

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

#### Strada di Collegamento Cantiere Moriassi COP4 e Cantiere Radimero

#### Relazione idraulica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. G. Guagnozzi	

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

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	ITEC engineering <i>OTF</i>	23/05/2012	Ing. F. Colla <i>[Signature]</i>	29/05/2012	E. Pagani <i>Ep</i>	31/05/2012	Ing. E. Ghislandi

n. Elab.:

File: IG51-01-E-CV-RI-NV30-00-001-A00.DOC

CUP: F81H92000000008



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-RI-NV30-00-001-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 7</p>

## INDICE

INDICE.....		3
1. PREMESSA.....		4
2. CARATTERISTICHE DEI CORSI D'ACQUA INTERFERENTI.....		4
3. INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI .....		4
4. INTERVENTI PREVISTI.....		6
5. METODOLOGIA DI CALCOLO .....		6
5.1. Verifiche puntuali .....		6
6. VERIFICHE IDRAULICHE .....		7
6.1. Portate di progetto .....		7
6.2. Verifiche idrauliche.....		7

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RI-NV30-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 4 di 7</span>

## 1. PREMESSA

La presente relazione contiene le verifiche di compatibilità idraulica del progetto di adeguamento della strada di collegamento tra il cantiere Moriassi (COP4) e il cantiere Radimero nel Comune di Arquata Scrivia, come da delibera CIPE n°78 del 29 Settembre 2003, predisposto alla realizzazione di una tratta del terzo valico ferroviario dei Giovi.

Il progetto prevede l'allargamento della via Moriassi che passando dal cantiere COP4 si dirige verso la S.S. N° 35 dei Giovi. L'adeguamento è previsto fino alla nuova viabilità di collegamento al cantiere Radimero, facente anch'essa parte di questa progettazione.

Lo sviluppo del tracciato sulla via Moriassi è pari a circa 650 m. Il collegamento al cantiere Radimero, invece, si sviluppa lungo un percorso pari a circa 350 m. A questi vanno aggiunte le tratte di adeguamento degli innesti alla viabilità esistente e in progetto.

L'unica interferenza con il reticolo idrografico principale è rappresentata dal Rio Campora. Attualmente l'attraversamento del rio, da parte della strada è costituito da un impalcato delle dimensioni interne (4.4 x 2.1) m. In prossimità di tale attraversamento non sono previsti ampliamenti della sede stradale.

La normativa idraulica di riferimento per la verifica dell'attraversamento è costituita dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) approvato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po con DPCM del 24/5/01, pubblicato sulla G.U. n 183 del 8/8/01.

## 2. CARATTERISTICHE DEI CORSI D'ACQUA INTERFERENTI

Il Rio Campora alla sezione di chiusura in corrispondenza della viabilità in progetto presenta un bacino di 1.15 km<sup>2</sup>; il territorio appartiene amministrativamente al Comune di Arquata Scrivia.

Il bacino presenta una forma irregolare con sviluppo massimo in direzione SO-NE e risulta scarsamente urbanizzato. La cima più alta del bacino è a quota 402 m s.l.m, situato all'estremità meridionale del bacino; la quota media del bacino risulta essere pari a 300 m s.l.m. Il bacino del Rio Campora è delimitato ad E ed a N dal torrente Scrivia e da suoi affluenti minori, ad O dal bacino del Fosso Pradella e a S dal bacino del torrente Neirone, affluente di destra del torrente Lemme. Il bacino risulta scarsamente urbanizzato.

Nella zona oggetto d'intervento le sezioni risultano di forma sostanzialmente regolare e trapezia con larghezze al fondo medie di 3 m circa, larghezze in sommità di 6 m ed altezza media delle sponde di 2.3 m.

La pendenza media del fondo alveo nel tratto in esame è pari a circa il 2%, mentre la pendenza nel tratto di monte è pari a circa il 6%.

Il fondo è costituito prevalentemente da ciottoli di medio/piccole dimensioni, con scarsa vegetazione arborea e arbustiva e risulta sgombero da grossi depositi.

L'attraversamento del rio da parte della viabilità esistente è costituito da un impalcato delle dimensioni interne (4.4 x 2.1) m.

## 3. INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

La normativa idraulica di riferimento per il versante padano 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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RI-NV30-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 5 di 7</span>

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 e degli indirizzi e delle indicazioni emerse nel corso dei colloqui con il competente Ufficio provinciale del Genio Civile di Alessandria della Regione Piemonte.

Da un punto di vista generale, per quanto riguarda la viabilità, si distinguono i casi di adeguamento della viabilità esistente e di realizzazione di nuova viabilità.

Nei casi in cui l'adeguamento della viabilità esistente, pur se a raso, si limita ad un semplice intervento di manutenzione senza interferenze con l'attuale assetto idraulico dell'alveo e delle aree adiacenti, non è prevista alcuna sistemazione idraulica, anche se l'intervento dovesse ricadere in area inondabile.

Nei casi in cui tale adeguamento comporti invece la realizzazione di opere interferenti con il corso d'acqua e/o con le sponde (muri di sostegno, argini, sbalzi ecc.), e nei casi di realizzazione di nuovi tratti di viabilità e/o nuovi attraversamenti, l'intervento previsto, pur nel rispetto dei vincoli imposti dalla progettazione stradale, è stato comunque orientato a garantire il deflusso della portata 200-ennale in condizioni di sicurezza lungo tutto il tronco del corso d'acqua interessato, anche attraverso una nuova sistemazione dell'alveo e delle sponde.

Da un punto di vista generale 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, con particolare riferimento agli effetti indotti sulla sponda opposta.

Al fine di preservare le opere dai possibili fenomeni erosivi della corrente, le fondazioni dei muri d'argine e delle opere in alveo in genere quali briglie, spalle e pile dei ponti, sono impostate ad una quota adeguatamente inferiore alla quota minima del fondo alveo (Talweg) e, quando necessario, protette con strutture elastiche quali scogliere di massi naturali, materassi tipo "Reno" o gabbioni, mantenendo per quanto possibile la naturalità dell'alveo e delle sponde.

Lungo i tratti di viabilità di cui è previsto l'adeguamento è stata effettuata la verifica idraulica dei manufatti di attraversamento esistenti al fine di individuare quelli ritenuti sufficienti al deflusso della portata 200-ennale, che possono pertanto essere mantenuti, e quelli di cui è opportuno prevedere il rifacimento perché insufficienti.

Il criterio adottato è quello di un franco minimo di 0.5 m rispetto all'intradosso per ponti, ponticelli e scatolari per i corsi d'acqua significativi (con superficie del bacino sotteso superiore a 0.2 Km<sup>2</sup>) e di un rapporto d'invaso inferiore a 0.75 per i manufatti di attraversamento dei corsi d'acqua minori (superficie del bacino inferiore a 0.2 Km<sup>2</sup>).

Nel caso di nuova viabilità a raso è stato adottato ovunque un franco rispetto al deflusso della portata di piena 200-ennale di 1.0 m rispetto al piano viabile anche in presenza di un'eventuale struttura a sbalzo.

Nel caso di nuovi attraversamenti dei corsi d'acqua significativi si è preferito anche in questo caso, ove possibile, l'adozione di struttura a campata unica senza ingombri in alveo; il franco minimo rispetto all'intradosso è stato assunto pari a 1.0 m e comunque non inferiore alla metà del carico cinetico della corrente; in accordo a quanto indicato nel P.A.I. tale valore deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce quando l'intradosso del ponte non sia orizzontale e comunque per almeno 40 m nel caso di luci superiori a tale valore; nel caso di ponti e ponticelli si è assunto comunque un valore minimo dell'altezza libera di 2 m; per gli scatolari si è assunta una dimensione minima di 2x2 m.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RI-NV30-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 6 di 7</span>

Per i corsi d'acqua secondari, in mancanza di specifiche indicazioni contenute nel P.A.I. o fornite direttamente dagli Uffici tecnici competenti, si è assunta quale dimensione minima dei manufatti di attraversamento una tubazione Ø 1000.

#### 4. INTERVENTI PREVISTI

Dal momento che l'attraversamento esistente del Rio Campora risulta verificato e in tale zona non si prevede alcuna modifica della sede stradale, non si prevedono interventi di alcun genere.

Per gli altri fossi o canali interferenti, equiparabili al sistema di smaltimento di acque di piattaforma, piuttosto che appartenenti al reticolo idrografico significativo, per i quali comunque la superficie del bacino di competenza risulta poco significativa e non facilmente determinabile, si è proceduto garantendo il mantenimento delle attuali capacità di deflusso, ampliandone eventualmente le sezioni nei tratti in cui ne sia previsto il parziale tombinamento. Le loro verifiche sono contenute nella relazione di idraulica di piattaforma.

#### 5. METODOLOGIA DI CALCOLO

Le verifiche idrauliche sono state condotte secondo un approccio a carattere locale, riferito ad un singolo manufatto o una singola sezione.

Le verifiche di tipo locale hanno riguardato singole sezioni in prossimità di ponti e tombinature lungo i tratti medio vallivi dei corsi d'acqua minori e lungo i tratti dei rivi principali per i quali non sia stato possibile effettuare altri tipi di verifiche.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti, si è fatto riferimento ad una serie di rilievi topografici, effettuati nell'ambito dell'attività di indagine propedeutica alla progettazione definitiva degli interventi.

I rilievi di dettaglio sono stati integrati, ove necessario, con la cartografica tecnica disponibile e con una serie di rilievi diretti in sito effettuati nel corso dei sopralluoghi di ricognizione

##### 5.1. Verifiche puntuali

Le verifiche idrauliche sono state condotte secondo un tipo d'approccio a carattere locale riferito ad un singolo manufatto o una singola sezione.

In assenza di variazioni significative della forma e delle dimensioni dell'alveo sono state determinate le caratteristiche della corrente in condizioni di moto uniforme mediante la formulazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

dove Q [m<sup>3</sup>/s] è la portata,  $\chi$  [m<sup>1/2</sup> s<sup>-1</sup>] il coefficiente di attrito, A [m<sup>2</sup>] l'area della sezione liquida, R [m] il raggio idraulico,  $i_f$  la pendenza dell'alveo.

Le pendenze medie dell'alveo sono state calcolate sulla base dei rilievi di dettaglio o sulla base cartografica disponibile alle diverse scale.

Per il calcolo di  $\chi$  è stata adottata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

dove n [m<sup>-1/3</sup> s] è il coefficiente dimensionale di scabrezza definito in funzione della natura dell'alveo.

La determinazione della profondità di moto uniforme è stata effettuata per pendenze del fondo sino al 10%, considerato il valore limite per l'applicabilità del metodo.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RI-NV30-00-001-A00
	Foglio 7 di 7

In mancanza di informazioni sulla pendenza del fondo e in casi particolari quali ad esempio le tombinate realizzate al di sotto di rilevati e/o discariche di materiali inerti, anche in presenza di pendenze significative, è stata comunque calcolata la profondità critica corrispondente al minimo contenuto energetico della corrente.

Le condizioni critiche sono state determinate imponendo uguale a 1 il numero di Froude della corrente:

$$\frac{Q}{A} = \sqrt{g \cdot \frac{A}{b}}$$

dove  $Q$  [m<sup>3</sup>/s] è la portata,  $A$  [m<sup>2</sup>] l'area e  $b$  [m] la larghezza del pelo libero,  $g$  [m/s<sup>2</sup>] l'accelerazione di gravità.

Nel caso di sezioni rettangolari è possibile calcolare direttamente la profondità critica  $Y_c$  [m] mediante la

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{1}{g} \cdot \left(\frac{Q}{b}\right)^2}$$

In presenza di restringimenti dovuti alla particolare conformazione dell'alveo o alla presenza di manufatti artificiali, si è ipotizzato il moto con transizione attraverso lo stato critico all'interno della sezione ristretta ed è stata calcolata la profondità nella sezione di monte dovuta al rigurgito in corrente lenta.

Il calcolo è stato eseguito mediante l'utilizzo della formula di Marchi, valida per sezioni rettangolari:

$$Y_m = K \cdot \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b_m^2 \cdot F_L^2}}$$

dove  $K$  è un fattore di forma,  $b_m$  [m] è la larghezza della sezione di monte e  $F_L$  è il valore del numero di Froude limite tabulato in funzione del rapporto di restringimento.

Il valore di  $K$  è stato assunto per tutte le verifiche uguale a 1.14, corrispondente alla situazione più sfavorevole di pile con fronti squadrate.

## 6. VERIFICHE IDRAULICHE

### 6.1. Portate di progetto

Con riferimento alla relazione idrologica, alla quale si rimanda per ogni indicazione di dettaglio sulla metodologia di analisi e di calcolo adottata, il valore della portata 200-ennale per il rio Campora è pari a 26.4 m<sup>3</sup>/s.

### 6.2. Verifiche idrauliche

La verifica è stata effettuata nell'ipotesi di sezione rettangolare di larghezza pari a 4.4 m ed altezza di 2.1 m.

Considerando come coefficiente dimensionale di scabrezza definito in funzione della natura dell'alveo o del manufatto 0.02. La profondità di moto uniforme risulta pari a 1.35 m a cui corrisponde un rapporto di invaso pari a 0.64; il manufatto risulta pertanto idraulicamente idoneo a smaltire la portata 200-ennale con un franco di sicurezza di circa 0.75 m.

Per le condizioni di moto uniforme il numero di Froude è pari a 1.25 e la velocità è pari a 4.4 m/s.

La profondità critica per la portata di 26.4 m<sup>3</sup>/s risulta pari a circa 1.55 m con una velocità di circa 3.9 m/s; il franco minimo rispetto all'intradosso della tombinata è superiore a 0.55 m.