

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  
INTERFERENZE IDRAULICHE ED OPERE IDRAULICHE  
TOMBINO SCATOLARE 2x2 AL KM 19+145,80  
GENERALE  
Relazione tecnica generale e idraulica**

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I	N	1	7	1	2	E	I	2
R	O	I	N	1	W	0	0	1
A	-	-	-	D	-	-	-	

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data

Progettazione:								
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	Rocca	10/2021	Guilarte	10/2021	Aiello	10/2021	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E9100000009	File: IN1712EI2ROIN1W00001A_01.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1W 0 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 10

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI .....	3
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
4	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....	4
5	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....	5
6	VERIFICHE IDRAULICHE.....	5
6.1	Portata di progetto .....	5
6.2	Scabrezze .....	6
6.3	Verifiche in moto uniforme .....	6
7	CONCLUSIONI.....	10

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1W 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 10

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per dare continuità allo scolo pubblico demaniale denominato “Drizzagno Dugalone” che interferisce alla pk 19+145 con la Linea AV-AC Torino – Venezia, Tratta VERONA – PADOVA, Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza, all’interno del comune di San Bonifacio (VR).

Il progetto per la realizzazione della linea ferroviaria, che nel tratto in questione risulta essere all’interno del tratto in rilevato RI35C, prevede il sotto-atteveramento della linea e del piazzale FA07 mediante un tombino costituito da uno scatolare 2x2, corredato da strutture di imbocco e sbocco e relative ricuciture al reticolo idrografico esistente.

Lo studio ha dimostrato la compatibilità idraulica dell’intervento.

## 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

La normativa idraulica di riferimento per la Pianura Padana è costituita dal Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI), adottato con delibera di Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001 ed approvato con DPCM del 24 maggio 2001, pubblicato sulla G.U. n 183 del 8/8/01 e successive varianti approvate.

Il PAI è sovraordinato a tutti gli altri strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti e costituisce la norma a cui attenersi per l’esecuzione di opere e infrastrutture che interferiscano con il reticolo idrografico.

Esso fornisce i valori delle portate di piena da assumere alla base delle verifiche idrauliche per alcune sezioni significative del reticolo idrografico padano; fornisce altresì le indicazioni per il calcolo delle portate di piena nelle sezioni non indagate sulla base delle curve di probabilità pluviometrica per assegnato periodo di ritorno elaborate per tutto il territorio di competenza.

Il PAI contiene inoltre i criteri a cui attenersi per il dimensionamento delle opere in funzione della tipologia e dei vincoli esistenti.

I criteri adottati nel dimensionamento idraulico delle opere tengono conto delle norme di attuazione del PAI.

Da un punto di vista generale le opere di attraversamento e le sistemazioni idrauliche sono limitate allo stretto necessario alla funzionalità dell’opera nel rispetto dell’attuale configurazione dei corsi d’acqua interferenti; si è verificato che gli interventi non comportassero in nessun caso restringimenti di alveo e non inducessero in generale effetti peggiorativi sul regime idraulico del corso d’acqua.

La verifica idraulica dei manufatti di progetto è stata condotta nel rispetto del deflusso della portata duecentennale, in accordo a quanto prescritto dal Manuale di Progettazione RFI (Parte II Sezione 3 Par. 3.7.2.1.4).

Per la definizione della portata di progetto si rimanda alla “Relazione idrologica e idraulica attraversamenti secondari”, elaborato IN1710E12RHID0000002.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1W 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 10

Essendo lo scolo in questione un corso d'acqua secondario (bacino inferiore a 10 km<sup>2</sup>), il criterio adottato è quello di un grado di riempimento inferiore a 0.7 per i manufatti di attraversamento non in pressione, in accordo con il Manuale di Progettazione RFI (Parte II Sezione 3 par. 3.7.2.2.2).

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rif. [1]	IN1710EI2RHID0000002	RELAZ. IDROLOGICA E IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI SECONDARI
Rif. [2]	IN1712EI2RIRI35C4001	RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE RI35C
Rif. [3]	IN1712EI2RIRI35D4001	RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE RI35D
Rif. [4]	IN1712EI2P8RI35C4002	PLANIMETRIA IDRAULICA
Rif. [5]	IN1710EI2RBGE0000002	RELAZIONE GEOTECNICA (DA 10+050 A 21+990)
Rif. [6]	IN1710EI2LZGE0000014	PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 3 DI 11
Rif. [7]	IN1710EI2LZGE0000015	PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 4 DI 11

### 4 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il territorio su cui si snoda il tracciato della linea ferroviaria AC Milano-Verona è interessato da una fitta rete idrografica costituita da fiumi, torrenti, canali di bonifica, canali di irrigazione, fossi di scolo, canalette prefabbricate in cls. (pensili o appoggiate sul terreno).

Lo scolo "Drizzagno Dugalone", che interseca la linea di progetto al km 19+145, è un fosso pubblico demaniale che presenta un profilo incassato con larghezza al fondo pari a 1.50m, sponde con pendenza 1/1 di lunghezza 1.60m e una bocca di 3.00m.



Lo scolo ha una funzione di bonifica a servizio di un'area di circa 20 ha. La portata di progetto è di 2.97 m<sup>3</sup>/s.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato IN1710EI2RHID0000002 "Relazione idrologica e idraulica attraversamenti secondari".

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1W 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 10

## 5 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un tombino scatolare 2x2 per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria AV/AC.

L'opera, con tracciato perpendicolare all'asse ferroviario, è ubicata in corrispondenza della pk 19+145.80.

L'opera, che permette di sottopassare la linea AV/AC, il relativo stradello di servizio carrabile lato B.D. ed il piazzale FA07 ha dimensioni nette interne 2.00 x 2.00 m e sviluppo totale pari a 57.44 m.

Le strutture del tombino sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono costituite da 3 conci di scatolare di dimensioni interne 2x2m, separati da giunti di dilatazione di spessore 2cm nei quali viene posizionato un profilo water-stop e vengono impermeabilizzate mediante guaine bituminose. Allo sbocco a nord viene realizzato un timpano per il contenimento delle scarpate dell'incoltezza. L'imbocco a sud avviene nel muro di sostegno del piazzale FA07 attraverso un'apposita sagomatura per consentire il passaggio del tombino.

Sul timpano di imbocco lato nord, in corrispondenza della pista di servizio vengono installate delle barriere H2 bordo ponte.

La pendenza longitudinale del tombino, pari allo 0.20%, viene realizzata tramite un massetto di altezza variabile, mentre la quota intradosso delle strutture rimane invariata e costante.

A monte e a valle del manufatto sono previsti due tratti di canale a sezione trapezia rivestita in materassi tipo Reno che collegano il tombino a sud con la tubazione esistente sotto la strada e a nord con il fosso esistente.

Per quanto riguarda il livello di falda, in base al documento Rif. [5], risulta in prossimità del piano campagna. Prima dell'esecuzione degli scavi, in considerazione della quota di falda prossima al piano campagna, si prevede l'esecuzione di un pozzetto di indagine al fine di valutare la necessità di installazione di elementi atti a garantire l'esecuzione dello scavo in sicurezza (pozzi di emungimento o pompe).

## 6 VERIFICHE IDRAULICHE

### 6.1 Portata di progetto

In accordo con il manuale di progettazione RFI, le verifiche idrauliche sono state condotte in relazione alla portata duecentennale, pari a 2.97 m<sup>3</sup>/s. Per la stima di tale portata si faccia riferimento all'elaborato IN1710EI2RHID0000002 "Relazione idrologica e idraulica degli attraversamenti secondari".

Nel tombino in oggetto scaricano le tubazioni uscenti dai manufatti di regolazione delle portate del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma lato B.D. del tratto di rilevato ferroviario RI35C compreso tra il tombino IN43 e il tombino IN1W e delle acque di piattaforma lato B.D. del tratto di rilevato ferroviario RI35D compreso tra il tombino IN1W e la progressiva km 19+300.

La portata scaricata complessiva risulta pari a 0.0022 m<sup>3</sup>/s, che corrisponde ad un incremento della portata di progetto dello 0.07%; si ritiene pertanto trascurabile ai fini della verifica idraulica del sistema di attraversamento oggetto della presente relazione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1W 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 10

## 6.2 Scabrezze

Non avendo operato uno studio specifico riguardante la granulometria e le condizioni morfologiche dell'alveo, per quanto riguarda la definizione del coefficiente di scabrezza da utilizzare per le verifiche, sono stati presi a riferimento gli standard Italferr.

Per il tratto di alveo esaminato è stato quindi considerato un coefficiente di Strickler  $K_s$  pari a:

- $67 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  per i canali in calcestruzzo
- $40 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  per gli alvei in terra
- $50 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  per la sistemazione in materassi reno.

## 6.3 Verifiche in moto uniforme

L'analisi idraulica viene eseguita mediante valutazione del deflusso della corrente a pelo libero in condizioni di moto uniforme.

Viene utilizzata la formula di Chézy:

$$Q = A \left[ \left( \frac{1}{n} \right) R^{1/6} \right] \sqrt{R * J}$$

dove:

- $Q$ =portata [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]
- $A$ =area liquida [ $\text{m}^2$ ]
- $n$ =coefficiente di scabrezza di Manning [ $\text{m}^{-1/3}\text{s}$ ] =  $1/K_s$
- $R$ =raggio idraulico [ $\text{m}$ ]
- $J$ =pendenza longitudinale [ $\text{m}/\text{m}$ ]

I tratti tombati si ritengono verificati con riempimento inferiore al 70%, come indicato nel manuale di progettazione RFI Parte II Sezione 3 par. 3.7.2.2.2.

La verifica delle opere di progetto comprende il manufatto di attraversamento di progetto della linea AV/AC ed il tratto di canale a monte e a valle dello stesso per la ricucitura al reticolo esistente.

Si riportano di seguito le caratteristiche delle opere, le relative scale delle portate in forma di grafico e i valori di dimensionamento per gli elementi di progetto.

### **ATTRAVERSAMENTO DI PROGETTO DELLA LINEA AV/AC E DEL PIAZZALE FA07**

L'altezza utile massima viene assunta pari all'altezza della struttura, pari a 2 m, meno lo spessore del massetto di pendenza, pari a 0.2 m all'interno dello scatolare sotto la linea.

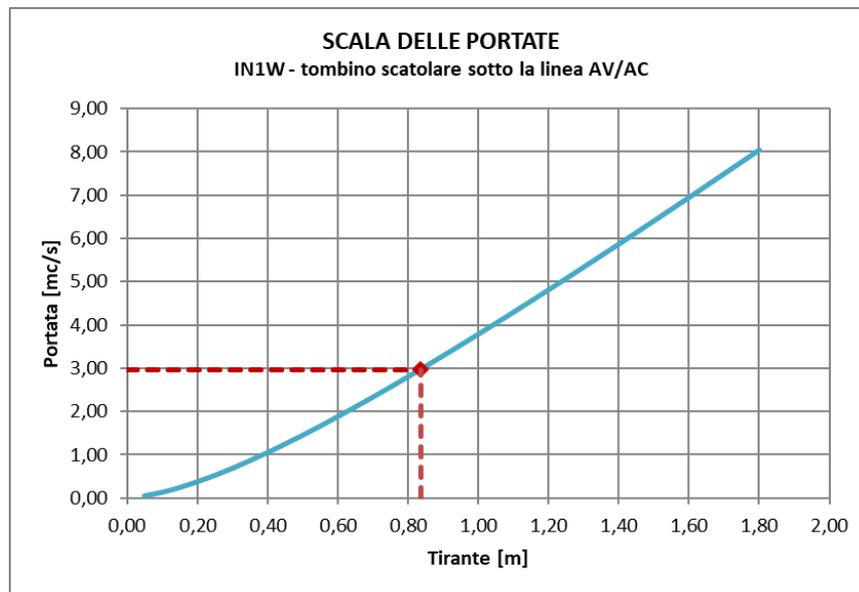
<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1W 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 10

Le caratteristiche geometriche, la portata di progetto ed il calcolo del livello idrico a moto uniforme sono riassunte nella tabella seguente.

B=	<b>2,00</b>	(m)
H=	<b>1,80</b>	(m)
K=	67	(m <sup>1/3</sup> /s)
i=	<b>0,002</b>	(m/m)
Q <sub>max</sub> =	<b>2,97</b>	(m <sup>3</sup> /s)
h=	<b>0,84</b>	(m)
A=	1,67	(m <sup>2</sup> )
P=	3,67	(m)
R=	0,456	(m)
v=	1,774	(m/s)
Q=	<b>2,97</b>	(m <sup>3</sup> /s)
h/H=	46,5%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 46.5%.

Di seguito si riporta la scala delle portate, in formato grafico e tabellare.



Altezza pelo libero	Area liquida	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Velocità	Portata	Grado di riempimento
h	A	P	R	v	Q	h/H
(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m/m)
0,05	0,10	2,10	0,048	0,394	0,0394	2,8%
0,10	0,20	2,20	0,091	0,606	0,1212	5,6%
0,15	0,30	2,30	0,130	0,771	0,2312	8,3%
0,20	0,40	2,40	0,167	0,907	0,3630	11,1%
0,25	0,50	2,50	0,200	1,025	0,5124	13,9%
0,30	0,60	2,60	0,231	1,127	0,6764	16,7%
0,35	0,70	2,70	0,259	1,218	0,8528	19,4%
0,40	0,80	2,80	0,286	1,300	1,0398	22,2%
0,45	0,90	2,90	0,310	1,373	1,2361	25,0%
0,50	1,00	3,00	0,333	1,440	1,4405	27,8%
0,55	1,10	3,10	0,355	1,502	1,6520	30,6%
0,60	1,20	3,20	0,375	1,558	1,8698	33,3%
0,65	1,30	3,30	0,394	1,610	2,0932	36,1%
0,70	1,40	3,40	0,412	1,658	2,3218	38,9%
0,75	1,50	3,50	0,429	1,703	2,5548	41,7%
0,80	1,60	3,60	0,444	1,745	2,7920	44,4%
0,85	1,70	3,70	0,459	1,784	3,0330	47,2%
0,90	1,80	3,80	0,474	1,821	3,2773	50,0%
0,95	1,90	3,90	0,487	1,855	3,5248	52,8%
1,00	2,00	4,00	0,500	1,888	3,7751	55,6%
1,05	2,10	4,10	0,512	1,918	4,0281	58,3%
1,10	2,20	4,20	0,524	1,947	4,2835	61,1%
1,15	2,30	4,30	0,535	1,974	4,5411	63,9%
1,20	2,40	4,40	0,545	2,000	4,8007	66,7%
1,25	2,50	4,50	0,556	2,025	5,0623	69,4%
1,30	2,60	4,60	0,565	2,048	5,3257	72,2%
1,35	2,70	4,70	0,574	2,071	5,5907	75,0%
1,40	2,80	4,80	0,583	2,092	5,8572	77,8%
1,45	2,90	4,90	0,592	2,112	6,1252	80,6%
1,50	3,00	5,00	0,600	2,132	6,3946	83,3%
1,55	3,10	5,10	0,608	2,150	6,6652	86,1%
1,60	3,20	5,20	0,615	2,168	6,9370	88,9%
1,65	3,30	5,30	0,623	2,185	7,2099	91,7%
1,70	3,40	5,40	0,630	2,201	7,4839	94,4%
1,75	3,50	5,50	0,636	2,217	7,7588	97,2%
1,80	3,60	5,60	0,643	2,232	8,0347	100,0%

### **CANALE TRAPEZIO DI MONTE/VALLE – SEZIONE RIVESTITA CON MATERASSI TIPO RENO**

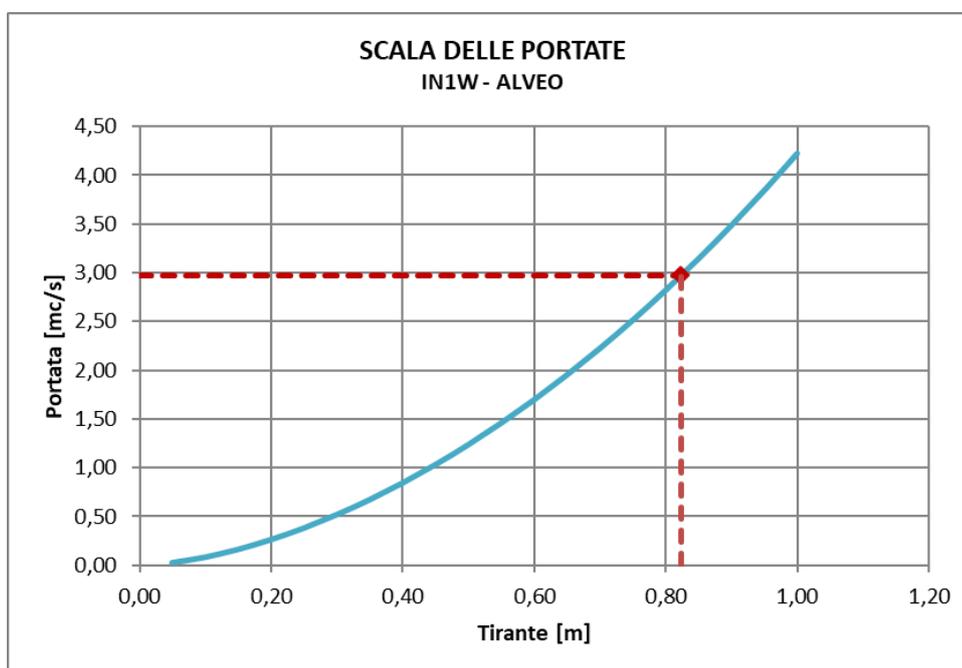
Si tratta di un canale a sezione trapezia con larghezza al fondo pari a 2 m, sponde con pendenza 1/1 di altezza minima pari a 1.00 m, larghezza in sommità pari a 4.00 m, rivestito con materassi tipo Reno. Collega il fosso esistente con il tombino di progetto. La pendenza del fondo è dello 0.15%.

Le caratteristiche geometriche, la portata di progetto ed il calcolo del livello idrico a moto uniforme sono riassunte nella tabella seguente.

Bmin=	<b>2,00</b>	(m)
H=	<b>1,00</b>	(m)
Bmax=	4,00	(m)
K=	<b>50</b>	(m <sup>1/3</sup> /s)
i=	<b>0,0015</b>	(m/m)
Qmax=	<b>2,97</b>	(m <sup>3</sup> /s)
h=	<b>0,82</b>	(m)
Bmax=	3,65	(m)
A=	2,32	(m <sup>2</sup> )
P=	4,33	(m)
R=	0,537	(m)
v=	1,279	(m/s)
Q=	<b>2,97</b>	(m <sup>3</sup> /s)
h/H=	82,3%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari all'82.3%.

Di seguito si riporta la scala delle portate, in formato grafico e tabellare.



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1W 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 10

Altezza pelo libero	Larghezza pelo libero	Area liquida	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Velocità	Portata	Grado di riempimento
h	B	A	P	R	v	Q	h/H
(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m/m)
0,05	2,10	0,10	2,14	0,048	0,255	0,0262	5,0%
0,10	2,20	0,21	2,28	0,092	0,395	0,0829	10,0%
0,15	2,30	0,32	2,42	0,133	0,505	0,1627	15,0%
0,20	2,40	0,44	2,57	0,171	0,598	0,2630	20,0%
0,25	2,50	0,56	2,71	0,208	0,679	0,3821	25,0%
0,30	2,60	0,69	2,85	0,242	0,752	0,5192	30,0%
0,35	2,70	0,82	2,99	0,275	0,819	0,6737	35,0%
0,40	2,80	0,96	3,13	0,307	0,880	0,8452	40,0%
0,45	2,90	1,10	3,27	0,337	0,938	1,0336	45,0%
0,50	3,00	1,25	3,41	0,366	0,991	1,2388	50,0%
0,55	3,10	1,40	3,56	0,394	1,042	1,4607	55,0%
0,60	3,20	1,56	3,70	0,422	1,089	1,6995	60,0%
0,65	3,30	1,72	3,84	0,449	1,135	1,9551	65,0%
0,70	3,40	1,89	3,98	0,475	1,179	2,2278	70,0%
0,75	3,50	2,06	4,12	0,500	1,221	2,5176	75,0%
0,80	3,60	2,24	4,26	0,525	1,261	2,8247	80,0%
0,85	3,70	2,42	4,40	0,550	1,300	3,1493	85,0%
0,90	3,80	2,61	4,55	0,574	1,338	3,4916	90,0%
0,95	3,90	2,80	4,69	0,598	1,374	3,8518	95,0%
1,00	4,00	3,00	4,83	0,621	1,410	4,2301	100,0%

## 7 CONCLUSIONI

L'intervento di sistemazione del fosso di scolo in oggetto risulta "idraulicamente compatibile".

I tiranti che si instaurano all'interno del tombino e nel canale di monte e di valle risultano compatibili con la geometria delle inalveazioni di progetto e i gradi di riempimento massimi sono rispettati. Le velocità che si instaurano risultano essere compatibili con in materiali previsti.