

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 4x2 AL KM 17+276,00
 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	3	7	0	0	1
A	-	-	-	D	-	-	-	-

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data

Progettazione:								
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA Il Responsabile (Prof. Ing. Vito M...) ALBO PROVINCIALE INGEGNERI VERONA Iscrizione N° 1552 Data: Ottobre 2021
A	EMISSIONE	Rocca	10/2021	Guilarte	10/2021	Aiello	10/2021	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2ROIN3700001A_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 37 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.....	6
6.1	Portata di progetto	6
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 37 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 10

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per dare continuità allo scolo pubblico non demaniale che interferisce alla pk 17+266 con la Linea AV-AC Torino – Venezia, Tratta VERONA – PADOVA, Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza, all'interno del comune di Belfiore (VR).

Il progetto per la realizzazione della linea ferroviaria, che nel tratto in questione risulta essere all'interno del tratto in rilevato RI31, prevede il sotto-attraversamento della linea mediante un tombino costituito da uno scatolare 4x2, 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.

Essendo lo scolo in questione un corso d'acqua secondario (bacino inferiore a 10 km²), 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).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 37 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 10

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rif. [1]	IN1710EI2RHID0000002	RELAZ. IDROLOGICA E IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI SECONDARI
Rif. [2]	IN1712EI2RIRI3104001	RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE
Rif. [3]	IN1712EI2P8RI3104001	PLANIMETRIA IDRAULICA
Rif. [4]	IN1710EI2RBGE0000002	RELAZIONE GEOTECNICA (DA 10+050 A 21+990)
Rif. [5]	IN1710EI2LZGE0000014	PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 3 DI 11
Rif. [6]	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).

Alla pk 17+266 il rilevato di progetto interferisce con una derivazione dello scolo pubblico non demaniale denominato "Scolo Ceresolo", che scorre a nord del tracciato di progetto parallelamente alla strada Porcilana esistente, affiancato al canale Maestro. La diramazione si stacca dallo Scolo Ceresolo e scorre in direzione sud passando sotto la strada Porcilana esistente.



Lo scolo ha una funzione irrigua, ha una lunghezza di 331 m con una pendenza media dell'asta dello 0.08%; la portata di progetto è di 11,40 m³/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 37 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 4x2 per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria e con la viabilità IN35, il cui tracciato si sviluppa parallelamente a quello della linea AV/AC a sud della stessa.

L'opera, con tracciato perpendicolare alla linea, è ubicata in corrispondenza della pk 17+276.

A nord e a sud del tombino vengono realizzate le inalveazioni e le deviazioni necessarie per ricucire il reticolo esistente.

L'opera, che permette di sottopassare la linea AV/AC, il relativo stradello di servizio carrabile lato B.D., la viabilità IN35 e la strada vicinale adiacente a quest'ultima, ha dimensioni nette interne 4.00 x 2.00 m e sviluppo totale pari a 78.20 m.

Le strutture del tombino sono realizzate in c.a. gettato in opera, e a partire dall'imbocco lato nord prevedono:

- uno scatolare di lunghezza 4.30m e dim. interne 4x2m sotto lo stradello di servizio carrabile lato B.D., con relativo timpano per il contenimento delle scarpate dell'inalveazione
- un concio di muro a U di lunghezza 4 m intercluso tra stradello di servizio e rilevato AV/AC di altezza costante pari a 2.80m
- uno scatolare di lunghezza 13.70m e dim. interne 4x2m sotto il rilevato AV/AC, con spessore di ricoprimento pari a 1.10m rispetto al P.F.
- un tratto di muro a U di lunghezza 17.65m intercluso tra il rilevato e la viabilità IN35 di altezza variabile da 2.80m a 2.30m per i primi 105 cm e poi di altezza costante pari a 2.30m
- uno scatolare dim. interne 4x2m sotto il rilevato della viabilità IN35, con spessore di ricoprimento pari a 0.77m rispetto alla Q.P.
- un concio di muro a U di lunghezza 6.80 m intercluso tra il rilevato della viabilità IN35 e il rilevato della strada vicinale di altezza costante pari a 2.30m
- uno scatolare dim. interne 4x2m sotto il rilevato della strada vicinale
- un concio di muro a U di altezza variabile da 2.50m a 2.30m con relativo timpano per il contenimento delle scarpate dell'inalveazione.

Le strutture sono separate da giunti di dilatazione di spessore 2cm nei quali viene posizionato un profilo water-stop, e vengono impermeabilizzate mediante guaine bituminose.

Sulla sommità dei muri e sui cordoli dello scatolare AV/AC vengono installati dei parapetti metallici tritubo, mentre sui cordoli dello scatolare sotto la pista di servizio e relativo timpano, nonché sui cordoli degli scatoari sotto la viabilità IN35 e sotto la strada vicinale 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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 37 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 10

A monte e a valle dei manufatti è previsto un canale di progetto a sezione trapezia rivestito in materassi tipo Reno, che ha la funzione di deviazione dello scolo. I tratti rivestiti sono raccordati al fosso esistente con una sezione in terra.

Per quanto riguarda il livello di falda, in base al documento Rif. [4], 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 11.40 m³/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 del secondo tratto del rilevato ferroviario RI30.

La portata scaricata complessiva risulta pari a 0.0031 m³/s, che corrisponde ad un incremento della portata di progetto dello 0.03%; si ritiene pertanto trascurabile ai fini della verifica idraulica del sistema di attraversamento oggetto della presente relazione.

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 m^{1/3}s⁻¹ per i canali in calcestruzzo
- 40 m^{1/3}s⁻¹ per gli alvei in terra
- 50 m^{1/3}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:

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 37 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 10

dove:

- Q =portata [m^3/s]
- A =area liquida [m^2]
- n =coefficiente di scabrezza di Manning [$m^{-1/3}s$] = $1/K_s$
- R =raggio idraulico [m]
- J =pendenza longitudinale [m/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 DELLA VIABILITÀ IN35

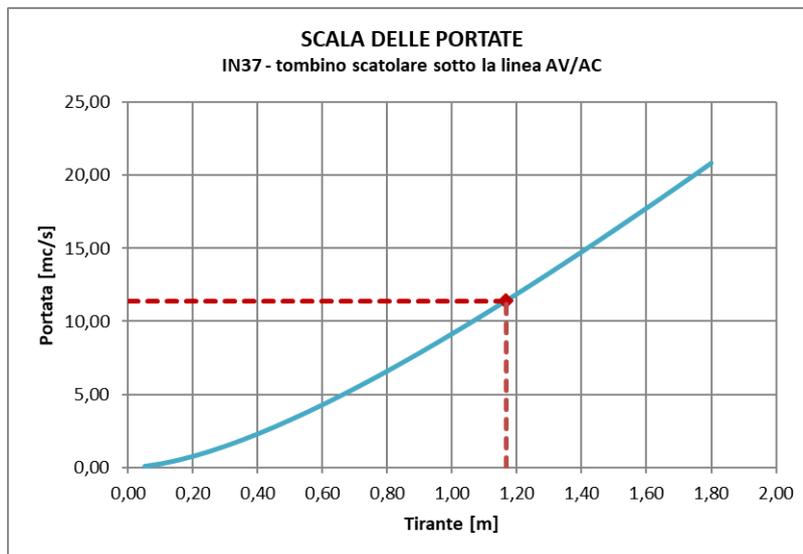
L'altezza utile massima viene assunta pari all'altezza della struttura, pari a 2 m, meno lo spessore del massetto di pendenza, pari a 0.2 m all'interno dello scatolare sotto la linea.

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

B=	4,00	(m)
H=	1,80	(m)
K=	67	($m^{1/3}/s$)
i=	0,002	(m/m)
Qmax=	11,4	(m^3/s)
h=	1,17	(m)
A=	4,66	(m^2)
P=	6,33	(m)
R=	0,737	(m)
v=	2,444	(m/s)
Q=	11,40	(m^3/s)
h/H=	64,8%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 64.8%.

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 ²)	(m)	(m)	(m/s)	(m ³ /s)	(m/m)
0,05	0,20	4,10	0,049	0,400	0,0800	2,8%
0,10	0,40	4,20	0,095	0,625	0,2500	5,6%
0,15	0,60	4,30	0,140	0,806	0,4836	8,3%
0,20	0,80	4,40	0,182	0,962	0,7693	11,1%
0,25	1,00	4,50	0,222	1,099	1,0993	13,9%
0,30	1,20	4,60	0,261	1,223	1,4680	16,7%
0,35	1,40	4,70	0,298	1,336	1,8710	19,4%
0,40	1,60	4,80	0,333	1,440	2,3048	22,2%
0,45	1,80	4,90	0,367	1,537	2,7664	25,0%
0,50	2,00	5,00	0,400	1,627	3,2533	27,8%
0,55	2,20	5,10	0,431	1,711	3,7634	30,6%
0,60	2,40	5,20	0,462	1,789	4,2948	33,3%
0,65	2,60	5,30	0,491	1,864	4,8458	36,1%
0,70	2,80	5,40	0,519	1,934	5,4149	38,9%
0,75	3,00	5,50	0,545	2,000	6,0009	41,7%
0,80	3,20	5,60	0,571	2,063	6,6026	44,4%
0,85	3,40	5,70	0,596	2,123	7,2189	47,2%
0,90	3,60	5,80	0,621	2,180	7,8489	50,0%
0,95	3,80	5,90	0,644	2,235	8,4917	52,8%
1,00	4,00	6,00	0,667	2,287	9,1465	55,6%
1,05	4,20	6,10	0,689	2,336	9,8126	58,3%
1,10	4,40	6,20	0,710	2,384	10,4894	61,1%
1,15	4,60	6,30	0,730	2,430	11,1762	63,9%
1,20	4,80	6,40	0,750	2,473	11,8724	66,7%
1,25	5,00	6,50	0,769	2,516	12,5776	69,4%
1,30	5,20	6,60	0,788	2,556	13,2913	72,2%
1,35	5,40	6,70	0,806	2,595	14,0129	75,0%
1,40	5,60	6,80	0,824	2,633	14,7423	77,8%
1,45	5,80	6,90	0,841	2,669	15,4788	80,6%
1,50	6,00	7,00	0,857	2,704	16,2222	83,3%
1,55	6,20	7,10	0,873	2,737	16,9722	86,1%
1,60	6,40	7,20	0,889	2,770	17,7283	88,9%
1,65	6,60	7,30	0,904	2,802	18,4905	91,7%
1,70	6,80	7,40	0,919	2,832	19,2583	94,4%
1,75	7,00	7,50	0,933	2,862	20,0314	97,2%
1,80	7,20	7,60	0,947	2,890	20,8098	100,0%

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 37 0 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 10

Lo scatolare sotto la viabilità ha le medesime caratteristiche di quello sotto la linea AV/AC pertanto non si ritiene necessario riportare la verifica.

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

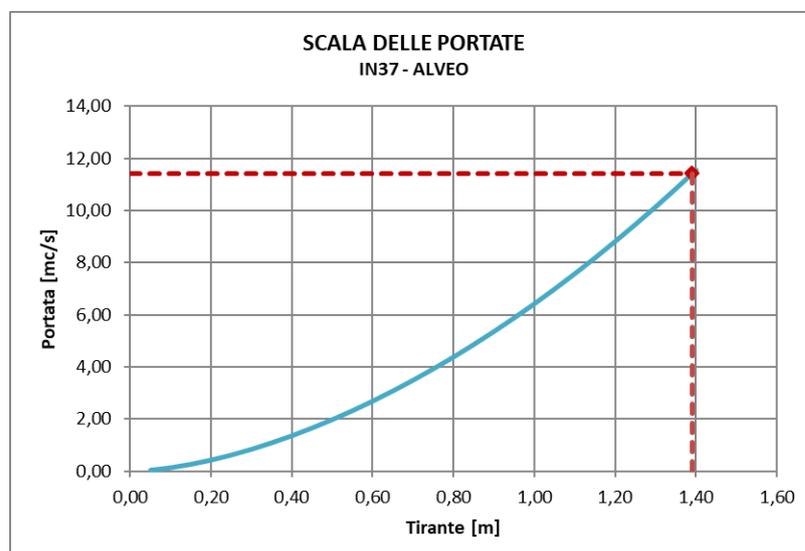
Si tratta di un canale a sezione trapezia con larghezza al fondo pari a 4 m, sponde con pendenza 1/1 di altezza minima pari a 1.40 m, larghezza in sommità pari a 6.80 m, rivestito con materassi tipo Reno. Collega il fosso esistente con il tombino di progetto. La pendenza del fondo è dello 0.1%.

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

Bmin=	4,00	(m)
H=	1,40	(m)
Bmax=	6,80	(m)
K=	50	(m ^{1/3} /s)
i=	0,001	(m/m)
Qmax=	11,4	(m ³ /s)
h=	1,39	(m)
Bmax=	6,78	(m)
A=	7,49	(m ²)
P=	7,93	(m)
R=	0,944	(m)
v=	1,522	(m/s)
Q=	11,40	(m ³ /s)
h/H=	99,3%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 99.3%.

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



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 37 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 ²)	(m)	(m)	(m/s)	(m ³ /s)	(m/m)
0,05	4,10	0,20	4,14	0,049	0,211	0,0428	3,6%
0,10	4,20	0,41	4,28	0,096	0,331	0,1357	7,1%
0,15	4,30	0,62	4,42	0,141	0,428	0,2663	10,7%
0,20	4,40	0,84	4,57	0,184	0,511	0,4296	14,3%
0,25	4,50	1,06	4,71	0,226	0,586	0,6228	17,9%
0,30	4,60	1,29	4,85	0,266	0,654	0,8437	21,4%
0,35	4,70	1,52	4,99	0,305	0,717	1,0910	25,0%
0,40	4,80	1,76	5,13	0,343	0,775	1,3635	28,6%
0,45	4,90	2,00	5,27	0,380	0,829	1,6605	32,1%
0,50	5,00	2,25	5,41	0,416	0,881	1,9811	35,7%
0,55	5,10	2,50	5,56	0,450	0,929	2,3251	39,3%
0,60	5,20	2,76	5,70	0,484	0,975	2,6919	42,9%
0,65	5,30	3,02	5,84	0,518	1,019	3,0812	46,4%
0,70	5,40	3,29	5,98	0,550	1,062	3,4927	50,0%
0,75	5,50	3,56	6,12	0,582	1,102	3,9264	53,6%
0,80	5,60	3,84	6,26	0,613	1,141	4,3821	57,1%
0,85	5,70	4,12	6,40	0,644	1,179	4,8596	60,7%
0,90	5,80	4,41	6,55	0,674	1,215	5,3588	64,3%
0,95	5,90	4,70	6,69	0,703	1,250	5,8798	67,9%
1,00	6,00	5,00	6,83	0,732	1,285	6,4225	71,4%
1,05	6,10	5,30	6,97	0,761	1,318	6,9870	75,0%
1,10	6,20	5,61	7,11	0,789	1,350	7,5732	78,6%
1,15	6,30	5,92	7,25	0,817	1,381	8,1811	82,1%
1,20	6,40	6,24	7,39	0,844	1,412	8,8109	85,7%
1,25	6,50	6,56	7,54	0,871	1,442	9,4626	89,3%
1,30	6,60	6,89	7,68	0,897	1,471	10,1362	92,9%
1,35	6,70	7,22	7,82	0,924	1,500	10,8319	96,4%
1,40	6,80	7,56	7,96	0,950	1,528	11,5497	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.