

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**

**S.P.163 della Castagnola – Frana Carbonasca  
Idraulica di piattaforma, sistemazione alveo “Rio 1” e “Rio 2”  
Relazione idraulica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. E. Pagani	

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

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	A. Maffeis 	05/11/2014	P. Romani 	06/11/2014	A. Palomba 	07/11/2014	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
A01	Revisione cartiglio	A. Maffeis 	27/07/2015	P. Romani 	27/07/2015	A. Mancarella 	28/07/2015	

n. Elab.:

File: IG51-01-E-CV-RI-NV14-00-003-A01.DOC

CUP: F81H92000000008



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RI-NV14-00-003-A01.DOC Relazione idraulica</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 13</p>

## INDICE

INDICE.....	3
1. GENERALITÀ .....	4
1.1. Oggetto .....	4
1.2. Codici di calcolo .....	4
1.3. Normative di riferimento.....	4
2. MATERIALI .....	5
3. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE – SISTEMAZIONE ALVEO RIO 1 E RIO 2 6	
4. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE – RETE DI SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA .....	7
4.1. Pluviometria .....	7
4.2. Piogge di massima intensità e breve durata.....	7
4.3. Portate di smaltimento .....	7
5. VERIFICHE IDRAULICHE .....	9
5.1. Criteri di calcolo .....	9
5.2. Sistemazione alveo “Rio 1” .....	9
5.3. Sistemazione alveo “Rio 2” .....	10
5.4. Sistema di smaltimento acque di piattaforma.....	11
5.4.1. Cunetta triangolare .....	11
5.4.2. Collettori trasversali .....	12
5.4.3. Collettori longitudinali.....	12

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RI-NV14-00-003-A01.DOC Relazione idraulica
	Foglio 4 di 13

## 1. GENERALITÀ

### 1.1. Oggetto

L'intervento oggetto della presente relazione è inserito tra i lavori di modifica e adeguamento della viabilità esistente, interessata dal traffico indotto dalla realizzazione della nuova linea ferroviaria ad alta capacità Milano-Genova, denominata "*III Valico dei Giovi*".

Si tratta in particolare dell'adeguamento funzionale con ampliamento della sezione stradale della S.P. 7 della Provincia di Genova e della S.P. 163 della Provincia di Alessandria, in prosecuzione l'una dell'altra ed entrambe denominate "*della Castagnola*". L'intervento, nel suo complesso, si estende per circa 10km ad interessare l'intero itinerario costituito dalle due strade a partire dall'innesto sulla ex S.S. 35 "*dei Giovi*" nell'abitato di *Borgo Fornari* (Comune di *Ronco Scrivia*, Provincia di Genova) per finire all'innesto sulla S.P. 160 "*della Val di Lemme*" presso l'abitato di *Voltaggio* (capoluogo comunale, Provincia di *Alessandria*).

La presente relazione prende in esame il tratto finale di viabilità prima della intersezione con la SP 160 *della Val di Lemme* afferente alla frana "*della Carboasca*", identificato con la WBS NV14 (da pk 9+100,00 circa a 9+600,00 circa) e documenta le verifiche idrauliche del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma e degli interventi di sistemazione delle incisioni a carattere torrentizio presenti lungo il corpo di frana a valle della viabilità ("*rio 1*" e "*rio 2*").

### 1.2. Codici di calcolo

La verifica delle tubazioni in regime di moto uniforme è stata svolta con l'ausilio del codice **FlowMaster I – vers. 3.2.**

### 1.3. Normative di riferimento

- Deliberazione del Comitato dei ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento del 4 febbraio 1977. Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e), della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RI-NV14-00-003-A01.DOC Relazione idraulica
	Foglio 5 di 13

## 2. MATERIALI

### Calcestruzzo per manufatti idraulici gettati in opera

- Classe di resistenza: **C25/30**
- Classe di esposizione: XC2
- Classe di consistenza Slump: S3-S5
- Classe contenuto cloruri: CI 0.2
- Diametro massimo aggregato: 32mm
- Copriferro: 40mm

### Calcestruzzo per manufatti idraulici prefabbricati

- Classe di resistenza: **C32/40**
- Classe di esposizione: XC2
- Classe di consistenza Slump: S4
- Classe contenuto cloruri: CI 0.2
- Diametro massimo aggregato: 32mm
- Copriferro: 40mm

### Magrone di livellamento

- Classe di resistenza: **C12/15**
- Contenuto minimo di cemento: 150kg/mc

### Acciaio per armature lente

barre in acciaio **B450C**

### Collettori smaltimento acque

- Materiale: PEAD
- Classe di resistenza: SN8 tubi non calottati  
SN4 tubi calottati

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RI-NV14-00-003-A01.DOC Relazione idraulica
	Foglio 6 di 13

### 3. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE – SISTEMAZIONE ALVEO RIO 1 E RIO 2

Per la verifica idraulica degli interventi di sistemazione dell'alveo delle incisioni a carattere torrentizio denominate "rio 1" e "rio 2" si fa integralmente riferimento all'elaborato "IG51ECVRGNV1400002A – S.P. 163 della Castagnola – Frana Carbonasca – Relazione idrologica" nell'ambito del quale sono state definite le portate relative ad un tempo di ritorno pari a 200 anni per i due rii in oggetto.

I valori di portata sono di seguito riportati. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato sopra citato.

Rio 1:  $Q (T_R = 200 \text{ anni}) = 0.25\text{m}^3/\text{s}$

Rio 2:  $Q (T_R = 200 \text{ anni}) = 1.00\text{m}^3/\text{s}$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RI-NV14-00-003-A01.DOC Relazione idraulica
	Foglio 7 di 13

## 4. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE – RETE DI SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA

### 4.1. Pluviometria

Al fine di valutare le portate afferenti ai sistemi di drenaggio delle acque di piattaforma si fa riferimento all'analisi pluviometrica sviluppata con riferimento ai dati di precipitazione ed alle elaborazioni statistiche della stazione pluviometrica più prossima alle aree di interesse.

Nel caso della NV14 si prende a riferimento:

- la stazione di **Isola del Cantone** (bacino torrente *Scrvia*)
- la stazione di **Gavi** (bacino del torrente *Lemme*)

### 4.2. Piogge di massima intensità e breve durata

Nei *Piani di Bacino del torrente Polcevera* e nel *Piano Stralcio per l'Assetto Idrologico* sono riportate le elaborazioni statistiche dei dati storici di precipitazione di massima intensità e breve durata e le relative curve di probabilità pluviometrica per diversi periodi di ritorno nella forma:

$$h = a \cdot t^n$$

Dove:

$h$  [mm] = altezza di pioggia per la durata  $t$  dell'evento che può essere espresso in ore o minuti

"a" - "n" = parametri rappresentativi della stazione

I valori di "a" e "n" sono riportati per diversi tempi di ritorno e in particolare sono indicati due diversi valori  $n_1$  e  $n_2$  validi per durate rispettivamente inferiori e superiori ad 1 ora.

Per un tempo di ritorno dell'evento ( $T_R$ ) pari a **25 anni** si possono assumere i seguenti parametri:

Stazione	$T_R$ [anni]	a	n
<i>Isola del Cantone</i>	25	54.37	0.390
<i>Gavi</i>	25	66.73	0.400

### 4.3. Portate di smaltimento

Data la semplicità del sistema e l'esiguità delle superfici scolanti la portata affluente è valutabile attraverso l'applicazione della cosiddetta formula razionale:

$$Q = C \cdot i_c \cdot A$$

dove  $i_c$  [mm/h] è l'intensità di pioggia massima per la durata di pioggia pari al tempo di corrivazione  $t_c$  [ore],  $A$  [m<sup>2</sup>] è la superficie del bacino scolante e  $C$  è il cosiddetto coefficiente di deflusso che esprime, a meno delle unità di misura, il rapporto tra il volume affluito alla rete e quello complessivamente affluito al bacino.

Nel caso in esame, trattandosi di sistemi semplici con superfici di scolo modeste, si adotta un tempo di corrivazione ( $t_c$ ) pari a **10 minuti**. Per il coefficiente di deflusso ( $C$ ) si considera **C=1** (superfici impermeabili).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-01-E-CV-RI-NV14-00-003-A01.DOC Relazione idraulica</p>	<p>Foglio 8 di 13</p>

Sulla base delle assunzioni di cui sopra si ottiene il seguente valore di portata per metro di lunghezza della strada (larghezza della strada L=7.5m):

$$q \cong 0.4l/s/m$$



## 5. VERIFICHE IDRAULICHE

### 5.1. Criteri di calcolo

La verifica degli interventi di sistemazione degli alvei e la verifica del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma è stata svolta in condizioni di moto uniforme mediante la formula di Chézy:

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

Dove:

$Q [m^3/s]$  = la portata

$\chi [m^{1/2} s^{-1}]$  = coefficiente di attrito

$A [m^2]$  = area della sezione liquida

$R [m]$  = raggio idraulico

$i_f$  = pendenza dell'alveo.

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

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

dove  $n [m^{-1/3} s]$  è il coefficiente dimensionale di scabrezza definito in funzione del materiale adottato per la tubazione; per maggiori dettagli si rimanda alle specifiche verifiche.

### 5.2. Sistemazione alveo "Rio 1"

Per la sistemazione dell'alveo del "Rio 1" è prevista la realizzazione di una sezione trapezia in massi cementati con pendenza delle sponde pari a 1:1 e spessore pari a 50cm. La sezione tipo 1 prevede una larghezza alla base ed un'altezza delle sponde pari a 1.0m (cfr. figura n.5.1) mentre la sezione tipo 2 prevede una larghezza alla base ed un'altezza delle sponde pari a 1.5m.

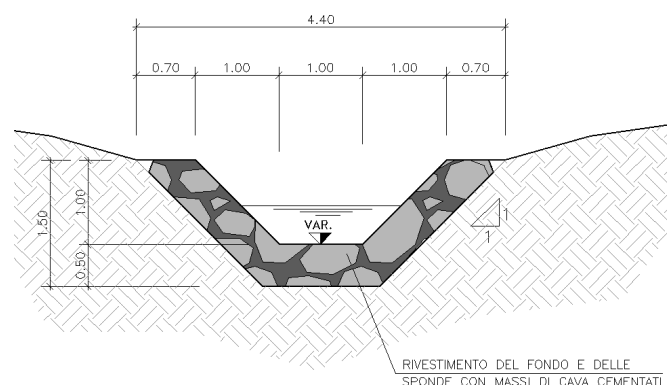


Figura n.5.1 – Sistemazione alveo Rio 1 – Sezione tipo 1

Per la verifica idraulica si fa riferimento alla sezione tipo 1. Segue il dettaglio della verifica in regime di moto uniforme svolta considerando un valore “medio” della pendenza longitudinale dell’asta pari a 28% ed un coefficiente di scabrezza (n) pari a 0.020.



Si verifica che il battente idrico all’interno della sezione trapezia è molto ridotto dell’ordine di 6cm mentre la velocità della corrente è dell’ordine di 3-4m/s.

### 5.3. Sistemazione alveo “Rio 2”

Per la sistemazione dell’alveo del “Rio 2” è prevista la realizzazione di un mezzo tubo tipo ARMCO DN600 e di due tratti intubati in collettori DN600mm in corrispondenza della pista di accesso/manutenzione ai pozzi drenanti previsti in progetto.

Segue il dettaglio della verifica in regime di moto uniforme svolta considerando un valore “medio” della pendenza longitudinale pari al 15% ed un coefficiente di scabrezza (n) pari a 0.015.



Si verifica che il battente idrico all'interno della sezione circolare è pari a circa 30cm, cui corrisponde un franco pari a circa 30cm nei tratti in cui è prevista la posa del mezzo tubo.

## 5.4. Sistema di smaltimento acque di piattaforma

### 5.4.1. Cunetta triangolare

Il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma prevede la posa di una cunetta triangolare lungo il ciglio di monte della viabilità con passo pari a 25m. Per maggiori dettagli circa la geometria della cunetta si rimanda gli specifici elaborati grafici.

La verifica idraulica del singolo tratto di lunghezza pari a 25m (larghezza piattaforma pari a 7.50m) viene svolta in regime di moto uniforme considerando il seguente valore di portata (cfr. paragrafo n.4.3):

$$Q = qL = 0.4 \cdot 25 = 10 \text{ l/s} = 0.01 \text{ mc/s}$$

Segue il dettaglio della verifica in regime di moto uniforme svolta considerando il valore minimo della pendenza longitudinale pari a 1.5% ed un coefficiente di scabrezza (n) pari a 0.014.

```
shell DOS - fm
Haestad Methods FlowMaster I version 3.21
Triangular - prova

Comment: ████████████████████████████████████████████████████████████
Solve For.....Depth

Lt Side Slope..    3.00:1 <H:V>    Velocity.....    0.91 m/s
Rt Side Slope..    0.35:1 <H:V>    Flow Area.....    0.01 sq m
Manning's n..... 0.014              Flow Top Width..    0.33 m
Channel Slope..    0.0150 m/m        Wetted Perimeter    0.36 m
Depth.....         0.08 m            Critical Depth..    0.18 m
Discharge.....     0.01 cu m/s      Critical Slope..    0.0072 m/m
                  Froude Number...    1.41

Enter Worksheet Description
<F1> Help <F2> Print <F3> Calculator <PgDn> Create Table <ESC> Exit
```

Si verifica che il battente idrico all'interno della cunetta è pari a circa 8cm, ampiamente compatibile con la geometria della cunetta stessa.

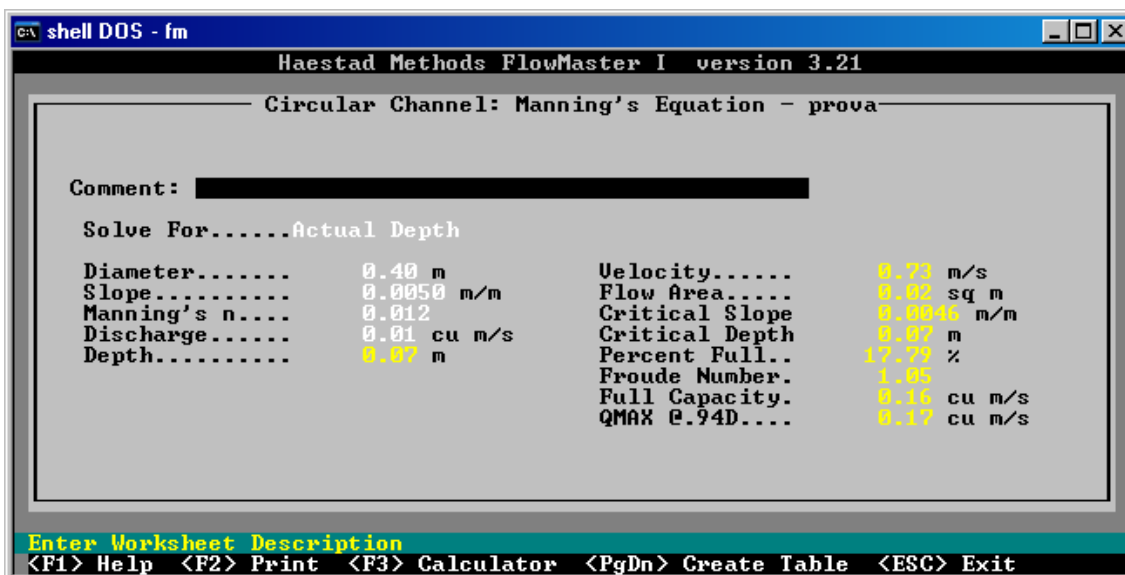
### 5.4.2. Collettori trasversali

Il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma prevede la posa con passo pari a 25m di collettori trasversali DN400mm in PEAD con la funzione di scaricare verso il recapito finale le acque raccolte dalle cunette francesi lungo il ciglio lato monte della viabilità. Per maggiori dettagli si rimanda gli specifici elaborati grafici.

La verifica idraulica del singolo tratto di lunghezza pari a 25m (larghezza piattaforma pari a 7.50m) viene svolta in regime di moto uniforme considerando il seguente valore di portata (cfr. paragrafo n.4.3):

$$Q = qL = 0.4 \cdot 25 = 10 \text{ l/s} = 0.01 \text{ mc/s}$$

Segue il dettaglio della verifica in regime di moto uniforme svolta considerando il valore "tipico" della pendenza longitudinale dei collettori pari a 0.5% ed un coefficiente di scabrezza (n) pari a 0.012.



Si verifica che il battente idrico all'interno della tubazione è dell'ordine di 6cm, ampiamente compatibile con la geometria del collettore stesso. Si precisa infatti che il diametro pari a 400mm è dettato non tanto da esigenze di tipo idraulico, quanto nella necessità di svolgere agevolmente eventuali interventi di ispezione e manutenzione della rete di smaltimento.

### 5.4.3. Collettori longitudinali

Il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma prevede che le acque provenienti dal ciglio lato monte della strada e le acque provenienti dal ciglio lato valle della strada vengano conferite ad un collettore longitudinale DN300/400mm in PEAD fino al punto di recapito finale.

La verifica idraulica dei collettori longitudinali viene svolta in regime di moto uniforme considerando tutto lo sviluppo della WBS NV14 (L = 487m circa) da cui deriva il seguente valore di portata (cfr. paragrafo n.4.3):

$$Q = qL = 0.4 \cdot 487 \approx 195 \text{ l/s} \approx 0.2 \text{ mc/s}$$

Segue il dettaglio della verifica in regime di moto uniforme svolta considerando il valore minimo della pendenza longitudinale della piattaforma, pari a 1.5% ed un coefficiente di scabrezza (n) pari a 0.012.

```
C:\ shell DOS - fm
Haestad Methods FlowMaster I version 3.21
Circular Channel: Manning's Equation - prova

Comment: ████████████████████████████████████████████████████████████████████████████████

Solve For.....Actual Depth

Diameter.....      0.40 m           Velocity.....      2.48 m/s
Slope.....         0.0150 m/m          Flow Area.....    0.03 sq m
Manning's n.....  0.012           Critical Slope    0.0001 m/m
Discharge.....    0.20 cu m/s       Critical Depth   0.32 m
Depth.....        0.25 m           Percent Full..   63.00 %
                                           Froude Number.  1.64
                                           Full Capacity.  0.20 cu m/s
                                           QMAX @.94D....  0.30 cu m/s

Enter Worksheet Description
<F1> Help <F2> Print <F3> Calculator <PgDn> Create Table <ESC> Exit
```

Si verifica che il battente idrico all'interno della tubazione è dell'ordine di 25cm cui corrisponde una percentuale di riempimento dell'ordine del 65%, valore questo generalmente ritenuto del tutto ammissibile per le condizioni di esercizio delle reti di smaltimento acque.