

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

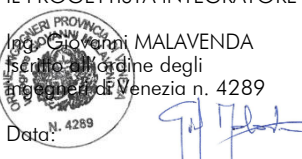
PROGETTO ESECUTIVO

PARTE GENERALE

SL08 - SOTTOVIA AL km 28+680


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	S	L	0	8	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 	10/09/21	C.Pinti 	10/09/21	P. Luciani 	10/09/21	

CIG: 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RISL080X001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL080X0001	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	9
6.1	PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO	9
7.	CONCLUSIONI	13
8.	ALLEGATI DI CALCOLO	14
8.1	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO	14

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL080X0001	A



1. PREMESSA

La presente relazione illustra la metodologia adottata e i risultati ottenuti per la progettazione del sistema di drenaggio del sottovia "SL08 - SOTTOVIA AL km 28+680", 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 (canalette);
- 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). 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 EI2RISL080X0001	A

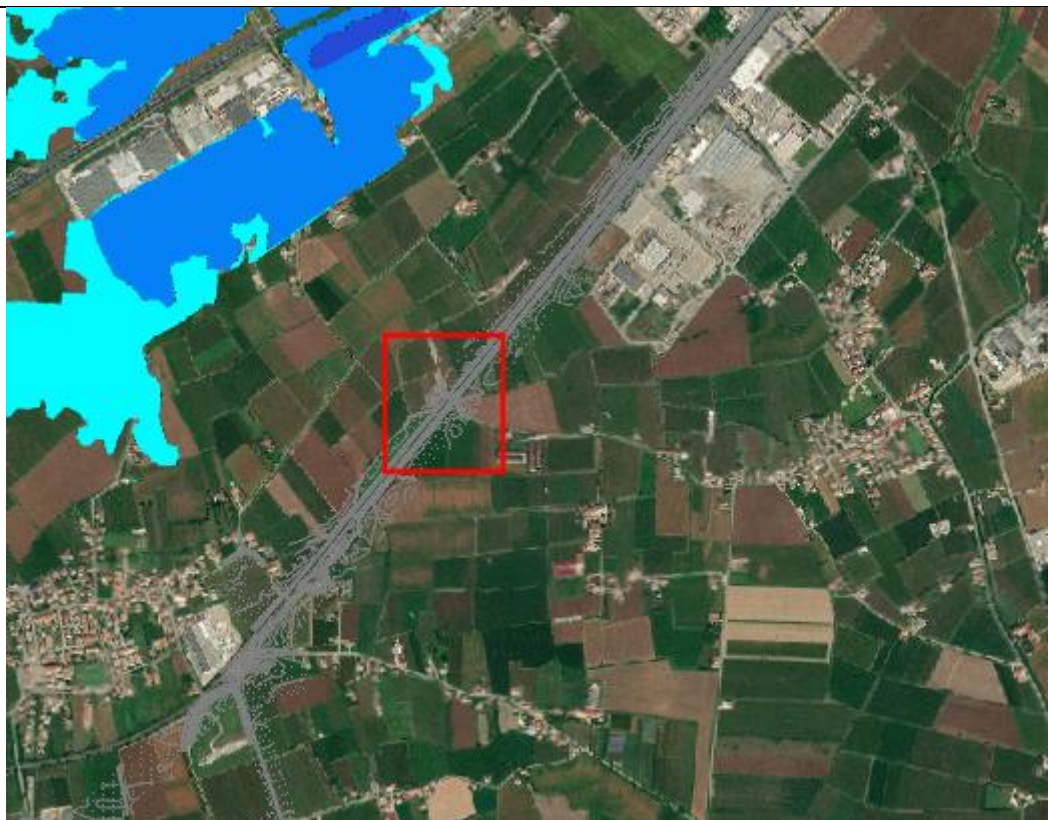


Figura 1: Stralcio planimetrico del P.G.R.A. e del sito di intervento (quadrato rosso).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL080X0001	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, 2020.08.06 - IN0D00D11ISSL080X001C);
- Idraulica dei sistemi fognari. Dalla teoria alla pratica (Gisonni C., Hager W.H.).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RISL080X0001	A

3. ELABORATI DI RIFERIMENTO

IN1712E12P8SL080X001A – Planimetria idraulica, profilo longitudinale e particolari idraulici.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2RISL080X0001	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 Lonigo (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 ⁿ	n	a mm/h ⁿ	n
89.4	0.572	76.4	0.119

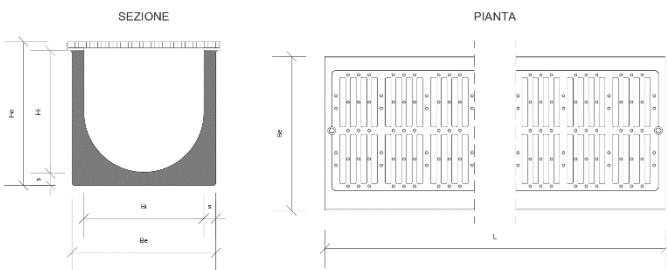
Tabella 4-1 - Parametri delle CPP relativi a un evento con periodicità statistica cinquantennale


GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL080X0001	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 sottopasso - lo smaltimento dei volumi meteorici intercettati dalla piattaforma è realizzato a mezzo di un sistema costituito da caditoie grigliate carrabili in ghisa sferoidale (classe di resistenza B125 – base 50 cm e altezza variabile compresa tra 50 e 90 cm).

	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>B (mm)</th> <th>H (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RETT 50x50</td> <td>500</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>RETT 50xVAR</td> <td>400</td> <td>variabile</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO	B (mm)	H (mm)	RETT 50x50	500	500	RETT 50xVAR	400	variabile
TIPO	B (mm)	H (mm)								
RETT 50x50	500	500								
RETT 50xVAR	400	variabile								
Tabella 5-1 – Sistema di drenaggio. In alto a sinistra: canaletta grigliata prefabbricata in calcestruzzo; in alto a destra: tabella delle dimensioni della canaletta.										

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL080X0001	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 sottopasso vengono intercettati dalle canalette grigliate carrabili, distribuite trasversalmente alla piattaforma. Il sistema recapita all'interno della deviazione del canale (IN55) tramite una condotta in PVC (DN400 - Classe di resistenza SN8).

La progettazione della rete di drenaggio è realizzata, in ottemperanza alle indicazioni presenti all'interno del "Manuale di Progettazione Italferr", per applicazione del Metodo dell'Invaso Lineare.

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

6.1 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.

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

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL080X0001	A

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:

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

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

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

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


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:

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

Con:

- u - coefficiente udometrico, rappresenta la portata per unità di superficie del bacino (l/s/ha);
- φ - 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:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL080X0001 A

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

- A rappresenta la superficie del bacino sotteso;
- w_0 rappresenta il volume specifico dei piccoli invasi, compreso tra 15-20m³/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. Cautelativamente, per la presente progettazione il valore è stato fissato a 15 m³/ha;
- W_{c-1} rappresenta il volume accumulato all'interno della rete di collettori a monte del tratto indagato.

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

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

Ricavato il coefficiente uometrico, 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, σ 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" (Canalette):

- Altezza utile/diametro utile $\leq 500\text{mm}$ – Massimo riempimento $< 50\%$;
- Altezza utile/diametro utile $> 500\text{mm}$ – Massimo riempimento $< 67\%$;
- Velocità di deflusso – [0.20 – 5] m/s.

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL080X0001	A

- La rete risulta costituita da canalette grigliate prefabbricate in calcestruzzo di altezza interna variabile compresa tra 400 e 800 mm, con pendenza variabile tra i 0.30% e 6.0%;
- Il grado di riempimento delle canalette è ovunque inferiore al 50% della sezione utile;
- La velocità di deflusso è compresa tra 0.31 e 1.07m/s.



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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL080X0001	A

7. CONCLUSIONI

La presente relazione ha illustrato la progettazione del sistema di smaltimento idraulico relativo al sottovia "SL08 - SOTTOVIA AL km 28+680", 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 per la viabilità in sottovia risulta costituito da una rete realizzata mediante canalette grigliate (base 50 cm e altezza variabile). Il recapito al ricettore finale (WBS IN55 Deviazione canale) avviene tramite una condotta in PVC (DN 400 - Classe di resistenza SN8).



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2RISL080X0001	A

8. ALLEGATI DI CALCOLO

8.1 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO

	Dati piano-altimetrici			Metodo dell'invaso italiano - dati di bacino										Canaletta			Analisi in moto uniforme - Capacità della canaletta							
	ID	L m	s m/m	W _{C_{i-1}} m ³	w ₀ m ³ /ha	A _{pav} m ²	φ _{pav}	A _{scp} m ²	φ _{scp}	A _b m ²	φ _b	A m ²	φ	TIPOLOGIA	B_EST mm	B_INT mm	h m	alpha rd	A m ²	P m	R m	n s/m ^{1/3}	V m/s	Q mc/s
CANALETTA A	A 0 - A 1	10.67	0.060	0	15.00	27.65	0.90	0.00	0.60	102.20	0.40	129.85	0.51	RETT	500	400	0.017	-	0.007	0.43	0.02	0.015	1.07	0.0074
	A 1 - A 2	10.67	0.006	0.07	15.00	27.65	0.90	0.00	0.60	102.20	0.40	129.85	0.51	RETT	500	400	0.029	-	0.012	0.46	0.03	0.015	0.46	0.0054
	A 2 - A 3	10.67	0.003	0.20	15.00	27.65	0.90	0.00	0.60	102.20	0.40	129.85	0.51	RETT	500	400	0.030	-	0.012	0.46	0.03	0.015	0.33	0.0041
	A 3 - A 4	10.67	0.003	0.33	15.00	27.65	0.90	0.00	0.60	102.20	0.40	129.85	0.51	RETT	500	400	0.027	-	0.011	0.45	0.02	0.015	0.31	0.0033
	A 4 - A 5	10.67	0.003	0.44	15.00	27.65	0.90	0.00	0.60	432.05	0.40	459.70	0.43	RETT	500	400	0.070	-	0.028	0.54	0.05	0.015	0.52	0.0146
CANALETTA B	A 0 - A 1	10.67	0.06	0	15.00	27.65	0.90	0.00	0.60	102.20	0.40	129.85	0.51	RETT	500	400	0.017	-	0.007	0.43	0.02	0.015	1.07	0.0074
	A 1 - A 2	10.67	0.006	0.07	15.00	27.65	0.90	0.00	0.60	102.20	0.40	129.85	0.51	RETT	500	400	0.030	-	0.012	0.46	0.03	0.015	0.46	0.0055
	A 2 - A 3	10.67	0.003	0.20	15.00	27.65	0.90	0.00	0.60	102.20	0.40	129.85	0.51	RETT	500	400	0.030	-	0.012	0.46	0.03	0.015	0.33	0.0041
	A 3 - A 4	10.67	0.003	0.33	15.00	27.65	0.90	0.00	0.60	102.20	0.40	129.85	0.51	RETT	500	400	0.027	-	0.011	0.45	0.02	0.015	0.31	0.0033

Tabella 8-1.1 - Determinazione portata critica - ID identificativo canaletta/condotta; L lunghezza canaletta/condotta; s pendenza longitudinale canaletta/condotta; W_{C_{i-1}} volume accumulato all'interno della rete delle canalette/condotte a monte del tratto indagato; w₀ volume specifico dei piccoli invasi; A_{pav}/φ_{pav}: superficie e coefficiente di afflusso della pavimentazione stradale; A_{scp}/φ_{scp} superficie e coefficiente di afflusso della scarpata stradale; A_b/φ_b superficie e coefficiente di afflusso del bacino esterno; A superficie equivalente; φ coefficiente di afflusso medio; TIPOLOGIA canaletta/condotta; B_EST base esterna/diametro esterno; B_INT base interna/diametro interno; 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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RISL080X0001	A

	Metodo dell'Invaso italiano - verifica									
	ID	W _c 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
CANALETTA A	A 0 - A 1	0.27	0.00207	89.40	0.0894	0.572	564.40	0.0073	5.8	1.07
	A 1 - A 2	0.39	0.00303	89.40	0.0894	0.572	424.34	0.0055	9.8	0.46
	A 2 - A 3	0.52	0.00404	89.40	0.0894	0.572	342.73	0.0045	10.2	0.33
	A 3 - A 4	0.64	0.00492	89.40	0.0894	0.572	295.50	0.0038	9.0	0.31
	A 4 - A 5	1.43	0.00312	89.40	0.0894	0.572	312.38	0.0144	23.4	0.52
CANALETTA B	A 0 - A 1	0.27	0.00207	89.40	0.0894	0.572	564.40	0.0073	5.8	1.07
	A 1 - A 2	0.40	0.00305	89.40	0.0894	0.572	422.99	0.0055	9.9	0.46
	A 2 - A 3	0.53	0.00405	89.40	0.0894	0.572	341.92	0.0044	10.2	0.33
	A 3 - A 4	0.64	0.00493	89.40	0.0894	0.572	294.92	0.0038	9.0	0.31

Tabella 8-1.2 – Verifica della rete di drenaggio - ID: identificativo canaletta/condotta; W_c 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 della canaletta/condotta per assegnato tirante; G grado di riempimento della canaletta/condotta; V velocità di deflusso.