

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 BRANDINA - IN40064
 Pk 82+999
 RELAZIONE IDRAULICA**

IL PROGETTISTA



IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa
Tommaso Tarantà

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A234001/Sez. A Settori a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
 Tel. 02.52025511 Fax 02.52028009
 CF. e P.IVA 0825798137

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	4	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio Cepav due Project Director (Ing. F. Lombardi)
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	
									Data: _____

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 01.07.14

Doc. IN0500DE2RIID00020411



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008



INDICE

1. Premessa	3
2. Assetto geometrico	3
3. Criteri di verifica.....	4
4. Portate di piena	5
5. Sistemazione di progetto	6
6. Modalità di deflusso in piena.....	6
6.1 Metodo di calcolo.....	6
6.2 Condizioni di verifica	6
6.2.1 Portata Transitante in alveo	6
6.2.2 Portata con Tr= 200 anni	8
6.2.3 Portata con Tr= 100 anni	9
7. Verifica dello scatolare sotto la linea A.C.....	10

VASO BRANDINA

1. Premessa

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.

2. Assetto geometrico

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



Figura 1– Vaso Brandina

La geometria del canale nel tratto a cavallo dell'attraversamento ferroviario è stata definita mediante il rilievo topografico di 5 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-ID00-0-2-040.

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.

Le sezioni hanno una larghezza compresa fra 42.59 m (sezione 4) e 67.64 m (sezione 5) e coprono un tratto di alveo lungo 305.33 m. L'andamento altimetrico del canale è molto variabile.

La sezione del canale è irregolare, in testa la larghezza è di 2.60-9.80 m, la profondità oscilla fra 1.00 e 1.40 m. Il fondo della roggia è in terra, le sponde sono ricoperte di vegetazione.

Presenti tre manufatti interferenti con il canale nella situazione attuale, costituiti da tre piccoli ponticelli per l'attraversamento del fosso. Nella Figura 2 è riportata l'immagine di una di tali opere.



Figura 2 - Ponticello alla prog. 0+264.22.

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 0.50 m³/s ed è stata ricavata mediante una serie di simulazioni effettuate con il codice di calcolo HEC-RAS: La portata transitante è il massimo valore di portata che genera una superficie libera contenuta nell'alveo in corrispondenza dell'attraversamento della linea A.V. / A.C..

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

- $Q_{100} = 0.96 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr = 100$ anni;
- $Q_{200} = 1.06 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr = 200$ anni.



5. Sistemazione di progetto

La sistemazione di progetto del Vaso Brandina prevede la deviazione del fosso e la regolarizzazione della sezione, cui viene conferita una forma trapezoidale con pendenza delle sponde 1/1, larghezza del fondo pari a 3.00 m, profondità 1.00 m.

Il canale viene rivestito internamente con pietrame di diametro medio 0.20 m.

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 3, considerando come condizione al contorno di valle una pendenza della linea dell'energia pari a 0.10%, valore indicativo dato l'andamento non univoco della variabilità altimetrica del canale.

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 malta) 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.

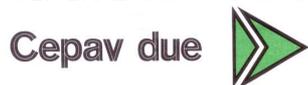
Le strutture presenti sono state schematizzate come tombini a sezione rettangolare, utilizzando la formulazione della conservazione dell'energia.

6.2.1 Portata Transitante in alveo

I risultati della simulazione a moto permanente per le situazioni attuale e di progetto con portata $0.50 \text{ m}^3/\text{s}$ 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.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2 RI ID0002 041Rev.
1Foglio
7 di 10Vaso Brandina - Situazione attuale - Q= 0.50 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)	
61	0.50	97.82	98.84	98.19	98.84	0.00079	0.40	1.25	1.86	0.15
60	0.50	97.82	98.83	98.19	98.84	0.00080	0.40	1.25	1.85	0.16
59	Opera 1									
58	0.50	97.84	98.81	98.21	98.82	0.00093	0.43	1.17	1.80	0.17
1 - 50_1	0.50	98.02	98.78	98.31	98.78	0.00074	0.38	1.31	2.50	0.17
45	0.50	98.03	98.76	98.26	98.77	0.00061	0.34	1.49	2.80	0.15
44	0.50	98.03	98.76	98.26	98.77	0.00061	0.34	1.49	2.80	0.15
43	Opera 2									
42	0.50	98.03	98.76	98.26	98.77	0.00061	0.34	1.48	2.79	0.15
2 - 40_2	0.50	98.03	98.76	98.31	98.76	0.00090	0.41	1.22	2.41	0.18
3 - 30_3	0.50	97.97	98.73	98.22	98.74	0.00083	0.40	1.24	2.23	0.17
4 - 20_4	0.50	97.91	98.67	98.16	98.68	0.00047	0.32	1.56	2.42	0.13
19	Opera 3									
18	0.50	97.91	98.67	98.16	98.67	0.00048	0.32	1.55	2.42	0.13
5 - 10_5	0.50	97.91	98.61	98.22	98.61	0.00100	0.39	1.28	3.37	0.20

Vaso Brandina - Situazione di progetto - Q= 0.50 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)	
0.1 - 60_0.1	0.50	98.14	98.71	98.28	98.71	0.00012	0.25	2.02	4.13	0.11
0.2 - 59	0.50	98.13	98.71	98.27	98.71	0.00011	0.24	2.05	4.15	0.11
0.3 - 54	0.50	98.11	98.70	98.25	98.71	0.00010	0.23	2.14	4.19	0.10
53	Attraversamento autostrada A.C.P									
0.4 - 52	0.50	98.08	98.68	98.21	98.68	0.00009	0.23	2.18	4.21	0.10
1.1 - 49	0.50	98.06	98.68	98.20	98.68	0.00008	0.22	2.25	4.24	0.10
44	Attraversamento Linea A.C.									
2.1 - 39	0.50	97.98	98.68	98.12	98.68	0.00006	0.19	2.57	4.39	0.08
3.1 - 29	0.50	97.95	98.68	98.09	98.68	0.00005	0.19	2.70	4.45	0.08
3.2 - 28	0.50	97.95	98.67	98.19	98.68	0.00022	0.34	1.47	2.40	0.14
20_4	0.50	97.91	98.65	98.16	98.66	0.00051	0.33	1.52	2.41	0.13
19	Opera 3									
18	0.50	97.91	98.65	98.16	98.65	0.00052	0.33	1.51	2.41	0.13
10_5	0.50	97.91	98.58	98.22	98.59	0.00124	0.42	1.19	3.23	0.22

6.2.2 Portata con $T_r = 200$ anni

I risultati della simulazione a moto permanente per le situazioni attuale e di progetto con portata $1.06 \text{ m}^3/\text{s}$ 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, l'abbassamento dei livelli sulle sezioni. Nella situazione di progetto i livelli risultano tutti compresi nella sezione di progetto per tutto il tratto deviato.

Vaso Brandina - Situazione attuale - $Q_{200} = 1.06 \text{ m}^3/\text{s}$

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)	
61	1.06	97.82	99.18	98.37	99.20	0.00108	0.54	1.98	2.28	0.18
60	1.06	97.82	99.18	98.38	99.20	0.00110	0.54	1.96	2.28	0.19
59	Opera 1									
58	1.06	97.84	99.08	98.40	99.10	0.00158	0.62	1.71	2.13	0.22
1 - 50_1	1.06	98.02	99.04	98.45	99.05	0.00084	0.52	2.13	3.93	0.19
45	1.06	98.03	99.02	98.40	99.03	0.00083	0.46	2.30	3.58	0.18
44	1.06	98.03	99.02	98.40	99.03	0.00084	0.47	2.29	3.58	0.18
43	Opera 2									
42	1.06	98.03	99.02	98.40	99.03	0.00086	0.47	2.27	3.58	0.18
2 - 40_2	1.06	98.03	99.01	98.46	99.02	0.00106	0.54	2.08	5.01	0.21
3 - 30_3	1.06	97.97	98.98	98.37	98.99	0.00112	0.58	1.96	3.81	0.20
4 - 20_4	1.06	97.91	98.93	98.27	98.94	0.00029	0.29	5.83	27.41	0.10
19	Opera 3									
18	1.06	97.91	98.91	98.27	98.92	0.00086	0.49	2.16	2.54	0.17
5 - 10_5	1.06	97.91	98.83	98.37	98.84	0.00100	0.50	2.16	4.62	0.21

Vaso Brandina - Situazione di progetto - $Q_{200} = 1.06 \text{ m}^3/\text{s}$

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)	
0.1 - 60_0.1	1.06	98.14	98.98	98.37	98.99	0.00013	0.33	3.24	4.69	0.13
0.2 - 59	1.06	98.13	98.98	98.36	98.99	0.00013	0.32	3.27	4.70	0.12
0.3 - 54	1.06	98.11	98.98	98.33	98.98	0.00012	0.31	3.37	4.74	0.12
53	Attraversament o autostrada A.C.P									
0.4 - 52	1.06	98.08	98.94	98.30	98.94	0.00012	0.32	3.33	4.72	0.12
1.1 - 49	1.06	98.06	98.94	98.28	98.94	0.00012	0.31	3.40	4.75	0.12
44	Attraversament o Linea A.C.									
2.1 - 39	1.06	97.98	98.93	98.21	98.94	0.00009	0.28	3.75	4.90	0.10
3.1 - 29	1.06	97.95	98.93	98.18	98.93	0.00008	0.27	3.89	4.95	0.10
3.2 - 28	1.06	97.95	98.92	98.31	98.93	0.00037	0.51	2.08	2.53	0.18
20_4	1.06	97.91	98.88	98.27	98.90	0.00095	0.51	2.09	2.53	0.18
19	Opera 3									
18	1.06	97.91	98.86	98.27	98.88	0.00101	0.52	2.03	2.52	0.19
10_5	1.06	97.91	98.74	98.37	98.76	0.00172	0.60	1.79	4.04	0.27

6.2.3 Portata con $T_r = 100$ anni

I risultati della simulazione a moto permanente per le situazioni attuale e di progetto con portata centenaria $Q_{100} = 0.96 \text{ m}^3/\text{s}$ sono riportati nelle tabelle seguenti. Le sezioni nuove ricavate dalla cartografia sono indicate in corsivo.

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

Vaso Brandina - Situazione attuale - $Q_{100} = 0.96 \text{ m}^3/\text{s}$

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)	
61	0.96	97.82	99.15	98.34	99.16	0.00099	0.51	1.90	2.24	0.18
60	0.96	97.82	99.15	98.35	99.16	0.00100	0.51	1.89	2.23	0.18
59	Opera 1									
58	0.96	97.84	99.07	98.37	99.09	0.00137	0.57	1.67	2.11	0.21
1 - 50_1	0.96	98.02	99.03	98.43	99.04	0.00072	0.48	2.10	3.88	0.18
45	0.96	98.03	99.01	98.38	99.02	0.00071	0.43	2.27	3.58	0.16
44	0.96	98.03	99.01	98.38	99.02	0.00071	0.43	2.27	3.58	0.16
43	Opera 2									
42	0.96	98.03	99.01	98.38	99.02	0.00073	0.43	2.25	3.58	0.17
2 - 40_2	0.96	98.03	99.00	98.43	99.02	0.00089	0.49	2.06	4.94	0.19
3 - 30_3	0.96	97.97	98.98	98.35	98.99	0.00092	0.53	1.97	3.81	0.18
4 - 20_4	0.96	97.91	98.85	98.25	98.86	0.00088	0.48	1.99	2.51	0.17
19	Opera 3									
18	0.96	97.91	98.83	98.25	98.84	0.00093	0.49	1.95	2.50	0.18
5 - 10_5	0.96	97.91	98.72	98.34	98.73	0.00165	0.57	1.69	3.92	0.27

Vaso Brandina - Situazione di progetto - $Q_{100} = 0.96 \text{ m}^3/\text{s}$

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)	
0.1 - 60_0.1	0.96	98.14	98.94	98.35	98.94	0.00013	0.32	3.04	4.60	0.12
0.2 - 59	0.96	98.13	98.94	98.35	98.94	0.00013	0.31	3.06	4.61	0.12
0.3 - 54	0.96	98.11	98.93	98.32	98.94	0.00012	0.30	3.17	4.66	0.12
53	Attraversamento autostrada A.C.P.									
0.4 - 52	0.96	98.08	98.90	98.29	98.90	0.00012	0.31	3.14	4.64	0.12
1.1 - 49	0.96	98.06	98.89	98.27	98.90	0.00011	0.30	3.21	4.67	0.12
44	Attraversamento Linea A.C.									
2.1 - 39	0.96	97.98	98.89	98.20	98.90	0.00008	0.27	3.56	4.82	0.10
3.1 - 29	0.96	97.95	98.89	98.17	98.89	0.00008	0.26	3.69	4.87	0.10
3.2 - 28	0.96	97.95	98.88	98.29	98.89	0.00035	0.48	1.99	2.51	0.17
20_4	0.96	97.91	98.85	98.25	98.86	0.00088	0.48	1.99	2.51	0.17
19	Opera 3									
18	0.96	97.91	98.83	98.25	98.84	0.00093	0.49	1.95	2.50	0.18
10_5	0.96	97.91	98.72	98.34	98.73	0.00165	0.57	1.69	3.92	0.27

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 5.00x3.00 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	0.96	98.89	98.90	100.86	1.97	1.96
200	1.06	98.94	98.94	100.86	1.92	1.92

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	0.96	98.89	98.90	100.82	1.93	1.92
200	1.06	98.94	98.94	100.82	1.88	1.88

Sezione 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	0.96	98.89	98.90	100.79	1.90	1.89
200	1.06	98.94	98.94	100.79	1.85	1.85

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 200 anni:

- grado di riempimento tombino inferiore al 70%.