

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**

**FOSSO DI SOMMACAMPAGNA
 IN40121 - Pk 138+821
 RELAZIONE IDRAULICA**

IL PROGETTISTA

IL PROGETTISTA INTEGRATORE



saipem spa
Tommaso Tarantini

Dottore Ingegnere Civile iscritto al albo
 degli Ingegneri della Provincia di Milano
 al n. 4287/01 - Sez. A Settore
 di civile e ambientale in materia di dall'informazione
 Tel. 02.52023511 Fax 02.52023539
 CF e P.IVA 00277350157

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 5 0 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	GOCCATO	01.07.14	DI NARDO	01.07.14	LAZZARI	01.07.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 01.07.14

Doc. IN0500DE2RIID00020501



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2 RI ID0002 050

Rev.
1

Foglio
2 di 12

INDICE

NAVIGLIO SAN ZENONE.....	3
1 Elaborati di riferimento.....	3
2 Assetto geometrico	3
3 Criteri di verifica.....	6
4 Portate di piena	6
5 Sistemazione di progetto.....	6
6 Modalità di deflusso in piena.....	8
6.1 Metodo di calcolo.....	8
6.2 Condizioni di verifica.....	8
6.3 Portata Transitante in alveo.....	9
6.4 Portata con $Tr= 200$ anni	10
6.5 Portata con $Tr= 100$ anni	11
7 Verifica dello scatolare sotto la linea A.C.	12

NAVIGLIO SAN ZENONE

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 Fosso di Sommacampagna, nel tratto in esame, scorre nel territorio del comune di Sommacampagna (VR), sotto la gestione del Consorzio di Bonifica Veronese. Nella Figura 1 è possibile vedere il tipico assetto della roggia.



Figura 1– Fosso di Sommacampagna

La geometria della roggia nel tratto a cavallo dell'attraversamento ferroviario è stata definita mediante il rilievo topografico di 5 sezioni. L'ubicazione delle sezioni è riportata nella tavola IN05-D-E2-LZ-ID00-0-2-053 insieme al profilo longitudinale del fondo scorrevole esistente, il profilo delle sezioni è riportato nell'elaborato IN05-D-E2-W9-ID00-0-2-021. I rilievi, georeferenziati in coordinate Rettilinee, sono stati sovrapposti alle cartografie in scala 1:1000 e 1:5000 (derivanti da rilievo aerofotogrammetrico), che sono state utilizzate come base per la costruzione del modello di simulazione. La posizione delle sezioni di rilievo è riportata anche nella Figura 2.

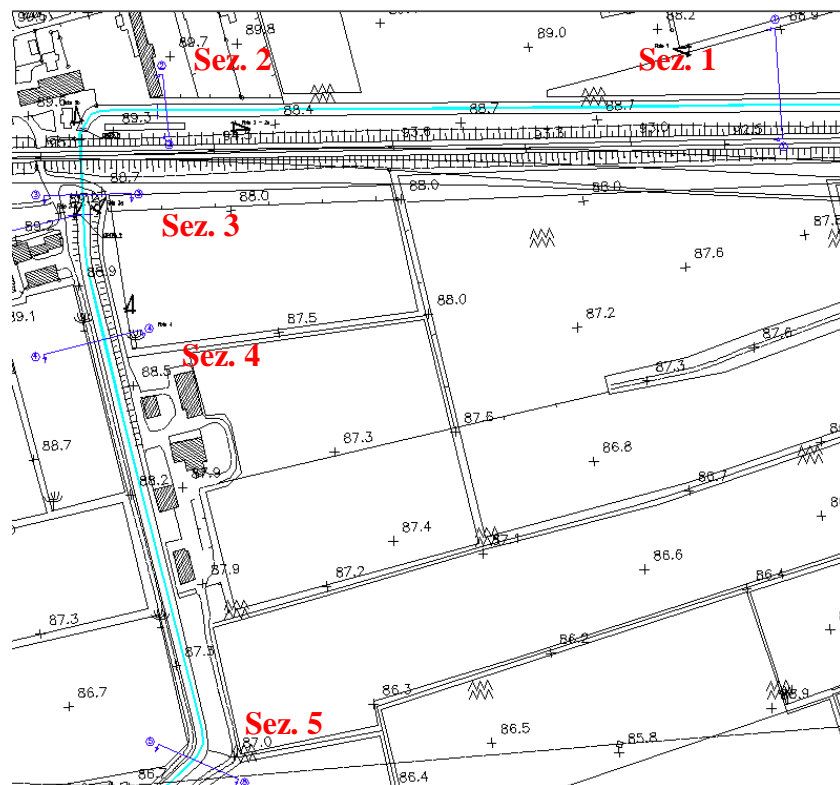


Figura 2– Posizione sezioni rilevate

Le sezioni hanno una larghezza compresa fra 50.51 m (sezione 2) e 90.89 m (sezione 1) e coprono un tratto di alveo lungo 1122.13 m. La pendenza media del fondo è dello 0.05%.

La sezione del canale è regolare, di forma trapezia e rivestita in cls: il fondo ha larghezza di 4 m, in sommità la larghezza è di circa 11 m, la profondità oscilla fra 2.50 e 2.70 m. Il fosso, nella situazione attuale, interseca la linea ferroviaria Milano-Verona esistente per mezzo di un sifone D2500, di lunghezza 53.50 m. Subito a valle del sifone è posizionato un ponte-canale, poggiato sulla testa del fosso. Nella Figura 3 e nella Figura 4 sono riportate due immagini di tali opere.



Figura 3– Sifone D2500 sotto linea storica



Figura 4- Ponte-canale a valle della linea storica

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%.

4 Portate di piena

La portata transitante in alveo nello stato attuale è stata valutata in 10.00 m³/s ed è stata ricavata mediante una serie di simulazioni effettuate con il codice di calcolo HEC-RAS. La portata transitante in alveo è il massimo valore di portata che determina una superficie libera interamente contenuta in alveo in corrispondenza dell'attraversamento delle linea A.V. / A.C..

Le portate di piena di progetto derivano dalla Relazione Idrologica (Rif. IN05DE2RGID0001001) e sono pari a:

- $Q_{100} = 31.50 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr = 100$ anni;
- $Q_{200} = 36.23 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr = 200$ anni.

5 Sistemazione di progetto

La linea A.C. di progetto transita parallela alla linea storica esistente, i due rilevati sono accostati. Il sifone D2500 esistente sotto la linea viene conservato per il tratto necessario all'attraversamento della ferrovia esistente (lunghezza 24.34 m, il resto viene demolito), in quanto l'attraversamento della linea A.C. viene effettuato mediante uno scatolare 13.00x6.50 m. Il tracciato esistente del Fosso di Sommacampagna viene conservato, così come la sezione. L'inserimento dello scatolare sotto la linea determina la demolizione di un tratto del fosso esistente a valle del rilevato, che viene sostituito da un tratto di muri "ad U", costituenti lo sbocco del manufatto.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2 RI ID0002 050

Rev.
1

Foglio
7 di 12

6 Modalità di deflusso in piena

6.1 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.

6.2 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 (sezioni 4-5), pari a 0.10%.

Come scabrezze sono stati considerati valori, secondo la formulazione di Manning, pari a $n=0.025$ in alveo (alveo con fondo e sponde in cls) e $n=0.04$ nelle zone golenali inerbite. I coefficienti di contrazione ed espansione sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3. Le strutture presenti sono state schematizzate come tombini a sezione rettangolare o ponti, utilizzando la formulazione della conservazione dell'energia.

6.3 Portata Transitante in alveo

I risultati della simulazione a moto permanente per le situazioni attuale e di progetto con portata 10.00 m³/s sono riportati nelle tabelle seguenti. Le sezioni nuove ricavate dalla cartografia sono indicate in corsivo.

Si nota un generale abbassamento del livello idrico nelle sezioni a monte della deviazione, che raggiunge il culmine in corrispondenza della sezione 1 (-33 cm), mentre in corrispondenza dell'asse linea il livello si mantiene invariato.

Fosso di Sommacampagna - Situazione attuale - Q= 10.00 m³/s

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Velocità in Alveo	N°Froude in Alveo
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
1	10.00	84.28	87.32	85.12	87.33	0.43	0.09
2	10.00	84.25	87.29	85.08	87.30	0.42	0.09
2_35	10.00	83.60	87.25	84.93	87.29	0.90	0.16
	Opera 1						
3	10.00	83.48	86.72	84.39	86.74	0.66	0.12
3_29	10.00	84.26	86.72	85.09	86.74	0.60	0.15
	Opera 2						
3_27	10.00	84.26	86.72	85.09	86.74	0.60	0.15
4	10.00	84.26	86.70	85.08	86.72	0.59	0.15
5	10.00	84.22	86.65	85.06	86.67	0.60	0.15

Fosso di Sommacampagna - Situazione di progetto - Q= 10.00 m³/s

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Velocità in Alveo	N°Froude in Alveo
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
1	10.00	84.28	86.99	85.12	87.00	0.51	0.12
2	10.00	84.25	86.95	85.08	86.96	0.51	0.12
2_35	10.00	83.60	86.89	84.93	86.94	1.01	0.19
	Opera 1						
2.9	10.00	83.53	86.73	84.31	86.74	0.38	0.08
	Scatolare sotto A.C.						
3.1	10.00	83.34	86.73	83.73	86.74	0.23	0.04
3.2	10.00	84.26	86.73	84.65	86.74	0.31	0.06
3.3	10.00	84.26	86.72	85.09	86.74	0.60	0.15
4	10.00	84.26	86.70	85.08	86.72	0.59	0.15
5	10.00	84.22	86.65	85.06	86.67	0.60	0.15

6.4 Portata con Tr= 200 anni

I risultati della simulazione a moto permanente per le situazioni attuale e di progetto con portata 36.23 m³/s sono riportati nelle tabelle seguenti. Le sezioni nuove, ricavate dalla cartografia, sono indicate in corsivo.

La sistemazione di progetto determina un forte abbassamento della superficie libera, dovuto all'allargamento della sezione in corrispondenza dello scatolare. A monte si ha esondazione in entrambe le situazioni.

Fosso di Sommacampagna - Situazione attuale - Q₂₀₀= 36.23 m³/s

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Velocità in Alveo	N°Froude in Alveo
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
1	36.23	84.28	92.72	86.03	92.72	0.14	0.02
2	36.23	84.25	92.72	85.97	92.72	0.25	0.03
2_35	36.23	83.60	92.72	86.27	92.72	0.11	0.01
	Opera 1						
3	36.23	83.48	87.60	85.44	87.75	1.78	0.29
3_29	36.23	84.26	87.63	85.99	87.73	1.38	0.28
	Opera 2						
3_27	36.23	84.26	87.62	85.99	87.72	1.38	0.28
4	36.23	84.26	87.58	85.99	87.68	1.37	0.28
5	36.23	84.22	87.57	85.96	87.59	0.66	0.13

Fosso di Sommacampagna - Situazione di progetto - Q₂₀₀= 36.23 m³/s

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Velocità in Alveo	N°Froude in Alveo
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
1	36.23	84.28	90.91	86.03	90.91	0.22	0.03
2	36.23	84.25	90.91	85.97	90.91	0.40	0.05
2_35	36.23	83.60	90.91	86.27	90.91	0.17	0.02
	Opera 1						
2.9	36.23	83.53	87.69	85.20	87.74	0.96	0.17
	Scatolare sotto A.C.						
3.1	36.23	83.34	87.71	84.26	87.73	0.64	0.10
3.2	36.23	84.26	87.69	85.18	87.73	0.81	0.14
3.3	36.23	84.26	87.62	85.99	87.72	1.38	0.28
4	36.23	84.26	87.58	85.99	87.68	1.37	0.28
5	36.23	84.22	87.57	85.96	87.59	0.66	0.13

6.5 Portata con $T_r = 100$ anni

I risultati della simulazione a moto permanente per le situazioni attuale e di progetto con portata $31.50 \text{ m}^3/\text{s}$ sono riportati nelle tabelle seguenti. Le sezioni nuove, ricavate dalla cartografia, sono indicate in corsivo.

Come nel caso dell' Q_{200} , la sistemazione di progetto porta ad un abbassamento dei livelli nel tratto a monte della linea, ciononostante la portata provoca esondazione nelle stesse sezioni.

Fosso di Sommacampagna - Situazione attuale - $Q_{100} = 31.50 \text{ m}^3/\text{s}$

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Velocità in Alveo	N°Froude in Alveo
	(m^3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
1	31.50	84.28	91.08	85.90	91.08	0.19	0.02
2	31.50	84.25	91.07	85.84	91.08	0.33	0.04
2_35	31.50	83.60	91.07	86.06	91.07	0.14	0.02
	Opera 1						
3	31.50	83.48	87.48	85.27	87.61	1.61	0.27
3_29	31.50	84.26	87.51	85.86	87.59	1.26	0.26
	Opera 2						
3_27	31.50	84.26	87.50	85.86	87.58	1.26	0.26
4	31.50	84.26	87.46	85.85	87.54	1.25	0.26
5	31.50	84.22	87.45	85.83	87.46	0.64	0.13

Fosso di Sommacampagna - Situazione di progetto - $Q_{100} = 31.50 \text{ m}^3/\text{s}$

Sezione	Q Totale	Quota Fondo Alveo	Quota Superficie Libera	Quota Altezza Critica.	Quota Linea dei Carichi Totali	Velocità in Alveo	N°Froude in Alveo
	(m^3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
1	31.50	84.28	90.91	86.03	90.91	0.22	0.03
2	31.50	84.25	90.91	85.97	90.91	0.40	0.05
2_35	31.50	83.60	90.91	86.27	90.91	0.17	0.02
	Opera 1						
2.9	31.50	83.53	87.69	85.20	87.74	0.96	0.17
	Scatolare sotto A.C.						
3.1	31.50	83.34	87.71	84.26	87.73	0.64	0.10
3.2	31.50	84.26	87.69	85.18	87.73	0.81	0.14
3.3	31.50	84.26	87.62	85.99	87.72	1.38	0.28
4	31.50	84.26	87.58	85.99	87.68	1.37	0.28
5	31.50	84.22	87.57	85.96	87.59	0.66	0.13

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, tra cui lo scatolare 13.00x6.50 m sotto la linea A.C.

I risultati della verifica sono contenuti nelle tabelle seguenti, per l'imbocco, la sezione in asse binario pari e lo sbocco:

Sezione di imbocco

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	31.50	87.57	87.59	89.84	2.27	2.25
200	36.23	87.71	87.83	89.84	2.13	2.01

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	31.50	87.57	87.59	89.84	2.27	2.25
200	36.23	87.71	87.83	89.84	2.13	2.01

Sezione di sbocco

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	31.50	87.57	87.59	89.84	2.27	2.25
200	36.23	87.71	87.83	89.84	2.13	2.01

In accordo con quanto richiesto dal Manuale di Progettazione ITALFERR è soddisfatta la seguente condizione di franco, in relazione alla portata con tempo di ritorno 200 anni:

- grado di riempimento tombino inferiore al 70%.

Pertanto la verifica risulta soddisfatta.