

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  
IN53 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE AL km 27+380  
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	N	5	3	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 	10/09/21	C.Pinti 	10/09/21	P. Luciani 	10/09/21	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RIIN530X001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIN530X0001	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.	PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO .....	11
7.1	DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI CALMA .....	11
7.1.1	Metodo delle sole piogge .....	11
7.1.2	Impianto di sollevamento .....	12
8.	CONCLUSIONI .....	15

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIN530X0001	A


## 1. PREMESSA

La presente relazione illustra la metodologia adottata e i risultati ottenuti per la progettazione del sistema di drenaggio del sottopasso pedonale "IN53 - PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO PEDONALE AL km 27+380", 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 interrata (caditoie e condotte);
- Capitolo 7 – progettazione dell'impianto di sollevamento;
- Capitolo 8 – conclusioni;

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). 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 EI2RIIN530X0001	A

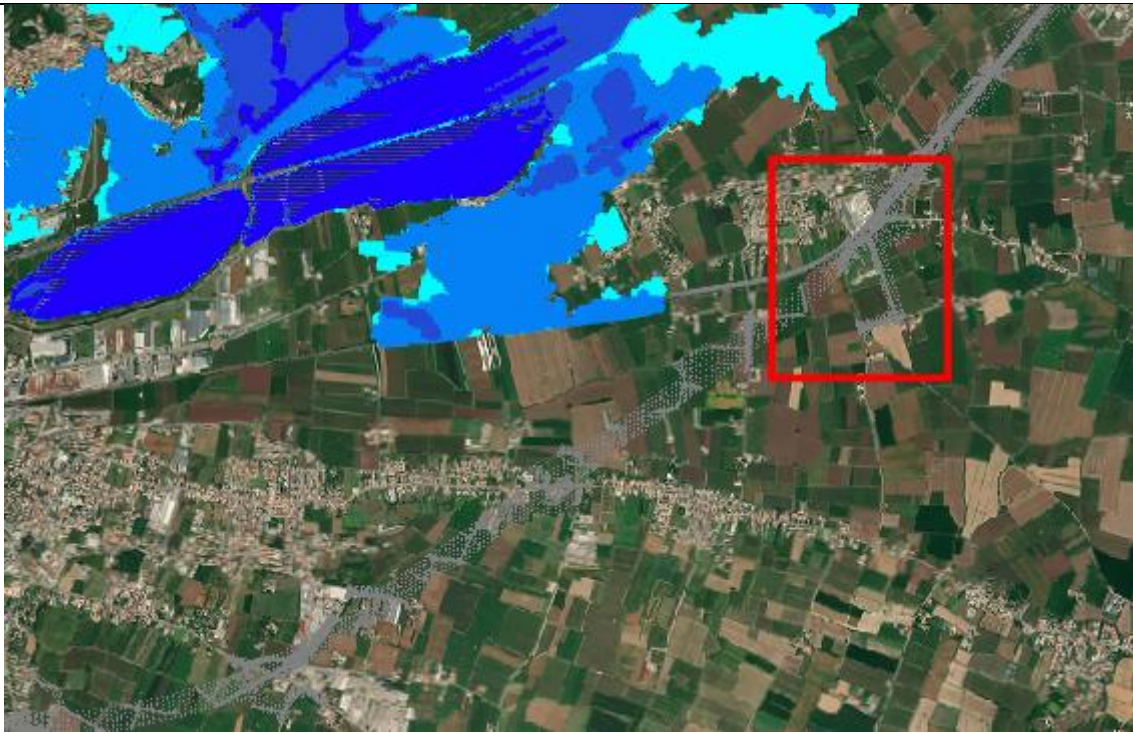



Figura 1: Stralcio planimetrico del P.G.R.A. e del sito di intervento (quadrato rosso).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIN530X0001	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 (IN0D02D11ISIN5300172C);
- Idraulica dei sistemi fognari. Dalla teoria alla pratica (Gisondi C., Hager W.H.).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RIIN530X0001	A

### 3. ELABORATI DI RIFERIMENTO

1. IN1712E12RIIN530X001A – Planimetria idraulica;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIN530X0001	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 <sup>n</sup>	n	a mm/h <sup>n</sup>	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 EI2RIIN530X0001	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 in esame è caratterizzato da:

1. Sottopasso - lo smaltimento dei volumi meteorici intercettati dalle rampe del sottopasso è realizzato a mezzo di un sistema costituito da caditoie grigliate in ghisa sferoidale (classe di resistenza A15 – 20x20 cm).

	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>B (mm)</th> <th>H (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RETT 20x20</td> <td>200</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO	B (mm)	H (mm)	RETT 20x20	200	200
TIPO	B (mm)	H (mm)					
RETT 20x20	200	200					
<p>Tabella 5-1 – Sistema d drenaggio. In alto a sinistra: canaletta grigliata prefabbricata in calcestruzzo; in alto a destra: tabella delle dimensioni della canaletta.</p>							

Le portate raccolte sono successivamente convogliate a mezzo di impianto di sollevamento al fosso della ferrovia di progetto.



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIN530X0001	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 vengono intercettati dalle canalette grigliate carrabili e quindi convogliati alla rete di collettori interrati.

Considerata la moderata estensione della rete di drenaggio e delle superfici caratterizzanti l'impluvio in esame, si è deciso di realizzare l'analisi della sola sezione idraulicamente più sollecitata (condotta afferente all'impianto di sollevamento).

### 6.1 PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

Il presente paragrafo illustra sinteticamente la procedura adottata per la verifica della rete di condotte caratterizzanti l'intervento in esame.

Considerata la modesta estensione della rete di drenaggio/impluvi, la determinazione della massima portata è ottenuta per applicazione della formula razionale nell'ipotesi di un tempo di corrivazione medio pari a 15 minuti.

$$Q = ad^{n-1}S\varphi$$

Con  $a$  ed  $n$  parametri sintetici delle Curve di Possibilità Pluviometrica,  $S$  superficie degli impluvi e  $\varphi$  coefficiente di afflusso. La tabella che segue riporta i risultati del calcolo.

	$a$ mm/h <sup>n</sup>	$n$	$S$ mq	$S$ ha	$d$ min	$d$ h	$I$ mm/h	$Q$ mc/s
S1	89.4	0.572	195	0.0195	15	0.25	161.8	0.009
S2	89.4	0.572	170	0.017	15	0.25	161.8	0.008

Tabella 6.1-1 – Determinazione della portata di progetto alla sezione di chiusura della rete di drenaggio. S1 – Bacino lato Nord; S2 – Bacino lato Sud;  $a$ ,  $n$ : parametri della CPP;  $S$ : superficie drenata;  $d$ : tempo di corrivazione;  $I$ : intensità di pioggia;  $Q$ : portata al colmo di piena.

La verifica del sistema di drenaggio è realizzata raffrontando la capacità della condotta al 50% di riempimento (Formula di Chezy) con la massima portata convogliata alla rete.

$$Q_c = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{i} A$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2RIIN530X0001	A

Con n coefficiente di scabrezza di Manning ( $n=0.011 \text{ s/m}^{1/3}$ ), R raggio idraulico, A area bagnata, i pendenza minima ( $i=0.10\%$ ). Come è possibile osservare dall'immagine che segue, al 50% di riempimento la capacità della canaletta al 50% del riempimento è pari a 11l/s (portata di progetto: 9/8 l/s). La verifica della rete di drenaggio è dunque soddisfatta.

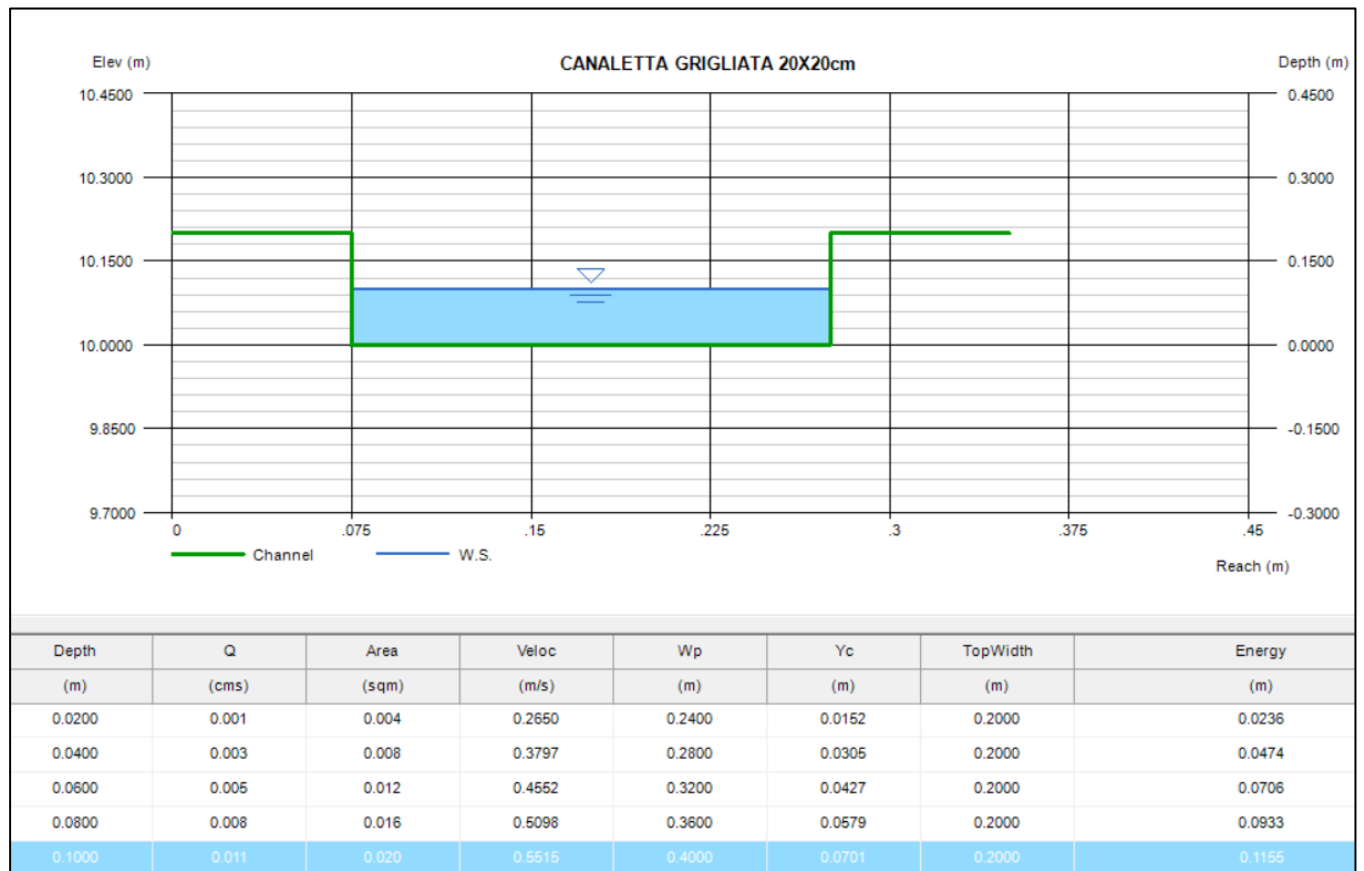


Tabella 6.1-2 – Tabella rappresentativa della scala di deflusso relativa alla canaletta 20x20cm,  $i=0.2\%$ .

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIN530X0001	A

## 7. PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Il presente capitolo ha come obiettivo la progettazione dei sistemi adottati per il rilancio al ricevitore idraulico finale delle portate intercettate dai presidi idraulici. Le verifiche dell'impianto di sollevamento sono condotte nell'ipotesi che la massima portata convogliabile in mandata risulti pari a 5l/s.

### 7.1 DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI CALMA

Il presente capitolo ha come obiettivo la progettazione della vasca di calma e dell'impianto di sollevamento adottato ai fini dello smaltimento dei volumi meteorici convogliati dal sistema di drenaggio. A tal fine le analisi sono state condotte mediante *Metodo delle Sole Piogge*, secondo le condizioni che seguono:

- L'evento di progetto è caratterizzato da un periodo di ritorno pari a 50 anni;
- Il tempo di corrivazione è fissato a 15minuti;
- La massima portata in efflusso è fissata pari a 15l/s;

I paragrafi che seguono espongono le metodologie di calcolo adottate per la determinazione del volume e per il dimensionamento dell'impianto di sollevamento.

#### 7.1.1 Metodo delle sole piogge

Il presente paragrafo illustra la procedura relativa al Metodo delle Sole Piogge per la determinazione del volume da invasare  $W_i$ . Per assegnato istante temporale  $\theta$ , il volume di accumulo è determinato dalla differenza tra volume entrante  $W_e$  e volume uscente  $W_u$ :

$$W_i = W_e - W_u$$

Il volume entrante  $W_e$  è determinato dall'afflusso meteorico  $h$  (altezza di precipitazione) su di una superficie  $S$ , caratterizzata da un coefficiente di deflusso  $\varphi$ , in un certo tempo di pioggia  $\theta$ :

$$W_e = \varphi S h(\theta) = \varphi S a \theta^n$$

mentre il volume uscente  $W_u$ , nell'ipotesi di portata uscente  $Q_u$  costante, è dato da:

$$W_u = Q_u \theta$$

Pertanto il volume da invasare nel caso di un evento meteorico di durata  $\theta$  risulta:

$$W_i = \varphi S a \theta^n - Q_u \theta$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIN530X0001	A

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo si ricavano la durata dell'evento critico  $\theta_w$  ed il volume massimo di laminazione  $W_{\max}$ .

$$\theta_w = \left( \frac{Q_u}{\varphi S a n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_{\max} = \varphi S a \left( \frac{Q_u}{\varphi S a n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \left( \frac{Q_u}{\varphi S a n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Dove  $a$  ed  $n$  sono i parametri delle Curve di Possibilità Pluviometrica. Il grafico che segue riporta il massimo valore accumulato all'interno della vasca di calma. Come è possibile osservare, il massimo volume accumulato è pari a  $4.0\text{m}^3$ , a fronte di una capacità della vasca di calma di  $6\text{m}^3$  ( $200 \times 200 \times 150\text{cm}$ ).

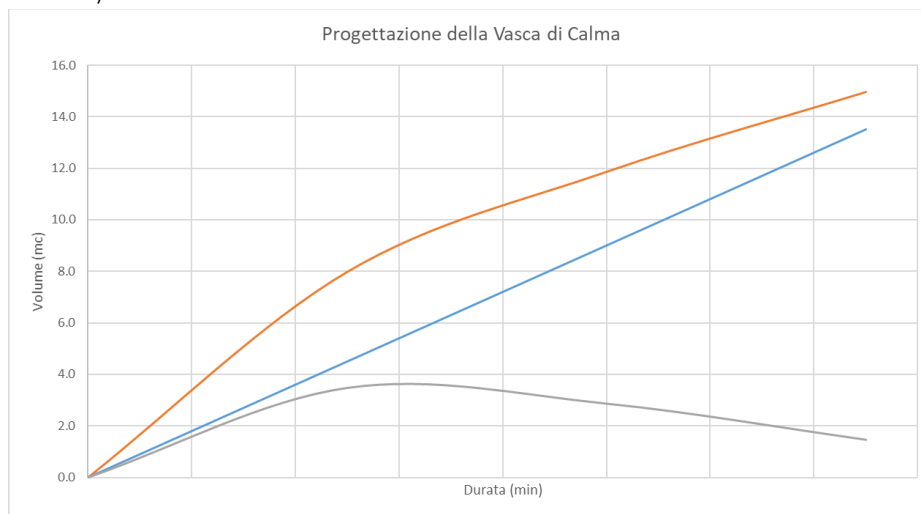



Figura 2: Verifica a mezzo di Metodo delle Sole Piogge – in arancio: volume entrante in vasca; in blu: volume uscente; in grigio: volume accumulato.

### 7.1.2 Impianto di sollevamento

Nel presente paragrafo si riportano le verifiche realizzate per l'impianto di sollevamento il cui dimensionamento è realizzato mediante calcolo del carico idraulico del sistema secondo la relazione:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RIIN530X0001</p>	<p>A</p>

$$H = H_g + jL + \frac{v^2}{2g} \sum k_i [m]$$

con

- J: perdita di carico per unità di lunghezza
- L: lunghezza della condotta [m]
- V: velocità nella condotta [m/s]
- Ki: coefficiente delle perdite localizzate
- g: accelerazione di gravità [m/s<sup>2</sup>]

Le perdite continue, correlate alla cadente piezometrica della condotta di mandata, possono essere calcolate mediante formula di Hazen-Williams:

$$jL = \frac{10.675Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.8704}} L$$

con

- Q: portata [m<sup>3</sup>/s];
- C: coefficiente di scabrezza, che dipende dal materiale della condotta di mandata, assunto pari a 100.
- D: diametro della condotta [m].

Le perdite localizzate dipendono invece dalla componente cinematica del flusso e dal parametro k rappresentativo della variazione locale plano-altimetrica della rete.



Tipo di manufatto	k
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	1.50
Gomito a 90°	0.75
Curva a 45°	0.20
Imbocco	0.50
Sbocco	1.00

La potenza nominale delle pompe sarà data dalla relazione:

$$W_U = \frac{\rho g Q H}{\mu}$$

con

- $\rho$ : densità dell'acqua [kg/m<sup>3</sup>]
- Q: portata sollevata [m<sup>3</sup>/s]
- H: prevalenza [m]
- $\mu$ : rendimento (60%)
- g: accelerazione di gravità [m/s<sup>2</sup>]



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIN530X0001	A

La tabella che segue riporta i parametri utilizzati per la verifica.

$\Delta H_g$ m	D mm	Q l/s	C	L m	K
10.37	100	15	100	10.0	2.75

Tabella 7-1 – Parametri per la determinazione della potenza dell'impianto di sollevamento.  $\Delta H_g$ : altezza geodetica; D: diametro della condotta di mandata; Q: portata della condotta di mandata; C: coefficiente di scabrezza; L: lunghezza della condotta di mandata; K: parametro perdite localizzate.

Alle condizioni indicate, l'impianto presenta una prevalenza totale pari a 10.37m e una potenza massima richiesta pari a 1.60 KW.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RIIN530X0001	A

## 8. CONCLUSIONI

La presente relazione illustra la metodologia adottata e i risultati ottenuti per la progettazione del sistema di drenaggio del sottopasso pedonale al KM 27+456.55 "IN 53 – Sottopasso", 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 risulta costituito da una rete di canalette grigliate. I volumi intercettati vengono convogliati all'interno di una vasca di calma (capacità 4 m<sup>3</sup>) e quindi sollevati al recapito finale (portata di mandata: 15/s; potenza: 1.60 KW).