

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto Funzionale Brescia-Verona
PROGETTO DEFINITIVO**

VASO TROGLIO - IN40049

Pk 77+643

RELAZIONE IDRAULICA

IL PROGETTISTA



IL PROGETTISTA INTEGRATORE

salpem spa
Tommaso Tarantè

Dottore in Ingegneria Civile iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A28/0001 Sez. A Settort
a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
Tel. 02.52024511 Fax 02.52028009
CF. e P.IVA 00823700157

ALTA SORVEGLIANZA



Verificato	Data	Approvato	Data

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	N	0	5	0	0	D	E	2	R	I	I	D	0	0	0	2	0	3	9	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio Cepav due Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS	M.T.	31.03.14	DI NARDO	31.03.14	LAZZARI	31.03.14	
1	01.07.14	Revisione per CdS	COCCATO	01.07.14	DI NARDO	01.07.14	LAZZARI	01.07.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 01.07.14

Doc. IN0500DE2RIID00020391



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
IN05	00	DE2 RI ID0002 039	1	2 di 11

INDICE

VASO TROGLIO.....	3
1 Elaborati di riferimento	3
2 Assetto geometrico	3
3 Criteri di verifica.....	5
4 Portate di piena	6
5 Sistemazione di progetto	7
6 Modalità di deflusso in piena.....	7
5.2 Metodo di calcolo	7
5.3 Condizioni di verifica.....	7
5.4 Portata Transitante in alveo	8
5.5 Portata con Tr= 500 anni	9
5.6 Portata con Tr= 100 anni	10
7 Verifica dello scatolare sotto la linea A.C.....	11

Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
IN05	00	DE2 RI ID0002 039	1	3 di 11

VASO TROGLIO

1 Elaborati di riferimento

Nella presente relazione, dopo una breve descrizione della configurazione geometrica del tratto di corso d'acqua immediatamente a monte ed a valle dell'attraversamento della linea A.V./A.C., sono riportati i risultati delle verifiche idrauliche effettuate secondi i criteri dettagliatamente descritti nella relazione idraulica corsi d'acqua maggiori, Elaborato n. IN0500DE2RIID0002003).

2 Assetto geometrico

Il Vaso Troglio, nel tratto in esame, scorre nel territorio del comune di Azzano Mella (BS), sotto la gestione del Consorzio di Bonifica Oglio Mella. Nella Figura 1 è possibile vedere il tipico assetto del canale.



Figura 1 – Vaso Troglio

La geometria del fosso nel tratto a cavallo dell'attraversamento ferroviario è stata descritta mediante il rilievo topografico di 4 sezioni. L'ubicazione delle sezioni unitamente al profilo longitudinale del fondo scorrevole esistente e ai profili delle sezioni sono riportati nella tavola IN05-

D-E2-LZ-ID00-0-2-110. I rilievi, georeferenziati in coordinate Rettilinee, sono stati sovrapposti alla cartografia in scala 1:1000 (derivante da rilievo aerofotogrammetrico), che è stata utilizzata come base per la costruzione del modello di simulazione. La posizione delle sezioni di rilievo è riportata anche nella Figura 2.

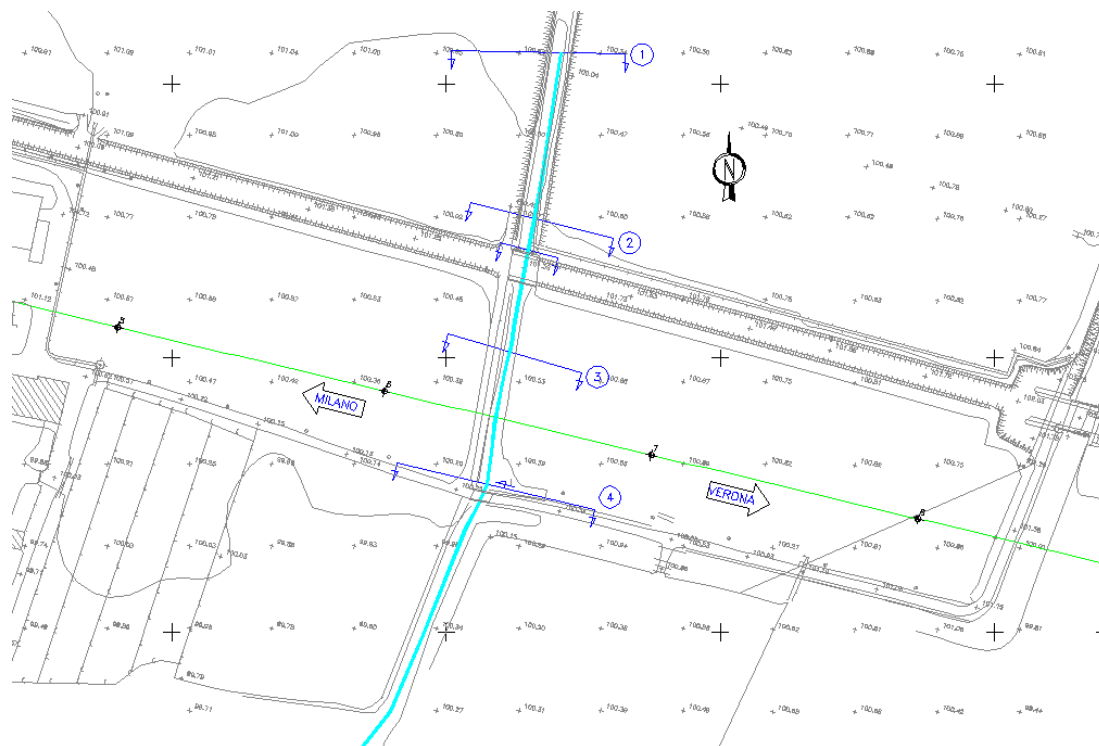


Figura 2 – Posizione sezioni rilevate

Le sezioni hanno una larghezza compresa fra 50.54 m (sezione 3) e 73.93 m (sezione 4) e coprono un tratto di alveo lungo 160.13 m. La pendenza media del fondo è dello 0.24%.

La sezione del canale è irregolare, in testa la larghezza è di 8.80-10.32 m, la profondità oscilla fra 0.89 e 1.83 m. Il fondo della roggia è in terra, le sponde sono ricoperte di vegetazione.

Presente un solo manufatto interferente con il canale nella situazione attuale, costituito da un piccolo ponticello a servizio della strada costeggiata dal Vaso Troglia. Nella Figura 3 è riportata un'immagine di tale opera.



Figura 3 – Opera interferente con la situazione attuale prog. 0+072.86

3 Criteri di verifica

La verifica idraulica di tutti gli attraversamenti è stata effettuata in conformità a quanto definito dal Manuale di progettazione ITALFERR che è stato il documento di riferimento per la progettazione delle opere in oggetto.

In sintesi, in esso riporta una serie di direttive da seguirsi per il corretto dimensionamento delle tombature, sotto l'aspetto del tempo di ritorno da utilizzarsi per le valutazioni idrologico-idrauliche e dei franchi idraulici da rispettarsi.

In particolare, per corsi d'acqua aventi un bacino con superficie superiore a 10 km², il tempo di ritorno di riferimento è 500 anni ed occorre rispettare i seguenti franchi idraulici rispetto ai livelli relativi a tale tempo di ritorno:

- franco idraulico tra intradosso manufatto e livello della superficie libera superiore a 1 m;
- franco idraulico tra intradosso manufatto e quota di carico idraulico totale superiore a 50 cm.

Per corsi d'acqua aventi un bacino con superficie inferiore a 10 km², il tempo di ritorno di riferimento è 200 anni ed occorre rispettare la condizione di grado di riempimento del tombino inferiore al 70%.

Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
IN05	00	DE2 RI ID0002 039	1	6 di 11

4 Portate di piena

La portata transitante in alveo nello stato attuale è stata valutata in 3.00 m³/s ed è stata ricavata mediante una serie di simulazioni effettuate con il codice di calcolo HEC-RAS: il massimo valore di portata determinante una superficie libera interamente contenuta nell'alveo esistente è stato assunto come portata transitante in alveo.

Le portate di piena di progetto derivano dallo Studio Idrologico (Rif. IN05DE2RGID0001001) e sono pari a:

- $Q_{100} = 24.43 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr = 100$ anni:
- $Q_{500} = 33.74 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr = 500$ anni.

Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
IN05	00	DE2 RI ID0002 039	1	7 di 11

5 Sistemazione di progetto

La sistemazione di progetto del Vaso Troglia prevede la regolarizzazione della sezione, cui viene conferita una forma trapezoidale con pendenza delle sponde 1/1 e larghezza del fondo pari a 7.00 m. Il canale viene rivestito internamente con pietrame di diametro medio 0.20 m.

6 Modalità di deflusso in piena

5.2 Metodo di calcolo

Per il calcolo dei profili idrici è stato utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS descritto nella relazione generale capitolo 2 secondo la metodologia descritta nel capitolo 3.

Oltre alle sezioni di rilievo, sono state inserite nel modello altre sezioni, necessarie per la definizione delle strutture, in modo tale da poter costruire un modello completo.

5.3 Condizioni di verifica

Le verifiche sono state effettuate con le portate definite nel paragrafo 2, considerando come condizione al contorno di valle una pendenza della linea dell'energia pari a quella del fondo nell'ultimo tratto, pari a 0.24%.

Come scabrezze sono stati considerati valori, secondo la formulazione di Manning, pari a $n=0.025$ in alveo (alveo con fondo e sponde in massi intasati con massi) e $n=0.04$ nelle zone golenali. I coefficienti di contrazione ed espansione sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3, 0.5 e 1 per gli imbocchi/sbocchi dei tombini.

Le strutture presenti sono state schematizzate come tombini a sezione rettangolare, utilizzando la formulazione della conservazione dell'energia.

5.4 Portata Transitante in alveo

I risultati della simulazione a moto permanente per le situazioni attuale e di progetto con portata 3.00 m³/s sono riportati nelle tabelle seguenti. Le sezioni nuove ricavate dalla cartografia sono indicate in corsivo.

Nella situazione di progetto si nota un generale abbassamento del livello idrico legato alla regolarizzazione della sezione. Da ciò si deduce che la portata è interamente contenuta in alveo lungo tutto il tratto di asta considerato.

Vaso Troglia - Situazione attuale - Q= 3.00 m³/s

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Pendenza Linea Carichi Totali	Velocità in Alveo	Area di Deflusso	Larghezza Pelo libero	N°Froude in Alveo
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)		(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
1 - 40-1	3.00	98.98	99.73	99.29	99.75	0.00156	0.96	3.12	5.47	0.22
2 - 30-2	3.00	98.79	99.62	99.17	99.64	0.00207	1.10	2.73	4.68	0.25
26	3.00	98.99	99.59	99.32	99.61	0.00281	1.10	2.72	6.12	0.29
25.5	Opera 1									
25	3.00	98.99	99.52	99.32	99.55	0.00462	1.30	2.32	5.96	0.37
3 - 20_3	3.00	98.68	99.45	99.04	99.47	0.00204	1.03	2.91	5.66	0.25
4 - 10_4	3.00	98.59	99.31	99.02	99.33	0.00391	1.31	2.29	5.06	0.34

Vaso Troglia - Situazione di progetto - Q= 3.00 m³/s

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Pendenza Linea Carichi Totali	Velocità in Alveo	Area di Deflusso	Larghezza Pelo libero	N°Froude in Alveo
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)		(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
1 - 40_1	3.00	98.98	99.29	99.29	99.42	0.01565	2.91	1.03	4.05	1.02
1.1 - 39_1.1	3.00	98.96	99.28	99.14	99.31	0.00224	1.26	2.38	7.65	0.40
2 - 30_2	3.00	98.83	99.21	99.01	99.23	0.00131	1.07	2.82	7.76	0.31
25	Atraversamento autostrada A.C.P.									
3 - 20_3	3.00	98.71	99.16	98.89	99.18	0.00074	0.89	3.38	7.91	0.24
15	Atraversamento Linea A.C.									
4 - 10_4	3.00	98.59	99.14	98.77	99.15	0.00039	0.72	4.14	8.10	0.18
9.5	Ponte per strada poderale									
4.9 - 9_4.9	3.00	98.51	99.13	98.69	99.14	0.00026	0.63	4.74	8.24	0.15
5 - 8_5	3.00	98.49	99.10	98.92	99.13	0.00227	1.47	3.24	30.64	0.41

5.5 Portata con Tr= 500 anni

I risultati della simulazione a moto permanente per le situazioni attuale e di progetto con portata 33.74 m³/s sono riportati nelle tabelle seguenti. Le sezioni nuove, ricavate dalla cartografia, sono indicate in corsivo.

La sistemazione dell'alveo nella configurazione di progetto determina, anche in questo caso un generale abbassamento dei livelli sulle sezioni. Nella situazione di progetto i livelli risultano tutti compresi nella sezione di progetto per tutto il tratto deviato.

Vaso Troglio - Situazione attuale – Q₅₀₀= 33.74 m³/s

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Pendenza Linea Carichi Totali	Velocità in Alveo	Area di Deflusso	Larghezza Pelo libero	N°Froude in Alveo
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)		(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
1 - 40-1	33.74	98.98	101.17	100.24	101.18	0.00025	0.66	59.56	63.61	0.10
2 - 30-2	33.74	98.79	101.16	100.23	101.16	0.00028	0.77	54.63	53.79	0.11
26	33.74	98.99	101.06	100.13	101.15	0.00286	2.36	14.29	9.52	0.34
25.5	Opera 1									
25	33.74	98.99	100.55	100.13	100.74	0.00856	3.48	9.69	8.40	0.57
3 - 20_3	33.74	98.68	99.98	99.98	100.36	0.02832	4.91	6.87	9.26	1.01
4 - 10_4	33.74	98.59	99.76	99.45	99.79	0.00242	1.32	26.64	45.14	0.29

Vaso Troglio - Situazione di progetto – Q₅₀₀= 33.74 m³/s

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Pendenza Linea Carichi Totali	Velocità in Alveo	Area di Deflusso	Larghezza Pelo libero	N°Froude in Alveo
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)		(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
1 - 40_1	33.74	98.98	100.24	100.24	100.68	0.01083	5.35	6.30	7.10	1.00
1.1 - 39_1.1	33.74	98.96	100.26	99.82	100.41	0.00276	3.14	10.75	9.59	0.52
2 - 30_2	33.74	98.83	100.13	99.69	100.28	0.00274	3.13	10.78	9.60	0.52
25	Attraversamento autostrada A.C.P.									
3 - 20_3	33.74	98.71	99.96	99.57	100.12	0.00314	3.28	10.29	9.50	0.55
15	Attraversamento Linea A.C.									
4 - 10_4	33.74	98.59	99.73	99.45	99.94	0.00421	3.62	9.31	9.29	0.64
9.5	Ponte per strada podereale									
4.9 - 9_4.9	33.74	98.51	99.47	99.37	99.77	0.00749	4.39	7.68	8.93	0.83
5 - 8_5	33.74	98.49	99.61	99.39	99.66	0.00241	2.50	24.18	44.75	0.48

5.6 Portata con Tr= 100 anni

I risultati della simulazione a moto permanente per le situazioni attuale e di progetto con portata centenaria $Q_{100} = 24.43 \text{ m}^3/\text{s}$ sono riportati nelle tabelle seguenti. Le sezioni appartenenti al tratto in deviazione sono indicate in corsivo.

Anche in questo caso la sistemazione dell'alveo nella configurazione di progetto determina un generale abbassamento dei livelli sulle sezioni. Nella situazione di progetto i livelli risultano tutti compresi nella sezione di progetto per tutto il tratto deviato.

Vaso Troglia - Situazione attuale - $Q_{100} = 24.43 \text{ m}^3/\text{s}$

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Pendenza Linea Carichi Totali	Velocità in Alveo	Area di Deflusso	Larghezza Pelo libero	N°Froude in Alveo
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)		(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
1 - 40-1	24.43	98.98	100.77	100.03	100.78	0.00070	0.86	33.86	63.61	0.16
2 - 30-2	24.43	98.79	100.72	100.00	100.73	0.00085	1.07	31.15	53.79	0.18
26	24.43	98.99	100.62	99.94	100.70	0.00380	2.38	10.27	8.56	0.38
25.5	Opera 1									
25	24.43	98.99	100.35	99.94	100.49	0.00762	3.04	8.04	7.92	0.53
3 - 20_3	24.43	98.68	99.80	99.80	100.13	0.02963	4.64	5.27	8.00	1.01
4 - 10_4	24.43	98.59	99.66	99.42	99.68	0.00239	1.24	21.83	44.38	0.28

Vaso Troglia - Situazione di progetto - $Q_{100} = 24.43 \text{ m}^3/\text{s}$

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Pendenza Linea Carichi Totali	Velocità in Alveo	Area di Deflusso	Larghezza Pelo libero	N°Froude in Alveo
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)		(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
1 - 40_1	24.43	98.98	100.03	100.03	100.42	0.01127	4.97	4.92	6.44	1.00
1.1 - 39_1.1	24.43	98.96	100.04	99.65	100.16	0.00267	2.80	8.74	9.16	0.50
2 - 30_2	24.43	98.83	99.92	99.52	100.04	0.00259	2.77	8.82	9.18	0.50
25	Attraversamento autostrada A.C.P.									
3 - 20_3	24.43	98.71	99.76	99.40	99.89	0.00291	2.88	8.49	9.11	0.53
15	Attraversamento Linea A.C.									
4 - 10_4	24.43	98.59	99.58	99.28	99.73	0.00356	3.08	7.94	8.99	0.58
9.5	Ponte per strada poderaie									
4.9 - 9_4.9	24.43	98.51	99.45	99.20	99.62	0.00430	3.28	7.45	8.88	0.63
5 - 8_5	24.43	98.49	99.51		99.55	0.00240	2.29	19.57	44.02	0.47

7 Verifica dello scatolare sotto la linea A.C.

Come detto in precedenza, le simulazioni sono state condotte inserendo nel modello le opere interferenti con l'alveo. L'attraversamento della Linea A.C. si realizza per mezzo di un ponte a solettone.

I risultati della verifica sono contenuti nelle tabelle seguenti, per le sezioni di inizio ponte, asse binario pari e fine ponte:

Sezione inizio ponte a solettone

Tr	Q	Quota superficie libera	Quota carico totale	Quota Intradosso	Franco sulla Superficie Libera	Franco sul Carico Totale
anni	m ³ /s	m	m	m	m	m
100	24.43	99.88	99.84	104.26	4.38	4.42
500	33.74	99.70	100.07	104.26	4.56	4.19

Sezione in asse binario pari

Tr	Q	Quota superficie libera	Quota carico totale	Quota Intradosso	Franco sulla Superficie Libera	Franco sul Carico Totale
anni	m ³ /s	m	m	m	m	m
100	24.43	99.86	99.81	104.26	4.40	4.45
500	33.74	99.68	100.03	104.26	4.58	4.23

Sezione fine ponte a solettone

Tr	Q	Quota superficie libera	Quota carico totale	Quota Intradosso	Franco sulla Superficie Libera	Franco sul Carico Totale
anni	m ³ /s	m	m	m	m	m
100	24.43	99.84	99.79	104.26	4.42	4.47
500	33.74	99.66	100.01	104.26	4.60	4.25

In accordo con quanto richiesto dal Manuale di Progettazione ITALFERR sono soddisfatte le seguenti condizioni di franco, in relazione alla portata con tempo di ritorno 500 anni:

- franco idraulico tra intradosso manufatto e livello della superficie libera superiore a 1 m;
- franco idraulico tra intradosso manufatto e quota di carico idraulico totale superiore a 50 cm.

Pertanto la verifica risulta soddisfatta.