

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

SIFONE SCATOLARE 3x2 AL KM 0+246,17 VIABILITÀ ACCESSO PIAZZALE FA06

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	7	9	0	0	0	0	1	A	-	-	-	D	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data Ottobre 2021

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: J41E91000000009	File: IN1712EI2ROIN3300001A_01.DOCX
		Cod. origine:



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 79 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	Calcolo delle perdite di carico nel sifone	6
6.4	Verifiche in moto uniforme	7
7	FASI ESECUTIVE	10
8	CONCLUSIONI.....	10

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 79 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 10

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per dare continuità al canale di irrigazione denominato Canale Maestro che interferisce alla pk 0+246.17 con la viabilità di accesso al piazzale FA06 in progetto sulla Linea AV-AC Torino – Venezia, Tratta VERONA – PADOVA, Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza, all'interno del comune di Belfiore (VR).

Il progetto prevede il sotto-atteveramento della viabilità mediante un sifone costituito da uno scatolare 3x2, corredato da pozzetti di imbocco e sbocco.

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.

Trattandosi di un canale con funzione prettamente irrigua la verifica dei manufatti di progetto è stata condotta utilizzando la portata di esercizio fornita dal Consorzio Alta Pianura Veneta.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla "Relazione idrologica e idraulica attraversamenti secondari", elaborato IN1710EI2RHID0000002.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 79 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 10

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rif. [1]	IN1710EI2RHID0000002	RELAZ. IDROLOGICA E IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI SECONDARI
Rif. [2]	IN1710EI2RBGE0000002	RELAZIONE GEOTECNICA (DA 10+050 A 21+990)
Rif. [3]	IN1710EI2LZGE0000015	PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 4 DI 11
Rif. [4]	IN1710EI2LZGE0000016	PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 5 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).

Nella zona oggetto di studio è presente un canale di irrigazione gestito dal Consorzio Alta Pianura Veneta, denominato Canale Maestro, che scorre in direzione Sud-Est intercettando l'asse della viabilità di accesso al piazzale FA06.

Il canale in questione, realizzato negli anni '20, ha una funzione prettamente irrigua a servizio di un'area agricola di circa 3000 ettari compresa tra il Comune di Zevio, dove attinge acqua dall'Antanello, e i comuni di Caldiero, Belfiore e S. Bonifacio, distribuendo l'acqua su canalette aperte in calcestruzzo, collettori naturali principali e secondari per una estensione complessiva di circa 11.5km. Presenta una sezione rettangolare aperta, poggiate su piloni in c.a. ad una altezza di 2.50m circa dal piano campagna, di larghezza 3.20m e altezza 0.85m. La portata è di 2.60 m³/s.



Vista del Canale Maestro in corrispondenza dell'intervento IN79

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 79 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 10



Vista dall'alto del Canale Maestro e di una diramazione

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

5 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un sifone scatolare 3x2 per la risoluzione dell'interferenza con la viabilità di progetto. L'opera, con tracciato all'incirca perpendicolare alla viabilità, è ubicata in corrispondenza della pk 0+246.17.

I pozzetti di imbocco e sbocco presentano una sezione interna in pianta da 4.50x4.50m con altezza interna 2.90m. Entrambi i pozzetti sono coperti da un grigliato metallico zincato a pannelli mobili e sono dotati di una botola apribile per l'ispezione.

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.

Sui pozzetti vengono installati dei parapetti metallici tritubo, mentre sui cordoli dello scatolare vengono installate delle barriere H2 bordo ponte.

All'interno della struttura viene realizzato un massetto di altezza variabile per dare una leggera pendenza, mentre la quota di 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 79 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 10

Per quanto riguarda il livello di falda, in base al documento Rif. [2], 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

La portata di progetto fornita dal Consorzio è di 2.60 m³/s.

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 Calcolo delle perdite di carico nel sifone

La verifica del sifone si effettua calcolando le perdite di carico (distribuite e localizzate) e verificando che il sovrizzo causato da tali perdite nella sezione di monte rimanga contenuto nelle sponde.

La perdita di carico complessiva nella botte a sifone è la somma di varie perdite: continue, d'imbocco, di sbocco, per curve. In particolare è data da:

$$\Delta h = k_i \frac{v^2}{2g} + nk_c \frac{v^2}{2g} + \frac{2gL}{K_s^2 R_h^{4/3}} \cdot \frac{v^2}{2g} + k_s \frac{v^2}{2g}$$

dove:

- v è la velocità nel sifone;
- k_i è il coefficiente di perdita all'imbocco (=0,5);
- k_c è il coefficiente di perdita in curva (=0,5);
- k_s è il coefficiente di perdita allo sbocco (=1,0);
- K_s è il coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler;
- L è la lunghezza della canna;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 79 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 10

- R_h è il raggio idraulico;
- n è il numero di curve.

Posto:

$$\frac{1}{C^2} = k_i + nk_c + \frac{2gL}{K_s^2 R_h^{4/3}} + k_s$$

La perdita di carico complessiva si può determinare come:

$$\Delta h = \frac{1}{C^2} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Il sifone in progetto ha dimensioni interne 3x2m, una lunghezza complessiva di 8.30m

SIFONE IN79		
b=	3,00	m
h=	2,00	m
A=	6,00	m ²
P=	10,00	m
Rh=	0,600	m
Ks=	67	m ^{1/3} /s
v=	0,433	m/s
L=	8,3	m

La portata, come già detto, è di 2.6 m³/s. Con le formule sopra descritte si ricava una perdita di carico pari a 1.5cm.

PORTATA Q=	2,6	m ³ /s			
CALCOLO PERDITE DI CARICO					
0,009571	=v ² /2g		0,072	=2gL/(K ² Rh ^{4/3})	coeff. perdite continue
			0,5		coeff. perdite imbocco
			1		coeff. perdite sbocco
			1,572	1/C ²	
0,015042	m	=v ² /2g*1/C ²			

Poiché il dislivello tra monte e valle risulta pressoché nullo, la perdita deve essere interamente contenuta nelle sponde della sezione esistente del canale di monte. Per verificarlo è necessario analizzare il moto nel canale esistente.

6.4 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:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 79 0 0 001	Rev. A	Foglio 8 di 10

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

dove:

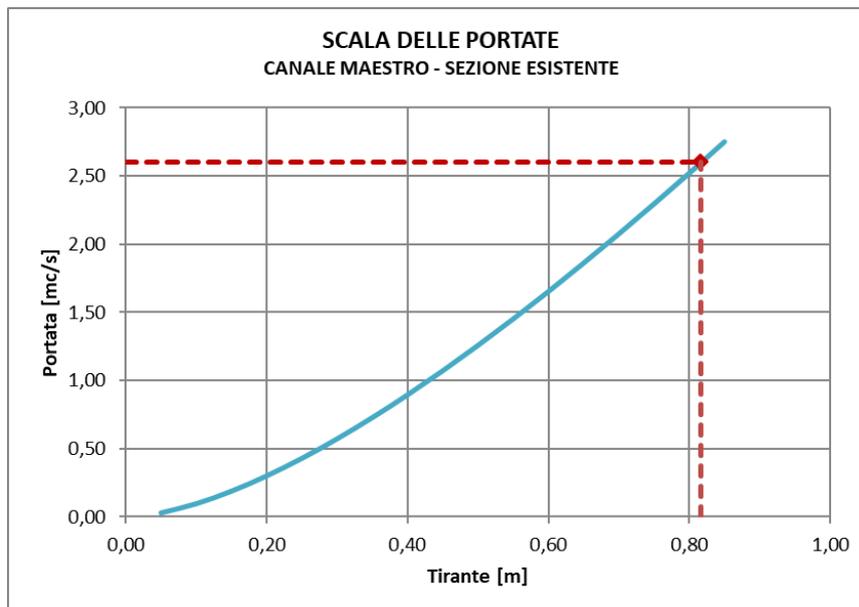
- Q=portata [m³/s]
- A=area liquida [m²]
- n=coefficiente di scabrezza di Manning [m^{-1/3}/s] = 1/K_s
- R=raggio idraulico [m]
- J=pendenza longitudinale [m/m].

Lo studio a moto uniforme viene effettuato sul canale esistente a monte e a valle del sifone di progetto, in modo da poter verificare che le perdite di carico dovute all'inserimento della botte a sifone siano contenute negli argini esistenti.

Il canale Maestro presenta una sezione rettangolare con base 3.20m e altezza 0.85m. La pendenza del fondo è minima, assunta pari allo 0.05%.

CANALE MAESTRO	
B=	3,20 (m)
H=	0,85 (m)
K=	67 (m ^{1/3} /s)
i=	0,0005 (m/m)
Qmax=	2,6 (m ³ /s)
h=	0,817 (m)
A=	2,61 (m ²)
P=	4,83 (m)
R=	0,541 (m)
v=	0,994 (m/s)
Q=	2,60 (m ³ /s)
h/H=	96,1% (m/m)

La portata di progetto transita nel canale con un riempimento del 96%, cui corrisponde un'altezza del pelo libero pari a circa 0.82m.



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	0,16	3,30	0,048	0,199	0,0319	5,9%
0,10	0,32	3,40	0,094	0,310	0,0992	11,8%
0,15	0,48	3,50	0,137	0,398	0,1912	17,6%
0,20	0,64	3,60	0,178	0,474	0,3032	23,5%
0,25	0,80	3,70	0,216	0,540	0,4318	29,4%
0,30	0,96	3,80	0,253	0,599	0,5748	35,3%
0,35	1,12	3,90	0,287	0,652	0,7304	41,2%
0,40	1,28	4,00	0,320	0,701	0,8972	47,1%
0,45	1,44	4,10	0,351	0,746	1,0739	52,9%
0,50	1,60	4,20	0,381	0,787	1,2597	58,8%
0,55	1,76	4,30	0,409	0,826	1,4536	64,7%
0,60	1,92	4,40	0,436	0,862	1,6549	70,6%
0,65	2,08	4,50	0,462	0,896	1,8629	76,5%
0,70	2,24	4,60	0,487	0,927	2,0772	82,4%
0,75	2,40	4,70	0,511	0,957	2,2971	88,2%
0,80	2,56	4,80	0,533	0,985	2,5223	94,1%
0,85	2,72	4,90	0,555	1,012	2,7524	100,0%

Come risulta dal paragrafo precedente, la presenza del sifone causa una perdita di carico che corrisponde ad un innalzamento del pelo libero a monte del manufatto pari a 1.5cm; si ottiene un livello idrico pari a 0.832m, inferiore all'altezza della sezione.

$h+Dh=$	0,832 (m)
$(h+Dh)/H=$	97,9% (m/m)

La verifica si ritiene quindi soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 79 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 10

7 FASI ESECUTIVE

In considerazione della posizione del sifone, si rende necessaria una demolizione parziale di un tratto di circa 18m del canale esistente.

Tale demolizione viene prevista, in accordo con il Consorzio Alta Pianura Veneta, durante il periodo di interruzione periodica del regime del canale, corrispondente ai mesi da ottobre a marzo, in cui l'irrigazione è sospesa.

Una volta eseguita la demolizione, viene eseguito lo scavo contestualmente a quello previsto per il tombino IN80, adiacente all'opera

Una volta completate le opere strutturali, viene ripristinata la funzionalità del Canale Maestro, e viene successivamente realizzata la viabilità di accesso al piazzale FA06.

Per ulteriori dettagli, si rimanda all'elaborato delle fasi realizzative del tombino IN80 doc. IN1712EI2P9IN8001001.

8 CONCLUSIONI

L'intervento di risoluzione dell'interferenza tra il canale e la viabilità in progetto risulta "idraulicamente compatibile".

Le perdite di carico causate dalla presenza del sifone non sono tali da impedire il corretto funzionamento del canale, essendo interamente contenute all'interno delle sponde della sezione esistente.

Le velocità che si instaurano risultano essere compatibili con in materiali previsti.