

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO**

Rilevato Tortona Sistemazioni idrauliche tombino 3x2 a pk 49+358 - Tratto 0

Relazione idraulica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI	
Consorzio Cociv Ing. N. Meistro		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 4	E	C V	R I	R I 1 9 0 3	0 0 2	A

Progettazione:

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	E. Caruso <i>E.C.</i>	15/05/2014	A. Nastasi <i>AN</i>	15/05/2014	A. Palomba <i>AP</i>	15/05/2014	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
A01	Aggiornamento Cartiglio	E. Caruso <i>E.C.</i>	25/11/2015	A. Nastasi <i>AN</i>	25/11/2015	A. Mancarella <i>AM</i>	25/11/2015	
A02	Revisione per cambio lotto	E. Caruso <i>E.C.</i>	22/03/2017	A. Nastasi <i>AN</i>	22/03/2017	A. Mancarella <i>AM</i>	22/03/2017	

n. Elab.:

File: IG51-04-E-CV-RI-RI19-03-002-A02.DOC

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-04-E-CV-RI-RI19-03-002-A02.DOC Relazione idraulica</p> <p>Foglio 3 di 13</p>

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	4
2.	CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA.....	4
3.	DATI IDROLOGICI.....	5
4.	CARATTERIZZAZIONE DELLE OPERE ESISTENTI.....	6
4.1.	Portate irrigue	6
5.	VERIFICA IDRAULICA	7
5.1.	Metodologia di calcolo.....	7
5.2.	Deflusso attraverso il canale in ingresso.....	7
5.3.	Deflusso attraverso i manufatti di attraversamento o di regolazione.....	8
5.4.	Tombini esistenti	8
5.5.	Piattaforma.....	8
6.	ATTRAVERSAMENTI DI LINEA ESISTENTI.....	9
6.1.	Sintesi dati canale esistente.....	11
7.	ATTRAVERSAMENTI DI LINEA IN PROGETTO	12
7.1.	Portata di progetto	12
8.	ALLEGATO 1 VERIFICHE IDRAULICHE	13

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RI-RI19-03-002-A02.DOC Relazione idraulica
	Foglio 4 di 13

1. INTRODUZIONE

La presente relazione descrive e verifica il funzionamento dell'attraversamento idraulico previsto alla PK 49+358 di dimensione 3X2 m della ferrovia A.C. Milano-Genova si localizza in territorio piemontese all'interno del bacino idrografico del fiume Po.

Di seguito si sintetizzano i criteri di valutazione delle portate e di verifica dell'opera di attraversamento della linea ferroviaria.

2. CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA

In generale per quanto riguarda i corpi idrici esistenti e i successivi attraversamenti si tratta essenzialmente di fossi artificiali realizzati a scopo irriguo, talvolta muniti di manufatti per la ripartizione/regolazione della portata di alimentazione. Essi possono assolvere a diverse funzioni:

- adduzione delle portate necessarie all'alimentazione delle reti irrigue delle varie parcelle;
- distribuzione nelle singole parcelle dell'acqua fornita dai fossi di cui sopra;
- raccolta e smaltimento delle portate residue non utilizzate per le pratiche irrigue.

Alle finalità irrigue può sommarsi o meno la raccolta delle acque meteoriche defluenti dalle varie porzioni di territorio sotteso dal tracciato dei corpi idrici, in funzione della geometria delle sponde dei fossi stessi, che possono essere:

- pensili: ossia delimitate da modesti rilevati arginali con sommità superiore al piano campagna che di fatto impediscono la raccolta delle acque superficiali;
- a raso: ossia raccordate al piano campagna circostante che consentono quindi la raccolta delle acque superficiali.

In generale i fossi di tipo a) consentono il deflusso di portate significative, presentano pendenze di fondo prossime al limite superiore individuato (4-5 ‰) essendo orientati all'incirca secondo la massima pendenza del piano campagna e attraversano le infrastrutture presenti mediante manufatti con sezione di deflusso proporzionata a quella del fosso stesso.

I fossi di tipologia b) sono invece caratterizzati da sezioni di deflusso sensibilmente inferiori a quelle della tipologia a) ma comunque rilevanti in quanto assolvono alla funzione di invasare i volumi di acqua che successivamente vengono sollevati meccanicamente mediante sistemi di irrigazione mobile (pompe azionate da trattori che alimentano irrigatori a pioggia).

Proprio per la loro funzione di invaso, pur presentando sezioni di deflusso rilevanti, non sono interessati da portate elevate ed i relativi manufatti di attraversamento hanno in generale delle sezioni utili decisamente inferiori a quelle dei fossi stessi.

Per quanto riguarda la tipologia c), i fossi scaricatori presentano in generale sezioni di deflusso ampie e manufatti di attraversamento proporzionati a queste ultime, dovendo raccogliere, oltre alle portate irrigue residue, anche la quota parte delle portate meteoriche drenate dal reticolo idrografico.

Queste ultime non sono in genere elevate data la morfologia poco acclive (quasi orizzontale) dei bacini tributanti, nonché la netta rilevanza delle superfici inerbite e drenanti rispetto a quelle pavimentate e impermeabili.

Per tale motivo, pur non essendo presente una vera rete drenante e pur essendovi preponderanza di fossi con sponde pensili (quindi non in grado di raccogliere gli afflussi meteorici) non si segnalano allo stato attuale situazioni critiche, in termini di allagamento delle superfici, anche nel corso di eventi pluviometrici intensi.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RI-RI19-03-002-A02.DOC Relazione idraulica
	Foglio 5 di 13

3. DATI IDROLOGICI

I dati idrologici con tempo di ritorno 100 anni sono desumibili dalla *relazione pluviometrica del progetto definitivo* approvato, eseguita con la regionalizzazione dell'informazione pluviometrica intensa di durate inferiori all'ora su celle di area pari a 1 km². I parametri delle curve di possibilità pluviometrica

$$h = a t^{n'}$$

relative a TR=100 anni, sono riportati di seguito

Tratta di linea		Durata	a	n'
Da km	A km	(ore)	mm/ora	
44+200	53+840	1	75.37	0.276
		0.5	74.94	0.276
		0.25	73.90	0.276

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RI-RI19-03-002-A02.DOC Relazione idraulica
	Foglio 6 di 13

4. CARATTERIZZAZIONE DELLE OPERE ESISTENTI

Di seguito si descrive la metodologia seguita per la definizione delle portate di progetto da assumersi per il dimensionamento delle opere idrauliche previste nell'ambito della realizzazione della linea ad Alta Capacità per i bacini minori.

Si è provveduto a definire separatamente i valori delle portate irrigue e/o smaltibili e di quelle di piena idrologica relative ad ogni corpo idrico indagato, definendo poi le portate di progetto, in relazione alle tipologie sopraesposte:

- portata di progetto uguale alla portata irrigua per i fossi destinati alla sola funzione irrigua
- portata di progetto pari alla portata di piena idrologica per i fossi aventi la sola funzione di drenaggio dei bacini circostanti;
- portata di progetto pari alla maggiore tra la portata irrigua e quella idrologica per i fossi aventi funzionalità mista.

Le portate di base per il calcolo delle portate di progetto da assumersi sono state determinate secondo i principi descritti di seguito.

Si consideri che il solo bacino scolante dell'area di progetto è lo scolmatore della Roggia Cerca, gli altri sono solo irrigui.

4.1. Portate irrigue

In assenza di precise indicazioni da parte degli enti gestori del sistema irriguo le portate sono state definite analizzando la capacità di deflusso dei corpi idrici e dei manufatti esistenti (come meglio illustrato al paragrafo seguente) studiando il reticolo per tratti omogenei, compresi generalmente tra due nodi, e verificando:

- la portata massima defluibile dal sistema di alimentazione del tratto (partitori, paratoie ecc.);
- la portata massima defluibile nelle differenti sezioni trasversali d'alveo lungo il tratto indagato;
- la portata massima defluibile nei manufatti di attraversamento esistenti.

Successivamente è stata assunta, quale portata irrigua, quella in arrivo alle opere in progetto assumendo di fatto che il sistema esistente sia dimensionato correttamente e venga gestito in modo tale da non creare situazioni di criticità per quanto riguarda il superamento della portata ammissibile e che l'eventuale acqua in più in arrivo si disperda nelle campagne.

Di seguito si descrivono in dettaglio le metodologie di calcolo utilizzate per la determinazione delle portate sopraesposte, con riferimento alle differenti tipologie di manufatti analizzati.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RI-RI19-03-002-A02.DOC Relazione idraulica
	Foglio 7 di 13

5. VERIFICA IDRAULICA

5.1. Metodologia di calcolo

La metodologia utilizzata per la verifica dei tombini in progetto è quella di calcolare la portata in arrivo nel canale di monte, che poi si immette nel tombino in progetto. L'idea è quella di stimare la massima portata che affluisce al tombino attraverso il canale esistente. Infatti il tombino sotto la ferrovia dovrà essere in grado di smaltire l'acqua in arrivo dal canale mantenendo un franco pari al 30% della luce utile. L'ipotesi è che l'acqua portata dal canale a sezione piena transiti nel tombino, quella che eventualmente deborda prima di arrivare al tombino andrebbe ad impegnare le campagne circostanti. Questa metodologia è applicata ai fossi irrigui cioè laddove non si ha la possibilità di chiudere bacini scolanti.

Nel presente progetto esistono diversi casi in cui il fondo scorrimento dei tombini in progetto è incassato rispetto a quello del canale di valle che riceve le acque dal tombino sotto la ferrovia. Ciò perchè esiste una dimensione minima accettata al di sotto della ferrovia e per questo motivo, la luce utile del tombino sarà inferiore rispetto a quella nominale. Una parte della luce non verrà considerata nella verifica idraulica, cioè non verrà considerata disponibile al deflusso. In definitiva, il gradino in uscita tra il fondo scorrimento del tombino e il fondo del canale sarà considerato inattivo. Il canale di valle non potrà ovviamente essere approfondito perché nella maggior parte dei casi le quote di recapito sono obbligate dall'esistente. Molto spesso le opere di valle sono di dimensione di molto inferiore a quelle delle opere in progetto, le quali rispondono al criterio del manuale di progettazione che prevede la dimensione minima di Ø1500 e scatolare 2X2 m minimo.

Gli step di calcolo per la verifica dei tombini sono dunque i seguenti:

- Stima della portata transitante nel canale esistente in arrivo al tombino in progetto, a sezione piena al 90%
- Costruzione del tombino previsto e canale di uscita, con valutazione dell'eventuale gradino in uscita e valutazione dell'altezza della zona inattiva eventuale
- Calcolo della portata transitante nel tombino con la sola luce utile depurata dall'altezza inattiva
- Verifica del franco del tombino costruito con un non superamento del grado di riempimento del 70%, con la portata derivante dal canale in ingresso
- Verifica del canale in uscita con la medesima portata afferente

I dati utilizzati sono quelli di topografia disponibili da progetto definitivo e successive integrazioni.

5.2. Deflusso attraverso il canale in ingresso

La portata defluente nel canale in ingresso è stata calcolata con la formula di Chèzy dove:

- Q: portata in moto uniforme, in m³/s;
- Ω: area bagnata della sezione di deflusso, in m²;

$$Q = \frac{1}{n} \Omega R^{3/2} i^{1/2}$$

- R: raggio idraulico, in m;
- i: pendenza longitudinale del fondo scorrevole, in m/m.
- n è il coefficiente di scabrezza di Manning 35 m^{1/3}/s per i fossi in massi ed in terra, 66 per i canali in cls (0.028 m^{1/3} s e 0.015).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RI-RI19-03-002-A02.DOC Relazione idraulica
	Foglio 8 di 13

Poiché si considerano tratti di canale sostanzialmente a pendenza costante il livello d'acqua utilizzato per la verifica è quello corrispondente al deflusso della portata in moto uniforme. La portata di progetto si considera dunque quella che transita nel canale in ingresso con un riempimento del 90%.

5.3. Deflusso attraverso i manufatti di attraversamento o di regolazione

La formulazione utilizzata per la determinazione della portata massima smaltibile dai manufatti di attraversamento o dalle paratoie dei manufatti partitori è quella dello stramazzo a larga soglia. Il metodo utilizzato prescinde dalla effettiva pendenza del fondo scorrevole dell'opera (che viene considerato orizzontale) e quindi si presta a rappresentare, in via cautelativa ma fedele, il funzionamento dei manufatti inseriti in un reticolo irriguo caratterizzato da manufatti di lunghezza molto esigua (generalmente dell'ordine di pochi metri) inseriti in un contesto di pendenze di fondo medie del sistema alquanto modeste.

5.4. Tombini esistenti

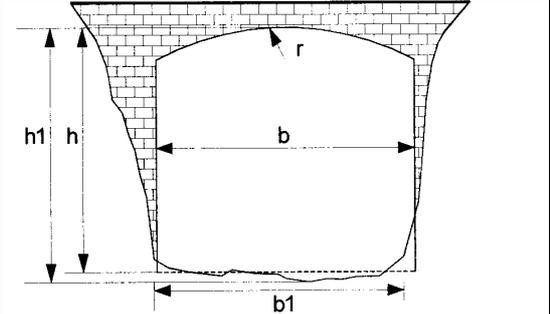
Per il calcolo della portata defluibile attraverso tombini scatolari o circolari viene utilizzata sempre la formula di Chezy sopra riportata.

5.5. Piattaforma

I contributi della piattaforma vengono calcolati nell'idraulica di piattaforma per la cui metodologia si rimanda alla relazione della singola WBS. Essi vengono gestiti da canalette e fossi in piattaforma

6. ATTRAVERSAMENTI DI LINEA ESISTENTI

A valle dei tombini in progetto sono presenti manufatti di recapito, generalmente più piccoli rispetto a quelli in progetto e presentano quindi una capacità di smaltimento minore. Tali manufatti pur presentando criticità saranno mantenuti considerando che servono aree differenti a valle e non fanno parte del presente progetto. Di seguito si riporta la foto e la dimensione dell'opera di attraversamento esistente

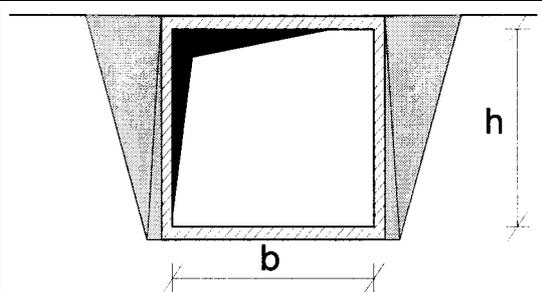
Caratteristiche geometriche manufatto di attraversamento			
Ad arco			
Base b	2,66	m	
Altezza h	1,20	m	



Questo manufatto esistente viene rifatto, in quanto la rampa e l'opera del cavalcavia vengono riprogettate nell'ambito del rifacimento della linea A.C. La sua dimensione viene adeguata a quella del tombino di monte, riportato qui di seguito, viene quindi previsto come scatolare.

Manufatto sotto la stradina di accesso alla rampa.

Caratteristiche geometriche manufatto di attraversamento		
<i>a</i> Scatolare		
Base <i>b</i>	2.72	m
Altezza <i>h</i>	1.75	m

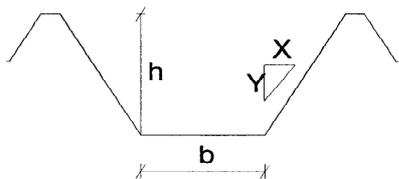



6.1. Sintesi dati canale esistente

Di seguito si riportano i dati e la foto relativi al fosso di arrivo al tombino. La denominazione del fosso è ripresa dal progetto definitivo.

Fosso 8

Caratteristiche geometriche sezione tipo esistente		
Geometria	Trapezio	
Base b	1,00	m
Altezza h	0.80	m
Pendenza sponda (X/Y)	3/2	
Pendenza media di fondo alveo	0,002	m/m




Applicando la metodologia descritta precedentemente si arriva ai seguenti valori di portata

PK	Tipologia esistente	Provenienza acque	Fosso n.	Note	Sezione tombino arrivo in	I % m/m	Q progetto mc/s
0+341	2.66X1,20	Irriguo+Piattaforma	8		tombino 2.72X1.75	0.4	9.97

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RI-RI19-03-002-A02.DOC Relazione idraulica
	Foglio 12 di 13

7. ATTRAVERSAMENTI DI LINEA IN PROGETTO

Il manufatto in progetto è previsto sotto la linea a PK 49+358 e si trova a valle di 2 tombini di analoghe dimensioni, uno esistente sotto la rampa di accesso all'opera IV15 e l'altro in progetto sotto la rampa stessa IR1L. Il tombino sotto la stradina viene mantenuto, in quanto in buone condizioni. Il tombino in progetto è di dimensioni 3X2 scatolare in continuità con l'esistente e in continuità con quello progettato sotto la rampa IR1L, raccordati tra loro da un canale in cls di base 3 e altezza 2m. In fase PD il tombino in progetto era previsto di dimensioni Ø1500, ma rispondendo ad istruttoria Italferr e rispondendo alla continuità idraulica è stato adeguato a dimensioni 3X2 m. Lo stesso canale, nel progetto definitivo era previsto delle medesime dimensioni ma rivestito in gabbioni. Il tracciato del canale è leggermente variato per raccordare meglio il tombino esistente e i due in progetto e dare continuità alla Roggia Vero.

RI19

T-R19-1: tombino scatolare 3X2 m per l'attraversamento della linea da parte del fosso 8 (Roggia Vero) in sostituzione del manufatto esistente e per lo scarico delle acque di piattaforma lato binario dispari e lato binario pari

7.1. Portata di progetto

La portata di progetto è di 9.99 mc/s, che è pari a di progetto del canale uscente dal tombino 0+341 IR1L.

8. ALLEGATO 1 VERIFICHE IDRAULICHE

Verifica canale in progetto a valle del tombino a PK 0+341 della rampa IR1L (per i dettagli del canale in progetto vedi tombino 0+341), mentre di seguito si riporta la sola verifica idraulica del canale in progetto di dimensione 3X2 e pendenza 0.2%.

Canale esistente pieno al 70%

h	2							
B = m	3			s = 0	B/H			h1
n =	0.015			i = 0.00200			0.100	h2
Passo = m	0.10000			Q	Risolvi			l
					0.23			
hu	A	R	X	V	Q	Fr	E	
m	m ²			m/s	m ³ /s		m	
0.00	0.01	0.00	22.98	0.04	0.000	0.328	0.00	
0.10	0.31	0.10	44.61	0.62	0.188	0.616	0.12	
0.20	0.61	0.18	49.49	0.93	0.565	0.663	0.25	
0.30	0.91	0.25	52.43	1.18	1.064	0.683	0.37	
0.40	1.21	0.32	54.50	1.37	1.654	0.691	0.50	
0.50	1.51	0.38	56.07	1.54	2.315	0.693	0.62	
0.60	1.81	0.43	57.33	1.68	3.033	0.692	0.75	
0.70	2.11	0.48	58.36	1.80	3.800	0.688	0.87	
0.80	2.41	0.52	59.23	1.91	4.606	0.683	0.99	
0.90	2.70	0.56	59.96	2.01	5.430	0.677	1.11	
1.00	3.00	0.60	60.61	2.10	6.299	0.670	1.22	
1.40	4.20	0.72	62.54	2.38	9.997	0.642	1.69	

Tombino in progetto analogo (scatolare 3X2m) con medesima pendenza $i=0.2\%$

h= altezza di moto uniforme

A=area

C=contorno bagnato

R= raggio idraulico

X=scabrezza

V=velocità

Q=portata

Fr=numero di Froude

E=energia totale

La verifica del tombino in progetto 3X2 m essendo di identiche dimensioni è automaticamente soddisfatta, come evidente nella tabella precedente che indica un riempimento del 70%.

Il canale in uscita dal tombino in progetto è anch'esso di dimensioni 3X2 m e pendenza 0.2% per cui si ritiene verificato in quanto identico per dimensioni allo scatolare in progetto.