi disperdenti di progetto, dimensionati mediante applicazione dell'equazione di continuità; sia tramite laminazione mediante fosso per la compensazione volumetrica e condotta limitatrice di portata per il contenimento dell'idrogramma entro il massimo valore ammesso fissato pari a 5l/s/ha.

I paragrafi che seguono riportano la progettazione dell'interasse massimo da associare agli embrici e il dimensionamento dei fossi.

La determinazione del massimo interasse ammissibile per gli embrici 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, invece, è ottenuta, in ottemperanza alle indicazioni presenti all'interno del "Manuale di Progettazione Italferr", per applicazione del Metodo dell'Invaso Lineare. Ove i fossi di guardia assolvano, ai fini della compatibilità idraulica dell'intervento (Invarianza Idraulica), al compito di fornire il volume minimo alla laminazione a condizioni di portata di efflusso controllata, il dimensionamento è realizzato per raffronto tra:

1. Metodo dell'invaso lineare ("Manuale di Progettazione Italferr), nell'ipotesi che il deflusso lungo il fosso di guardia possa intendersi a tratti caratterizzato da condizioni di moto uniforme;
2. Equazione globale di continuità (fosso+condotta limitatrice di portata), nell'ipotesi di vagliare il comportamento compensativo volumetrico del manufatto.

Tutte le verifiche sono state condotte nell'ipotesi di evento di progetto con periodicità statistica media cinquantennale.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	A

## 6.1 PROGETTAZIONE DELL'INTERASSE MINIMO DEGLI EMBRICI

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 per la porzione di piattaforma compresa tra banchina e cordolo 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 ( $n=0.015$  s/m<sup>1/3</sup>), 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 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 20m per gli embrici.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2RINV570X0001	A

sl m/m	L m	B m	A m <sup>2</sup>	b m	Qc m <sup>3</sup> /s	h m	σ 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	σ 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

Tabella 6 1 – Verifica interasse embrici – In alto: larghezza piattaforma 5.0m; in basso: larghezza piattaforma 10m. Sl: pendenza longitudinale; L: interasse grigli (secondo calcolo); B: larghezza piattaforma; A: superficie drenata; Qc: portata drenate; h: massimo tirante idraulico; s: sezione bagnata; V: velocità massima di deflusso; Qd: portata critica; Qg: massima capacità della griglia; Ld: interasse di progetto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001 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 EI2RINV570X0001	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 20 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 EI2RINV570X0001	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:
  - Massimo riempimento < 80%
  - Velocità di deflusso – [0.5 – 1.5] m/s.
2. Presidi “aperti” (Fossi):
  - Franco idraulico minimo > 5cm
  - Velocità di deflusso – [0.1 – 5] m/s.

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

- La rete di canalette grigliate presenta un massimo gradi di riempimento sempre inferiore al 50% e una velocità di deflusso dell’ordine dei 1-1.5m/s;
- La rete è costituita da fossi di guardia prefabbricati in calcestruzzo di altezza pari a 500mm e base di 500mm;
- Il grado di riempimento dei fossi è ovunque inferiore al 50% della sezione utile;
- La velocità di deflusso è compresa tra 0.50 e 2.0m/s.

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	A

### 6.3 PROGETTAZIONE DEI FOSSI DISPERDENTI

I volumi meteorici intercettati dalle porzioni di viabilità vengono smaltiti mediante infiltrazione all'interno di fossi disperdenti. Il dimensionamento dei fossi è realizzato per applicazione dell'equazione di continuità:

$$W_i = W_e - W_u$$

Con  $W_e$  volume entrante e  $W_u$  calcolato secondo la relazione:

$$W_u = KL \left( b + 2 \frac{h}{\sin(a)} \right)$$

Con  $K$  permeabilità media del terreno ( $5 \times 10^{-5} \text{m/s}$ ),  $L$  lunghezza del fosso,  $b$  sviluppo trasversale della base del presidio e  $a$  angolo di inclinazione sull'orizzontale. Le tabelle che seguono riportano i risultati della modellazione.

Si rimanda al capitolo 8 di questa relazione per le tabelle e le immagini contenenti i dati di riferimento per i quali è stato realizzato il calcolo dei fossi disperdenti.

La tabella che segue riporta le dimensioni del fosso disperdente in terra a sezione trapezoidale con pendenza 2/3.

ID	L m	B m	Hmax m	h m
FOSSO A	140.00	0.50	0.50	0.41

Tabella 6-1.2 - Fosso disperdente – ID: identificativo; L: lunghezza fosso; B: base fosso; Hmax: profondità massima; h: tirante massimo.

I risultati del dimensionamento mettono in luce che il fosso accumula un volume massimo di  $59.00 \text{m}^3$  per un tirante dell'ordine dei 41 cm. Il tempo massimo di svuotamento è pari a 160 min.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	A

## 7. PROGETTAZIONE DEI SISTEMI DI LAMINAZIONE

Il presente capitolo ha come obiettivo la progettazione dei sistemi adottati per la laminazione delle portate convogliate dalla rete di drenaggio. Come già anticipato, l'intervento in esame si inserisce all'interno di un contesto normativo che prevede il rispetto delle condizioni di invarianza idraulica.

I processi di trasformazione del territorio caratterizzati da impermeabilizzazione delle superfici di scorrimento e canalizzazione dei deflussi comportano un incremento dei volumi di piena e un'accelerazione del deflusso ai ricettori idraulici. In tali condizioni, in fase di urbanizzazione dei bacini, appare necessaria l'adozione di opportuni presidi di laminazione degli idrogrammi e rilascio controllato a corpo idraulico ricettore. Ove i presidi adottati permettano il contenimento dei volumi e colmi di piena alle condizioni antecedenti gli interventi in esame, è possibile considerare soddisfatte le condizioni di invarianza idraulica delle trasformazioni del suolo (Pistocchi, 2001).

Nella presente progettazione le condizioni di invarianza idraulica sono ottenute a mezzo di fossi e condotta limitatrice di portata. I volumi intercettati dal sistema di drenaggio vengono indirizzati all'interno dei fossi di accumulo disposti a piede rilevato e il controllo di deflusso al ricettore realizzato mediante condotta limitatrice di portata.

La progettazione è realizzata in ottemperanza alle prescrizioni del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta che fissa il massimo coefficiente udometrico di portata agricola a 5l/s/ha di superficie drenata ("Valore prescritto dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta nella riunione presso la sede dell'Ente stesso in data 14/11/2014" – Relazione Progetto Definitivo: IN0D00DI2RHID0002002E).

### 7.1 SISTEMA DI LAMINAZIONE – FOSSO+CONDOTTA LIMITATRICE DI PORTATA

Il presente capitolo ha come obiettivo la progettazione del volume di compensazione minimo necessario ai fini dell'invarianza idraulica, da ottenersi a mezzo di fosso di guardia, e il dimensionamento del diametro da associare al manufatto limitatore di portata. La trattazione che segue è realizzata nell'ipotesi che i volumi meteorici in ingresso al sistema possano essere determinati in solo riferimento alle CPP, trascurando completamente i processi di trasformazione afflussi-deflussi, con unica eccezione delle perdite idrologiche (coefficiente di afflusso).

$$V_e(d, TR) = \frac{ad}{(b+d)^c} S\varphi$$

Con  $a$ ,  $b$ ,  $c$  parametri della curva di possibilità pluviometrica,  $S$  e  $\varphi$  superficie e coefficiente di afflusso del bacino drenato.



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	A

Il comportamento a deflusso di una condotta limitatrice può esprimersi come segue (Idraulica dei sistemi fognari. Dalla teoria alla pratica - Gisonni C., Hager W.H.):

Imbocco Sotto Battente  $q_d = 0.71(Y_0 - 0.64)^{0.5}$

Moto in pressione  $q_d = 0.94 \left( \frac{Y_0 - 0.90}{1 + 9R_d} \right)^{0.5}$

Con  $q_d$  portata specifica,  $Y_0$  carico idraulico specifico di imbocco (rapporto tra tirante idraulico e diametro della condotta) e  $R_d$  rappresenta un parametro che tiene conto della tipologia di condotta secondo la relazione:

$$R_d = \frac{gL_d n^2}{D^{\frac{4}{3}}}$$

Con  $L_d$ ,  $D$  ed  $n$  lunghezza, diametro e scabrezza della condotta. Il funzionamento del sistema è regolato in riferimento al valore  $R_d^*$ :

$$R_d^* = \frac{1}{9} \left( 1.75 \frac{Y_0 - 0.90}{Y_0 - 0.64} - 1 \right)$$

Se:

1.  $R_d < R_d^*$  (condotta breve) – prevalenza di funzionamento con imbocco a battente.
2.  $R_d > R_d^*$  – prevalenza di funzionamento con moto in pressione.

Il dimensionamento del sistema (volume di invaso e diametro della condotta limitatrice di portata) è dunque realizzato per applicazione dell'equazione di continuità:

$$V_e(d, TR) - q_d(h, D) (\sqrt{gD^5}) = V_a$$

Risolvendo la relazione per istanti temporali è possibile dunque determinare:

1. Il massimo deflusso attraverso la condotta limitatrice, verificando che il valore risulti inferiore alla soglia massima fissata ai fini della compatibilità idraulica;
2. Il massimo volume accumulato all'interno dei fossi di guardia, verificando che i livelli progressivamente raggiunti possano considerarsi compatibili con il manufatto utilizzato.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	A

La trattazione dei risultati relativi alle verifiche del sistema di drenaggio e i tabulati di progettazione sono riportati all'interno del Capitolo 10/Allegati di Calcolo rispettivamente.

Come è possibile osservare:

1. Fosso di guardia "A": la condotta limitatrice presenta un diametro di 15 mm e garantisce un massimo riempimento del fosso pari a 28 cm, corrispondente a un volume complessivo laminato di 80m<sup>3</sup>. In ragione dei risultati ottenuti, il fosso di guardia in calcestruzzo è progettato con le dimensioni che seguono: 50X50cm;
2. Fosso di guardia "B": la condotta limitatrice presenta un diametro di 25 mm e garantisce un massimo riempimento del fosso pari a 45 cm, corrispondente a un volume complessivo laminato di 180m<sup>3</sup>. In ragione dei risultati ottenuti, il fosso di guardia in calcestruzzo è progettato con le dimensioni che seguono: 50X50cm;
3. Fosso di guardia "C": la condotta limitatrice presenta un diametro di 20 mm e garantisce un massimo riempimento del fosso pari a 30 cm, corrispondente a un volume complessivo laminato di 102m<sup>3</sup>. In ragione dei risultati ottenuti, il fosso di guardia in calcestruzzo è progettato con le dimensioni che seguono: 50X50cm;
4. Fosso di guardia "D1": la condotta limitatrice presenta un diametro di 25 mm e garantisce un massimo riempimento del fosso pari a 35 cm, corrispondente a un volume complessivo laminato di 170m<sup>3</sup>. In ragione dei risultati ottenuti, il fosso di guardia in calcestruzzo è progettato con le dimensioni che seguono: 50X50cm;
5. Fosso di guardia "G": la condotta limitatrice presenta un diametro di 10 mm e garantisce un massimo riempimento del fosso pari a 45 cm, corrispondente a un volume complessivo laminato di 38m<sup>3</sup>. In ragione dei risultati ottenuti, il fosso di guardia in calcestruzzo è progettato con le dimensioni che seguono: 50X50cm;
6. Fosso di guardia "G": la condotta limitatrice presenta un diametro di 15 mm e garantisce un massimo riempimento del fosso pari a 45 cm, corrispondente a un volume complessivo laminato di 85m<sup>3</sup>. In ragione dei risultati ottenuti, il fosso di guardia in calcestruzzo è progettato con le dimensioni che seguono: 50X50cm.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001 A

## 8. VERIFICA DELLE OPERE MINORI

Il presente paragrafo illustra la procedura adottata per il dimensionamento idraulico delle opere necessarie a garantire la continuità idraulica dei fossi A e B (condotta DN 600 in calcestruzzo). Il manufatto è soggetto a una portata duecentennale calcolata con metodo dell'invaso pari a 40l/s e 83l/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 EI2RINV570X0001	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:

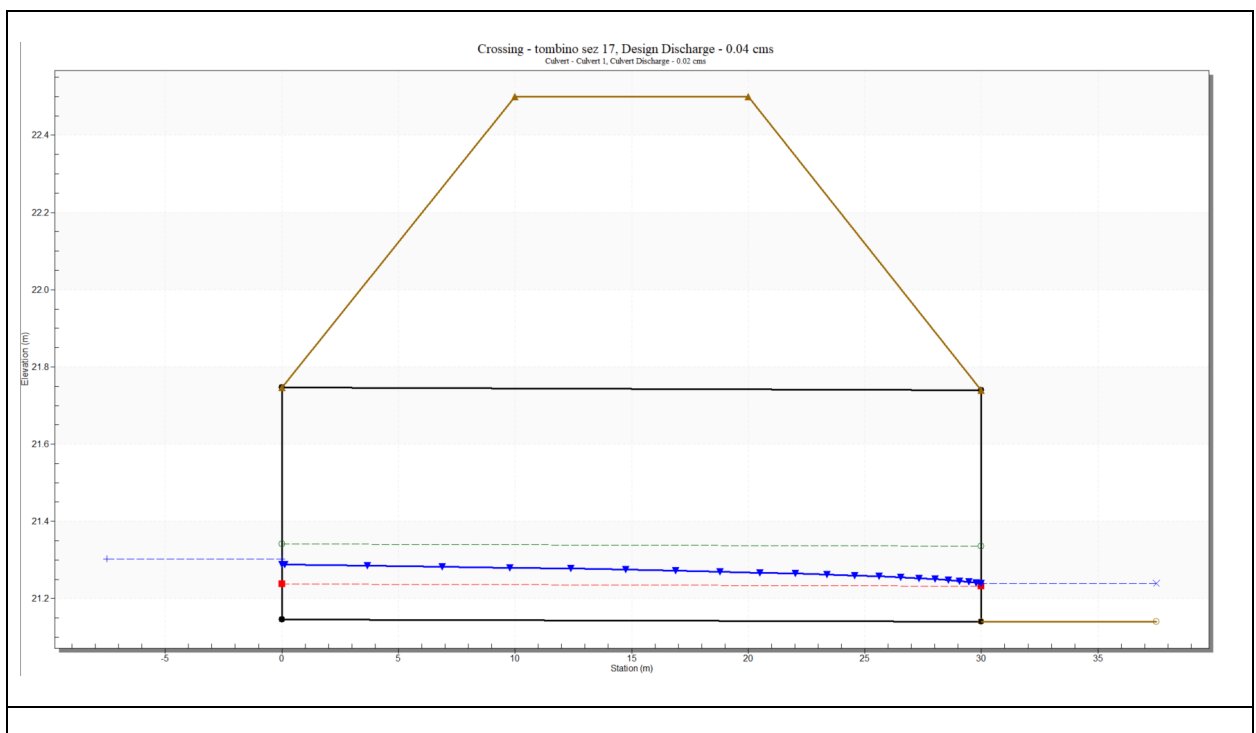
- $A$  è l'area della sezione bagnata ( $m^2$ );
- $R$  è il raggio idraulico (m);
- $i$  la pendenza di progetto (m/m);
- $K$  il coefficiente di scabrezza, per il quale è stata utilizzata l'espressione alla Manning;
- $K = R^{1/6}/n$ , per la quale è stato utilizzato il valore di  $0,020 \text{ sm}^{-1/3}$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


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 EI2RINV570X0001</p>	<p>A</p>

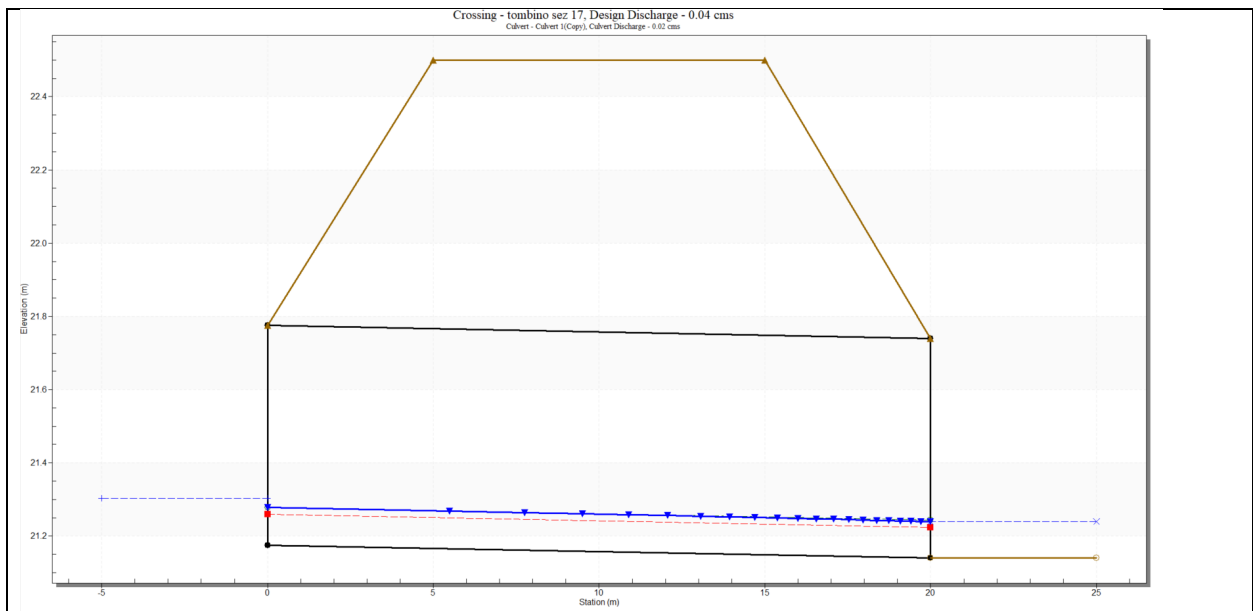
Le verifiche allo sbocco, infine, sono necessarie per determinare quei casi di possibile funzionamento rigurgitato dei tombini, con conseguente insufficienza di capacità determinata dalle condizioni di valle. Tale verifica è motivata in tutti quei casi in cui l'inalveazione posta a valle dell'opera di 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.



GENERAL CONTRACTOR	
	

ALTA SORVEGLIANZA			
			
Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2RINV570X0001	A



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 IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	A

## 9. CONCLUSIONI

La presente relazione ha illustrato la progettazione del sistema di smaltimento idraulico dell'interferenza viaria dell'interferenza viaria "“NV57 - NUOVA VIABILITA' DI COLLEGAMENTO VARIANTE URBANISTICA n.70 SAN BONIFACIO", 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 sistema di drenaggio è costituito da embrici che raccolgono i volumi meteorici della viabilità e recapitano i volumi di acqua all'interno dei fossi di guardia collocati al piede del rilevato (base 0.5m profondità 1.0m e pendenza 1/1).

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2RINV570X0001	A

## 9.1 ALLEGATI DI CALCOLODIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO

Dati piano-altimetrici				Metodo dell'invaso italiano - dati di bacino											Fosso			Analisi in moto uniforme - Capacità del fosso							
ID	L m	s m/m	Wci-1 m <sup>3</sup>	w0 m <sup>3</sup> /h	B	Apavtot m <sup>2</sup>	φpav	Ascp m <sup>2</sup>	φscp	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	S 9 S 10	20.00	0.003	0.00	15.00	5.25	105.00	0.90	120.00	0.40	6.00	0.00	0.40	225.00	0.63	0.50	0.50	1.00	0.0433	0.02	0.62	0.04	0.015	0.42	0.010
	S 10 S 12	40.00	0.003	0.47	15.00	5.25	315.00	0.90	272.00	0.40	3.80	0.00	0.40	587.00	0.67	0.50	0.50	1.00	0.0711	0.04	0.70	0.06	0.015	0.56	0.023
	S 12 S 14	40.00	0.003	2.09	15.00	5.25	525.00	0.90	328.00	0.40	1.40	0.00	0.40	853.00	0.71	0.50	0.50	1.00	0.0864	0.05	0.74	0.07	0.015	0.62	0.031
	S 14 S 16	40.00	0.003	4.12	15.00	5.25	735.00	0.90	384.00	0.40	1.40	0.00	0.40	1119.00	0.73	0.50	0.50	1.00	0.0999	0.06	0.78	0.08	0.015	0.67	0.040
	S 16 S 18	40.00	0.003	6.52	15.00	5.25	945.00	0.90	444.00	0.40	1.50	0.00	0.40	1389.00	0.74	0.50	0.50	1.00	0.1101	0.07	0.81	0.08	0.015	0.71	0.047
FOSSO B	S 37 S 36	40.00	0.003	0.00	15.00	5.25	1100.00	0.90	240.00	0.40	6.00	0.00	0.40	1340.00	0.81	0.50	0.50	1.00	0.1471	0.10	0.92	0.10	0.015	0.82	0.078
	S 36 S 34	40.00	0.003	3.81	15.00	5.25	1310.00	0.90	392.00	0.40	3.80	0.00	0.40	1702.00	0.78	0.50	0.50	1.00	0.1460	0.09	0.91	0.10	0.015	0.82	0.077
	S 34 S 32	40.00	0.003	7.58	15.00	5.25	1520.00	0.90	448.00	0.40	1.40	0.00	0.40	1968.00	0.79	0.50	0.50	1.00	0.1478	0.10	0.92	0.10	0.015	0.82	0.079
	S 32 S 30	40.00	0.003	11.41	15.00	5.25	1730.00	0.90	504.00	0.40	1.40	0.00	0.40	2234.00	0.79	0.50	0.50	1.00	0.1511	0.10	0.93	0.11	0.015	0.83	0.082
	S 30 S 28	40.00	0.003	15.35	15.00	5.25	1940.00	0.90	564.00	0.40	1.50	0.00	0.40	2504.00	0.79	0.50	0.50	1.00	0.1557	0.10	0.94	0.11	0.015	0.84	0.086
	S 28 S 26	40.00	0.003	19.43	15.00	5.25	2150.00	1.90	624.00	0.40	1.50	0.00	0.40	2774.00	1.56	0.50	0.50	1.00	0.2830	0.22	1.30	0.17	0.015	1.14	0.252
	S 26 S 24	40.00	0.003	28.29	15.00	5.25	2360.00	2.90	684.00	0.40	1.50	0.00	0.40	3044.00	2.34	0.50	0.50	1.00	0.3848	0.34	1.59	0.21	0.015	1.32	0.450
	S 24 S 22	40.00	0.003	41.91	15.00	5.25	2570.00	3.90	744.00	0.40	1.50	0.00	0.40	3314.00	3.11	0.50	0.50	1.00	0.4704	0.46	1.83	0.25	0.015	1.46	0.667
	S 22 S 20	40.00	0.003	60.17	15.00	5.25	2780.00	4.90	804.00	0.40	1.50	0.00	0.40	3584.00	3.89	0.50	0.50	1.00	0.5459	0.57	2.04	0.28	0.015	1.57	0.898
	S 20 S 18	40.00	0.003	83.01	15.00	5.25	2990.00	5.90	864.00	0.40	1.50	0.00	0.40	3854.00	4.67	0.50	0.50	1.00	0.6147	0.69	2.24	0.31	0.015	1.67	1.145
FOSSO C	S 9 S 10	40.00	0.003	0.00	15.00	5.25	210.00	0.90	240.00	0.40	6.00	0.00	0.40	450.00	0.63	0.50	0.50	1.00	0.0602	0.03	0.67	0.05	0.015	0.51	0.017
	S 10 S 12	40.00	0.003	1.35	15.00	5.25	420.00	0.90	392.00	0.40	3.80	0.00	0.40	812.00	0.66	0.50	0.50	1.00	0.0824	0.05	0.73	0.07	0.015	0.60	0.029
	S 12 S 14	40.00	0.003	3.27	15.00	5.25	630.00	0.90	448.00	0.40	1.40	0.00	0.40	1078.00	0.69	0.50	0.50	1.00	0.0954	0.06	0.77	0.07	0.015	0.65	0.037
	S 14 S 16	40.00	0.003	5.54	15.00	5.25	840.00	0.90	504.00	0.40	1.40	0.00	0.40	1344.00	0.71	0.50	0.50	1.00	0.1072	0.07	0.80	0.08	0.015	0.70	0.045
FOSSO D	S 16 S 18	40.00	0.003	8.15	15.00	5.25	1050.00	0.90	564.00	0.40	1.50	0.00	0.40	1614.00	0.73	0.50	0.50	1.00	0.1173	0.07	0.83	0.09	0.015	0.73	0.053
	S 25 S 23	40.00	0.003	0.00	15.00	5.25	1100.00	0.90	240.00	0.40	6.00	0.00	0.40	1340.00	0.81	0.50	0.50	1.00	0.1471	0.10	0.92	0.10	0.015	0.82	0.078
	S 23 S 21	40.00	0.003	3.81	15.00	5.25	1310.00	0.90	392.00	0.40	3.80	0.00	0.40	1702.00	0.78	0.50	0.50	1.00	0.1460	0.09	0.91	0.10	0.015	0.82	0.077
	S 21 S 19	40.00	0.003	7.58	15.00	5.25	1520.00	0.90	448.00	0.40	1.40	0.00	0.40	1968.00	0.79	0.50	0.50	1.00	0.1478	0.10	0.92	0.10	0.015	0.82	0.079
	S 25 S 27	40.00	0.003	0.00	15.00	5.25	210.00	0.90	240.00	0.40	6.00	0.00	0.40	450.00	0.63	0.50	0.50	1.00	0.0602	0.03	0.67	0.05	0.015	0.51	0.017
FOSSO D1	S 27 S 29	40.00	0.003	1.35	15.00	5.25	420.00	0.90	392.00	0.40	3.80	0.00	0.40	812.00	0.66	0.50	0.50	1.00	0.0824	0.05	0.73	0.07	0.015	0.60	0.029
	S 29 S 31	40.00	0.003	3.27	15.00	5.25	630.00	0.90	448.00	0.40	1.40	0.00	0.40	1078.00	0.69	0.50	0.50	1.00	0.0954	0.06	0.77	0.07	0.015	0.65	0.037
	S 31 S 33	40.00	0.003	5.54	15.00	5.25	840.00	0.90	504.00	0.40	1.40	0.00	0.40	1344.00	0.71	0.50	0.50	1.00	0.1072	0.07	0.80	0.08	0.015	0.70	0.045
	S 33 S 35	40.00	0.003	8.15	15.00	5.25	1050.00	0.90	564.00	0.40	1.50	0.00	0.40	1614.00	0.73	0.50	0.50	1.00	0.1173	0.07	0.83	0.09	0.015	0.73	0.053
	S 35 S 37	40.00	0.003	11.04	15.00	5.25	1260.00	0.90	624.00	0.40	1.50	0.00	0.40	1884.00	0.73	0.50	0.50	1.00	0.1253	0.08	0.85	0.09	0.015	0.75	0.059
FOSSO G	S 37 S 39	40.00	0.003	14.18	15.00	5.25	1470.00	0.90	684.00	0.40	1.50	0.00	0.40	2154.00	0.74	0.50	0.50	1.00	0.1331	0.08	0.88	0.10	0.015	0.78	0.066
	S 39 S 40	20.00	0.003	17.55	15.00	5.25	2175.00	0.90	714.00	0.40	1.50	0.00	0.40	2889.00	0.78	0.50	0.50	1.00	0.1731	0.12	0.99	0.12	0.015	0.89	0.104
	S 47 S 46	20.00	0.003	0.00	15.00	5.25	995.00	0.90	120.00	0.40	6.00	0.00	0.40	1115.00	0.85	0.50	0.50	1.00	0.1521	0.10	0.93	0.11	0.015	0.83	0.083
	S 46 S 45	20.00	0.003	1.98	15.00	5.25	1265.00	0.90	196.00	0.40	3.80	0.00	0.40	1461.00	0.83	0.50	0.50	1.00	0.1593	0.10	0.95	0.11	0.015	0.85	0.090
FOSSO F	S 55 S 57	40.00	0.003	0.00	15.00	5.25	605.00	0.90	240.00	0.40	6.00	0.00	0.40	845.00	0.76	0.50	0.50	1.00	0.1043	0.06	0.80	0.08	0.015	0.69	0.043
	S 57 S 59	40.00	0.003	2.52	15.00	5.25	815.00	0.90	392.00	0.40	3.80	0.00	0.40	1207.00	0.74	0.50	0.50	1.00	0.1133	0.07	0.82	0.08	0.015	0.72	0.050
	S 59 S 61	40.00	0.003	5.30	15.00	5.25	1025.00	0.90	448.00	0.40	1.40	0.00	0.40	1473.00	0.75	0.50	0.50	1.00	0.1202	0.07	0.84	0.09	0.015	0.74	0.055



Tabella 9-1.1 - 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; Ascp/φscp 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.



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2RINV570X0001	A

Metodo dell'invaso italiano - verifica										
	$Wc_i$ $m^3$	$w$ $m^3/m^2$	$a$ $mm/h$ $n$	$a$ $m/h^n$	$n$	$u$ $l/s/ha$	$Q$ $mc/s$	$G$ $\%$	$V$ $m/s$	delta $mc/s$
<b>FOSSO A</b>	0.81	0.0036	91.4	0.0914	0.616	437.47	0.010	<b>4%</b>	0.42	0.00
	2.98	0.0051	91.4	0.0914	0.616	385.00	0.023	<b>7%</b>	0.56	0.00
	5.40	0.0063	91.4	0.0914	0.616	367.81	0.031	<b>9%</b>	0.62	0.00
	8.20	0.0073	91.4	0.0914	0.616	351.94	0.039	<b>10%</b>	0.67	0.00
	11.29	0.0081	91.4	0.0914	0.616	338.54	0.047	<b>11%</b>	0.71	0.00
<b>FOSSO B</b>	5.82	0.0043	91.4	0.0914	0.616	579.83	0.078	<b>15%</b>	0.82	0.00
	10.14	0.0060	91.4	0.0914	0.616	452.01	0.077	<b>15%</b>	0.82	0.00
	14.36	0.0073	91.4	0.0914	0.616	399.29	0.079	<b>15%</b>	0.82	0.00
	18.70	0.0084	91.4	0.0914	0.616	367.37	0.082	<b>15%</b>	0.83	0.00
	23.19	0.0093	91.4	0.0914	0.616	345.07	0.086	<b>16%</b>	0.84	0.00
	32.46	0.0117	91.4	0.0914	0.616	907.39	0.252	<b>28%</b>	1.14	0.00
	46.48	0.0153	91.4	0.0914	0.616	1478.71	0.450	<b>38%</b>	1.32	0.00
	65.15	0.0197	91.4	0.0914	0.616	2011.57	0.667	<b>47%</b>	1.46	0.00
	88.39	0.0247	91.4	0.0914	0.616	2506.39	0.898	<b>55%</b>	1.57	0.00
#####	0.0301	91.4	0.0914	0.616	2971.30	1.145	<b>61%</b>	1.67	0.00	
<b>FOSSO C</b>	2.02	0.0045	91.4	0.0914	0.616	380.07	0.017	<b>6%</b>	0.51	0.00
	4.49	0.0055	91.4	0.0914	0.616	356.33	0.029	<b>8%</b>	0.60	0.00
	7.16	0.0066	91.4	0.0914	0.616	344.46	0.037	<b>10%</b>	0.65	0.00
	10.16	0.0076	91.4	0.0914	0.616	332.92	0.045	<b>11%</b>	0.70	0.00
	13.46	0.0083	91.4	0.0914	0.616	322.29	0.052	<b>12%</b>	0.73	0.00
<b>FOSSO D</b>	5.82	0.0043	91.4	0.0914	0.616	579.83	0.078	<b>15%</b>	0.82	0.00
	10.14	0.0060	91.4	0.0914	0.616	452.01	0.077	<b>15%</b>	0.82	0.00
	14.36	0.0073	91.4	0.0914	0.616	399.29	0.079	<b>15%</b>	0.82	0.00
<b>FOSSO D1</b>	2.02	0.0045	91.4	0.0914	0.616	380.07	0.017	<b>6%</b>	0.51	0.00
	4.49	0.0055	91.4	0.0914	0.616	356.33	0.029	<b>8%</b>	0.60	0.00
	7.16	0.0066	91.4	0.0914	0.616	344.46	0.037	<b>10%</b>	0.65	0.00
	10.16	0.0076	91.4	0.0914	0.616	332.92	0.045	<b>11%</b>	0.70	0.00
	13.46	0.0083	91.4	0.0914	0.616	322.29	0.052	<b>12%</b>	0.73	0.00
	17.00	0.0090	91.4	0.0914	0.616	313.14	0.059	<b>13%</b>	0.75	0.00
	20.78	0.0096	91.4	0.0914	0.616	304.97	0.066	<b>13%</b>	0.78	0.00
24.21	0.0084	91.4	0.0914	0.616	358.96	0.104	<b>17%</b>	0.89	0.00	
<b>FOSSO G</b>	3.66	0.0033	91.4	0.0914	0.616	740.82	0.083	<b>15%</b>	0.83	0.00
	6.28	0.0043	91.4	0.0914	0.616	610.25	0.089	<b>16%</b>	0.85	0.00
<b>FOSSO F</b>	3.79	0.0045	91.4	0.0914	0.616	509.82	0.043	<b>10%</b>	0.69	0.00
	7.11	0.0059	91.4	0.0914	0.616	411.47	0.050	<b>11%</b>	0.72	0.00
	10.49	0.0071	91.4	0.0914	0.616	373.84	0.055	<b>12%</b>	0.74	0.00

Tabella 9-1.2 – Verifica della rete di drenaggio - ID: identificativo collettore/canaletta/fosso;  $Wc_i$  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/canaletta/fosso per assegnato tirante;  $G$  grado di riempimento;  $V$  velocità di deflusso.

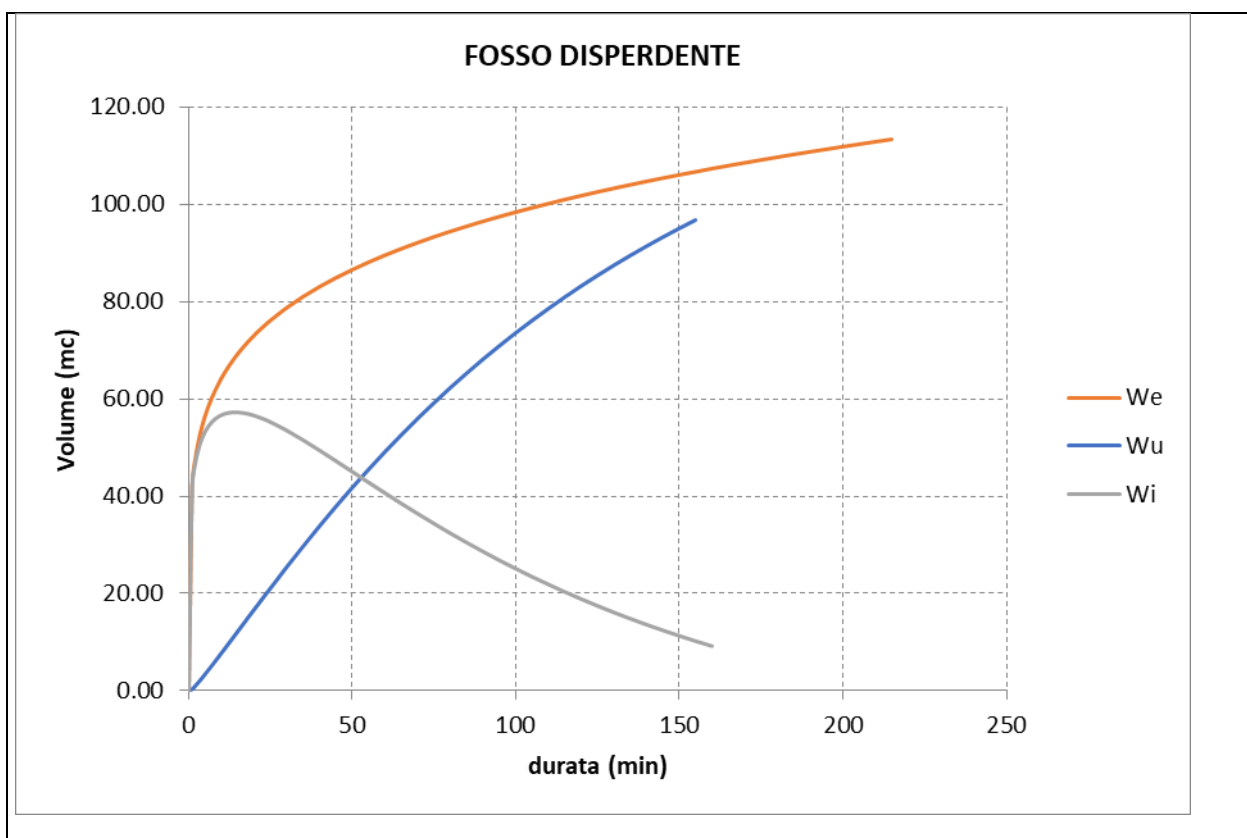
GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RINV570X0001	A



## 9.2 DIMENSIONAMENTO DEI FOSSI DISPERDENTI

### 10.2.1 Fosso A

S_pav m <sup>2</sup>	φ_pav	Svers m2	φ_vers	S_eq m <sup>2</sup>	L m	b m	k m/s
1400.00	0.9	0.00	0.6	1260.00	140.00	0.5	0.00005

Tabella 9-2.1 – Calcolo dei volumi accumulati nei fossi disperdenti – Tabella1: dati pluviometrici; Tabella2: dati di calcolo dei volumi entranti. ID: identificativo fosso disperdente; S\_pav/φ\_pav: superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale; S\_vers/φ\_vers: superficie e coefficiente di afflusso del versante stradale; S\_b/φ\_b: superficie e coefficiente di afflusso del bacino esterno; S\_eq: superficie equivalente; L: lunghezza fosso; b: base fosso; k: permeabilità.



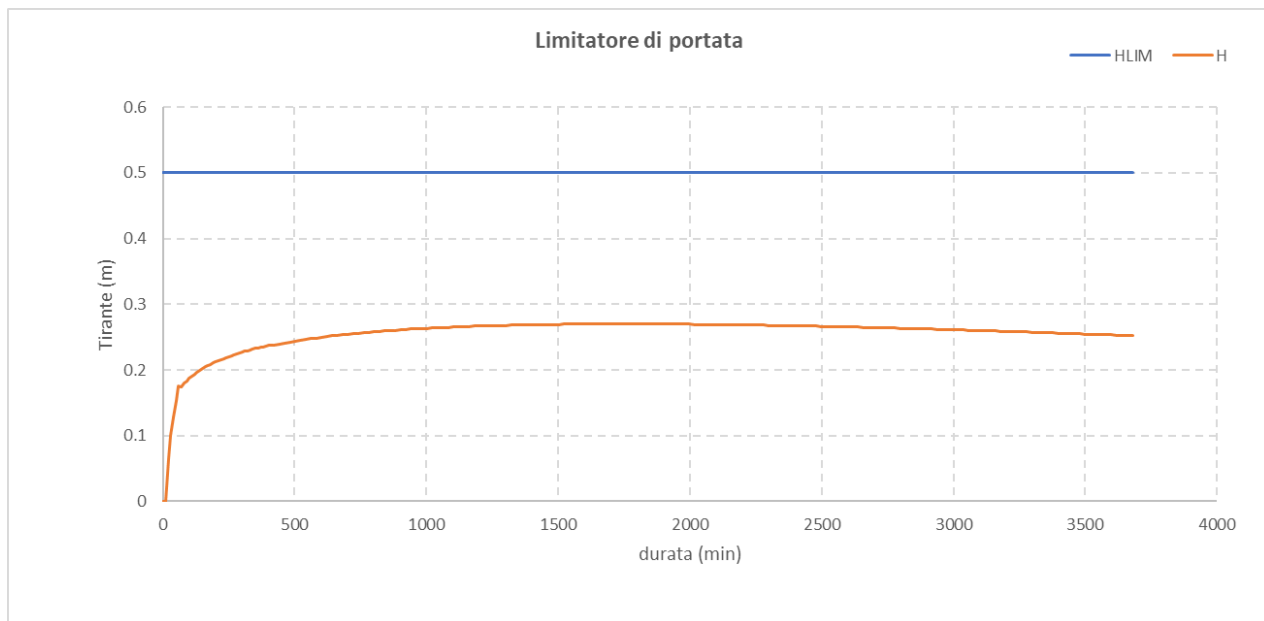
<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RINV570X0001</p>	<p>A</p>


d min	We m <sup>3</sup>	h m	Qu m <sup>3</sup> /s	Wu m <sup>3</sup>	Wi m <sup>3</sup>	h m
0	0.00	0.00	0.0035	0.00	0.00	0.00
1	42.00	0.00	0.0035	0.21	41.79	0.30
2	47.75	0.30	0.0119	0.92	46.83	0.33
3	51.47	0.33	0.0129	1.69	49.78	0.36
4	54.28	0.36	0.0135	2.50	51.78	0.37
5	56.57	0.37	0.0139	3.33	53.24	0.38
6	58.51	0.38	0.0141	4.18	54.33	0.39
7	60.20	0.39	0.0144	5.04	55.16	0.39
8	61.71	0.39	0.0145	5.91	55.79	0.40
9	63.07	0.40	0.0147	6.79	56.27	0.40
10	64.31	0.40	0.0148	7.68	56.63	0.40
11	65.45	0.40	0.0148	8.57	56.89	0.41
12	66.52	0.41	0.0149	9.46	57.05	0.41
13	67.51	0.41	0.0149	10.36	57.15	0.41
14	68.44	0.41	0.0149	11.25	57.19	0.41
15	69.32	0.41	0.0149	12.15	57.17	0.41
16	70.15	0.41	0.0149	13.04	57.11	0.41
17	70.94	0.41	0.0149	13.94	57.00	0.41
18	71.70	0.41	0.0149	14.83	56.86	0.41
19	72.42	0.41	0.0149	15.73	56.69	0.40
20	73.11	0.40	0.0148	16.62	56.49	0.40
21	73.77	0.40	0.0148	17.50	56.27	0.40
22	74.41	0.40	0.0148	18.39	56.02	0.40
23	75.02	0.40	0.0147	19.27	55.75	0.40
24	75.62	0.40	0.0147	20.15	55.47	0.40
25	76.19	0.40	0.0146	21.03	55.16	0.39
30	78.80	0.39	0.0145	25.39	53.42	0.38
35	81.08	0.38	0.0142	29.64	51.44	0.37
40	83.11	0.37	0.0138	33.78	49.33	0.35
45	84.94	0.35	0.0134	37.79	47.15	0.34
50	86.61	0.34	0.0129	41.67	44.95	0.32
55	88.16	0.32	0.0125	45.41	42.74	0.31
60	89.59	0.31	0.0120	49.03	40.56	0.29
65	90.92	0.29	0.0116	52.51	38.41	0.27
70	92.18	0.27	0.0112	55.87	36.31	0.26
75	93.36	0.26	0.0108	59.10	34.27	0.24
80	94.48	0.24	0.0104	62.20	32.28	0.23
85	95.55	0.23	0.0100	65.19	30.36	0.22
90	96.56	0.22	0.0096	68.06	28.50	0.20
95	97.54	0.20	0.0092	70.82	26.71	0.19
100	98.47	0.19	0.0088	73.47	24.99	0.18
105	99.36	0.18	0.0085	76.02	23.34	0.17
110	100.22	0.17	0.0082	78.47	21.74	0.16
115	101.04	0.16	0.0078	80.83	20.22	0.14
120	101.84	0.14	0.0075	83.09	18.75	0.13
125	102.61	0.13	0.0073	85.27	17.35	0.12
130	103.36	0.12	0.0070	87.36	16.01	0.11
135	104.09	0.11	0.0067	89.37	14.72	0.11
140	104.79	0.11	0.0064	91.30	13.49	0.10
145	105.47	0.10	0.0062	93.16	12.31	0.09
150	106.14	0.09	0.0060	94.95	11.19	0.08
155	106.78	0.08	0.0057	96.67	10.11	0.07
160	107.41	0.07	0.0055	98.33	9.08	0.06
165	108.02	0.06	0.0053	99.92	8.10	0.06
170	108.62	0.06	0.0051	101.46	7.16	0.05
175	109.21	0.05	0.0049	102.94	6.27	0.04
180	109.78	0.04	0.0048	104.36	5.41	0.04
185	110.33	0.04	0.0046	105.74	4.60	0.03
190	110.88	0.03	0.0044	107.06	3.82	0.03
195	111.41	0.03	0.0043	108.34	3.07	0.02
200	111.94	0.02	0.0041	109.58	2.36	0.02
205	112.45	0.02	0.0040	110.77	1.68	0.01
210	112.95	0.01	0.0038	111.92	1.03	0.01
215	113.44	0.01	0.0037	113.03	0.41	0.00
220	113.93	0.00	0.0036	114.11	-0.18	0.00

Tabella 10-2.2 – Verifica del fosso disperdente – In alto: We: volume entrante all'interno del fosso; Wu: volume uscente; Wi: volume accumulato. In basso: tabella di verifica.

### 9.3 CALCOLO FOSSO + CONDOTTA LIMITATRICE DI PORTATA

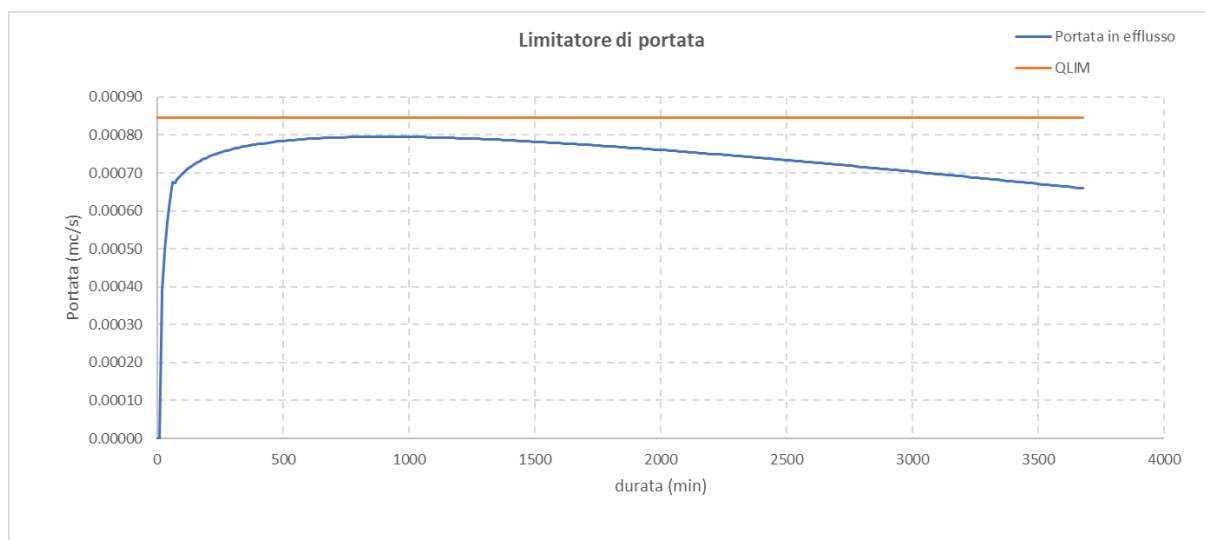
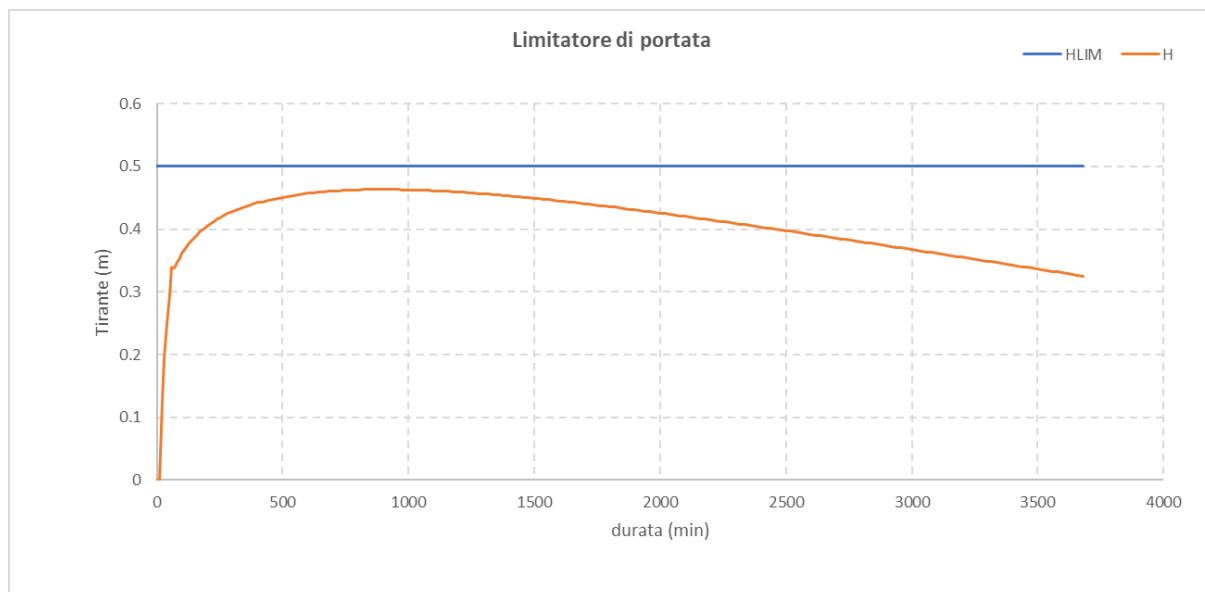
#### 10.3.1 Fosso A



GENERAL CONTRACTOR	
	

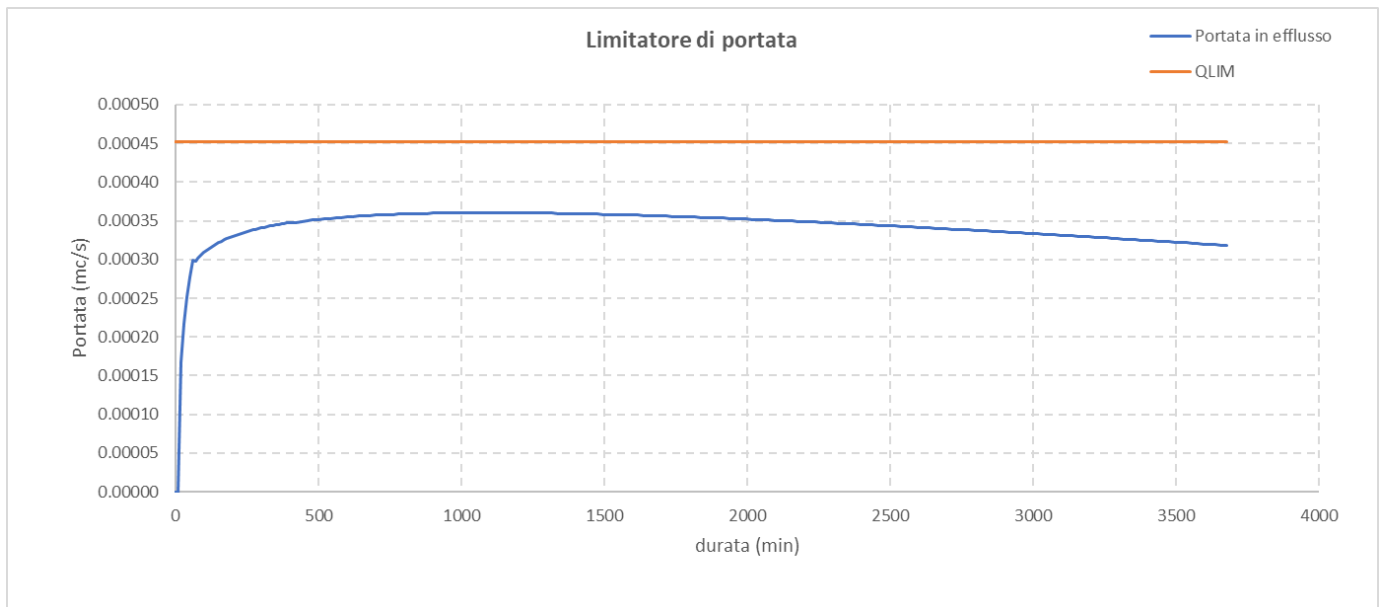
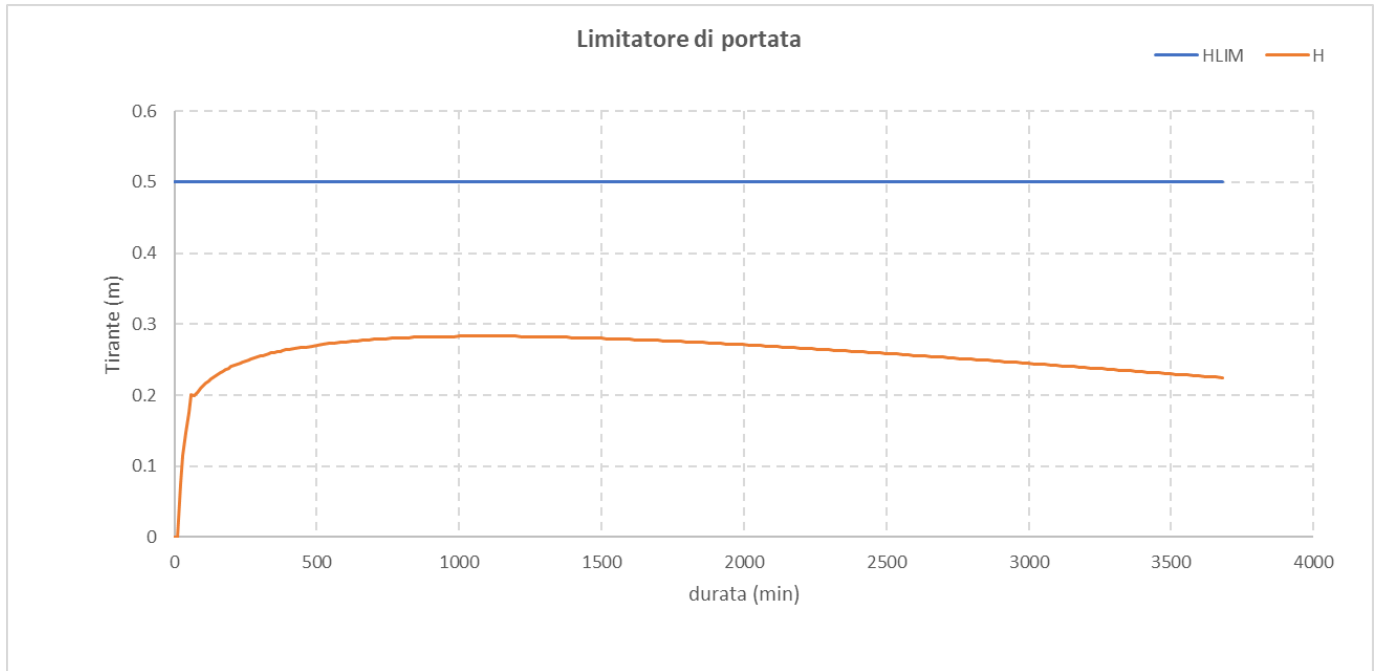
ALTA SORVEGLIANZA			
			
Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2RINV570X0001	A

### 10.3.2 Fosso B



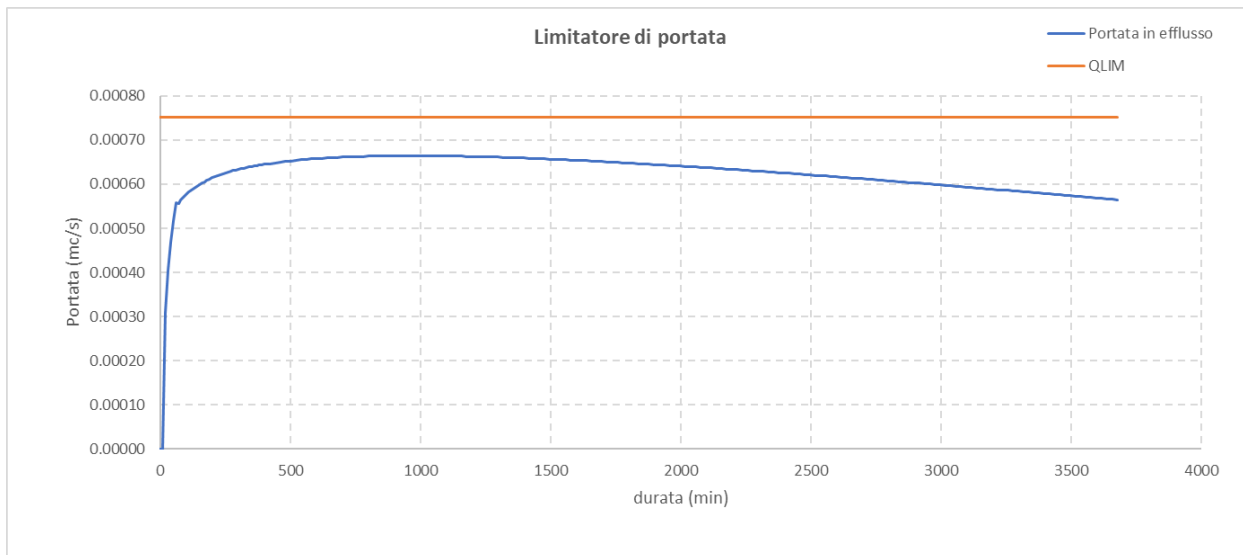
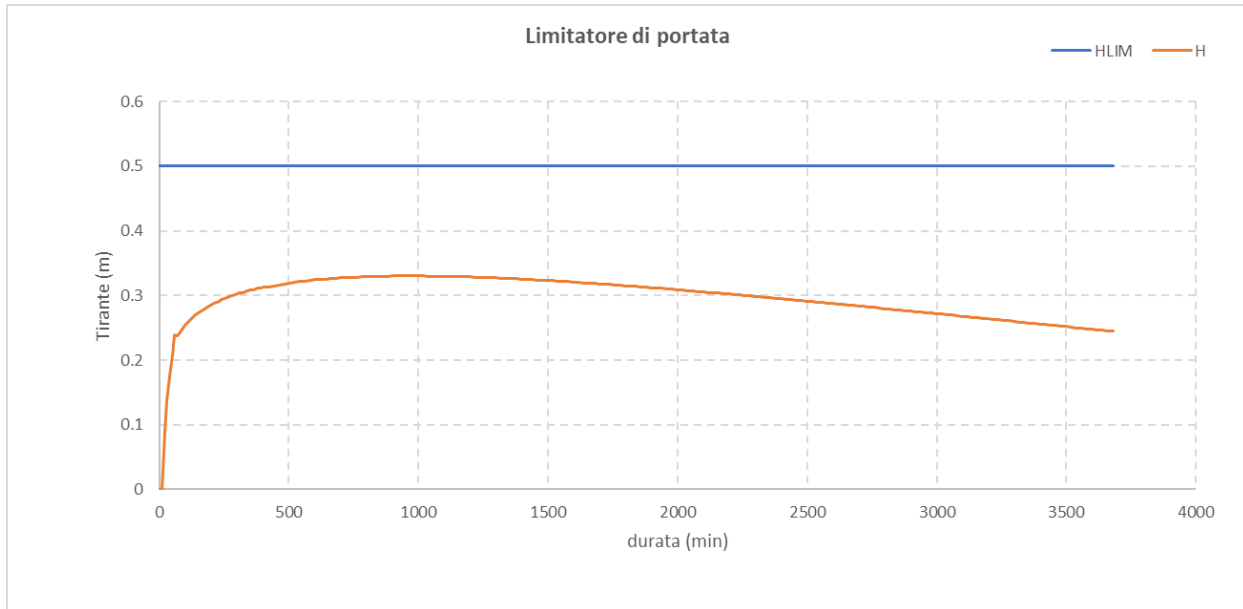
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2RINV570X0001	A

10.3.3 Fosso C

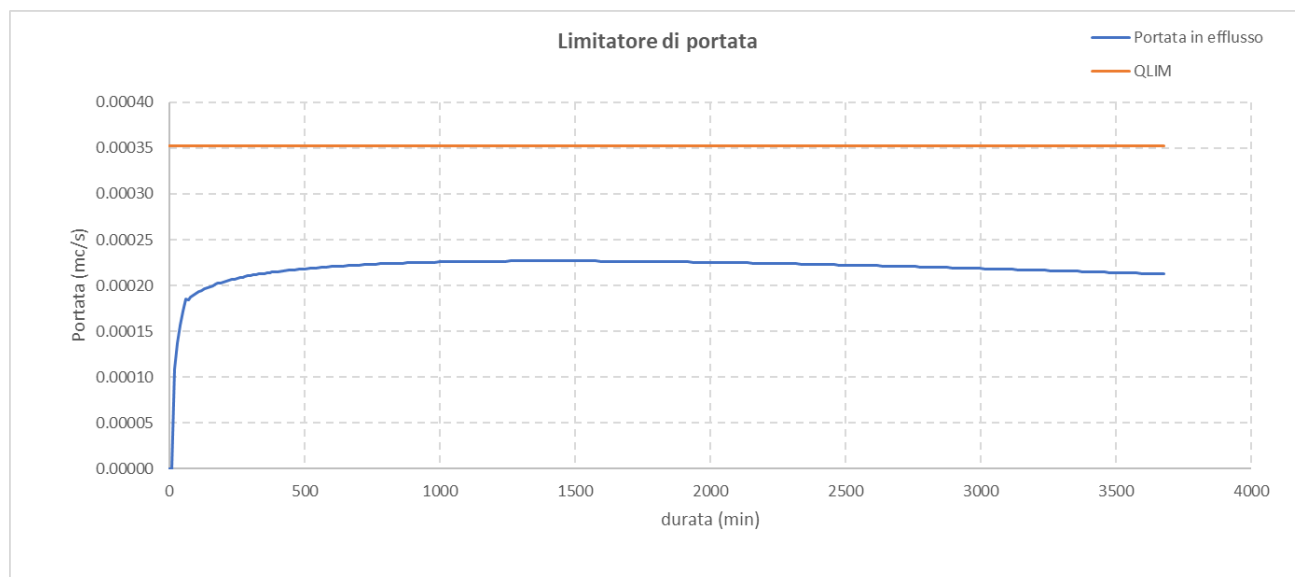
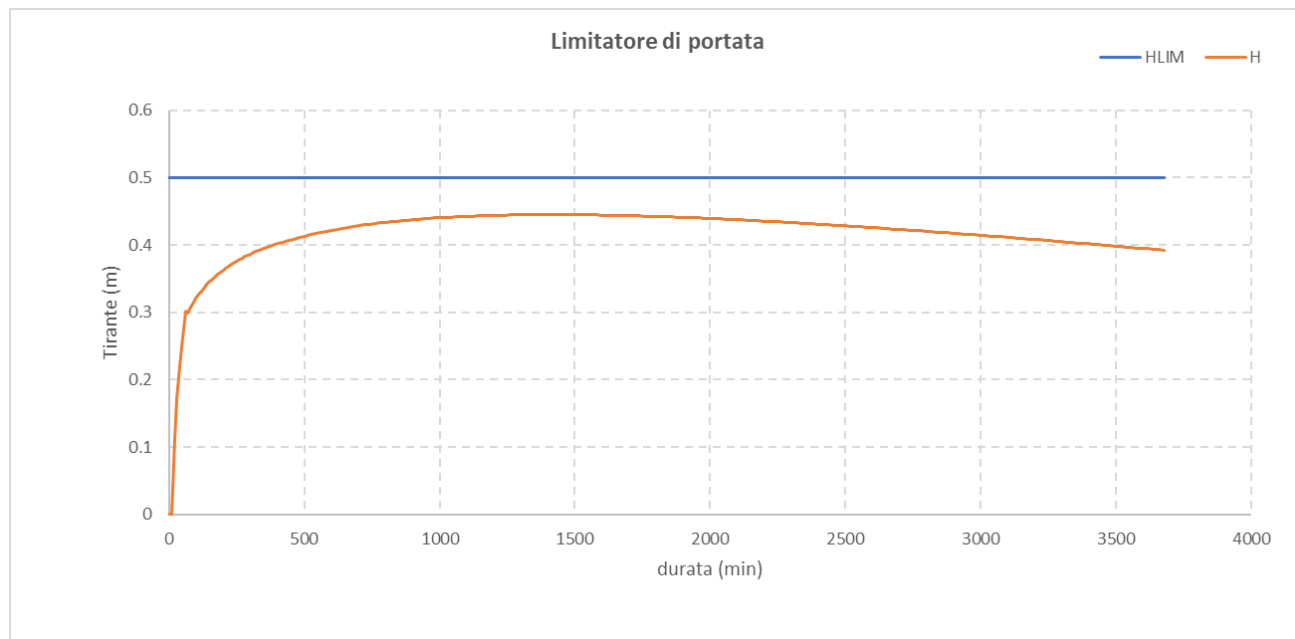


	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2RINV570X0001	A

10.3.4 Fosso D



### 10.3.5 Fosso F





10.3.6 Fosso G

