

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**

**Galleria naturale Campasso – Imbocco Nord**

**Relazione Idrologica**

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

|          |       |      |      |           |                  |        |      |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. |
| I G 5 1  | 0 1   | E    | C V  | R G       | G A 1 B 0 X      | 0 0 1  | A    |

Progettazione :

| Rev | Descrizione     | Redatto              | Data       | Verificato        | Data       | Progettista Integratore | Data       | IL PROGETTISTA        |
|-----|-----------------|----------------------|------------|-------------------|------------|-------------------------|------------|-----------------------|
| A00 | Prima emissione | ITEC engineering<br> | 17/09/2012 | Ing. F. Colla<br> | 19/09/2012 | E. Pagani<br>           | 21/09/2012 | Ing. E. Ghislandi<br> |
|     |                 |                      |            |                   |            |                         |            |                       |
|     |                 |                      |            |                   |            |                         |            |                       |

|           |   |
|-----------|---|
| n. Elab.: | File: IG51-01-E-CV-RG-GA1B-0X-001-A00.DOC |
|-----------|---|



## INDICE

|   |   |
|---|---|
| INDICE.....   | 3 |
| 1. PREMESSA .....   | 4 |
| 2. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE .....  | 4 |
| 3. ANALISI IDROLOGICA.....  | 4 |
| 4. CARATTERISTICHE DEI CORSI D'ACQUA INTERFERENTI .....   | 4 |
| 5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA .....  | 5 |
| 5.1. Scelta della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica del centro di scroscio.....   | 5 |
| 5.2. Stima della precipitazione efficace.....   | 5 |
| 5.3. Stima del tempo di risposta del bacino e dell'idrogramma unitario.....   | 6 |
| 5.4. Metodologia della stima della portata per un assegnato tempo di ritorno per bacini con superfici comprese tra i 2 e i 10 km <sup>2</sup> ..... | 6 |
| 5.5. Metodologia della stima della portata per un assegnato tempo di ritorno per bacini con superfici inferiori ai 2 km <sup>2</sup> .....          | 7 |
| 6. CORSI D'ACQUA INTERFERENTI: SINTESI DEI RISULTATI .....  | 8 |

ALLEGATO A1: COROGRAFIA CON INDICAZIONE DEL BACINO SOTTESO

|   |  |
|---|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>                  |
|   | <p style="text-align: right;">Foglio<br/>4 di 8</p> <p style="text-align: center;">ig51-01-e-cv-rg-ga1b-0x-001-a00.doc</p> |

## 1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è l'analisi idrologica volta alla determinazione delle portate di assegnato tempo di ritorno per i rivi interferenti con le opere connesse alla realizzazione del portale lato Milano della Galleria naturale Campasso (km 1+133.00) della linea A.C. Milano-Genova.

La presente relazione intende descrivere i contenuti e le modalità di conduzione delle attività svolte per la caratterizzazione idrologica dell'intera area intercettata dal tracciato della viabilità.

Lo studio è stato svolto secondo la metodologia e le indicazioni contenute nel Piano di Bacino Stralcio per la difesa idrogeologica, geomorfologica, per la salvaguardia della rete idrografica e per la compatibilità delle attività estrattive del torrente Polcevera, approvato con DCP n. 14 del 2/04/03 e con DCP n. 38 del 30/09/2004.

Le descrizioni delle metodologie adottate sono riportate nel capitolo 5.

## 2. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE

In fase di approvazione del Progetto Definitivo del Terzo valico dei Giovi – linea AV/AC Milano-Genova – con delibera CIPE 80/2006 non sono state indicate prescrizioni specifiche relative allo studio idrologico del reticolo idrografico.

## 3. ANALISI IDROLOGICA

Scopo dello studio è la definizione, per ciascuno dei corsi d'acqua interessati, della portata di piena con assegnato tempo di ritorno, in corrispondenza delle sezioni di intersezione con le opere previste in progetto.

Tali valori saranno assunti come dati di partenza per le successive verifiche idrauliche e per il dimensionamento delle necessarie sistemazioni in progetto.

Lo studio è stato svolto secondo le seguenti fasi:

- individuazione delle interferenze delle opere previste a progetto con corsi d'acqua naturali ed artificiali;
- schematizzazione e ricerca delle principali caratteristiche morfologiche e fisiografiche dei bacini idrografici dei corsi d'acqua intercettati dalle opere previste a progetto;
- determinazione delle portate di piena, per tutti i corsi d'acqua intercettati, attraverso l'applicazione di diverse metodologie di calcolo relative ai corsi d'acqua di interesse.

Data la mancanza di osservazioni dirette dei deflussi naturali (idrometria), nella valutazione delle portate massime probabili dei corsi d'acqua intercettati, e in particolare per quelli minori, si è fatto necessariamente riferimento a schemi di calcolo basati su una determinazione indiretta, a partire dalle curve di possibilità climatica caratteristiche dei rispettivi bacini.

## 4. CARATTERISTICHE DEI CORSI D'ACQUA INTERFERENTI

Il tracciato ferroviario oggetto di verifica è caratterizzato dalla presenza di una sola interferenza con il reticolo idrografico minore.

Il fosso interferente è rappresentato dal rio senza nome affluente di destra del rio Trasta a sua volta affluente di destra del torrente Polcevera.

Il rio senza nome alla confluenza con il rio Trasta sottende un bacino di circa 0.025 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Genova ed il suo territorio risulta non urbanizzato. Il bacino ha una forma allungata con massimo sviluppo in direzione S-N e le quote variano tra 210 m s.l.m. e circa 60 m s.l.m..

|  |  |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
|  | ig51-01-e-cv-rg-ga1b-0x-001-a00.doc <span style="float: right;">Foglio<br/>5 di 8</span>   |

L'asta principale ha uno sviluppo di circa 250 m con una pendenza media pari a circa il 40%.

## 5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

Per la definizione delle portate di piena si è fatto riferimento a quanto indicato nel Piano di Bacino del torrente Polcevera che fornisce i valori di portata per assegnato periodo di ritorno nelle sezioni più significative del reticolo idrografico.

Nel caso di affluenti minori il valore della portata di piena è stato valutato utilizzando i contributi unitari espressi dal Piano stesso variabili in funzione della superficie del bacino.

Nel caso in cui non fosse possibile utilizzare i precedenti approcci, il calcolo della portata di progetto viene condotto secondo le prescrizioni indicate dalla Autorità di bacino della Regione Liguria, sulla base del documento "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri - Rapporto finale" redatto a cura del CIMA (Centro di Ricerca Interuniversitario in Monitoraggio Ambientale dell'Università degli Studi di Genova), richiamato dal Piano di Bacino in esame.

La metodologia di calcolo va distinta per corsi d'acqua con superficie compresa tra i 2 e i 10 km<sup>2</sup> e per corsi d'acqua di superficie inferiore a 2 km<sup>2</sup>. Di seguito si riassumono le procedure propedeutiche alla caratterizzazione della portata di progetto attraverso il metodo CIMA.

### 5.1. Scelta della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica del centro di scroscio

La costruzione della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica si basa sui risultati ottenuti dalla regionalizzazione delle precipitazioni, descritta all'interno della Relazione Pluviometrica del presente progetto definitivo, che consente di esprimere la linea segnalatrice di probabilità pluviometrica locale nella forma:

$$H(d, T) = K_T E[H_1] d^n = a_T d^n$$

### 5.2. Stima della precipitazione efficace

Per la stima della precipitazione efficace è utilizzato il metodo proposto da Fantoli, che separa i due fattori altezza di pioggia e caratteristiche del terreno, attraverso una formulazione di tipo monomio strettamente legata con l'espressione monomia delle curve di possibilità climatica. Tale metodo si basa sul calcolo del coefficiente di deflusso,  $\Phi$ , rapporto fra la pioggia netta (afflusso efficace) e la pioggia lorda (afflusso totale). Se si approssima tale metodo all'andamento della forma monomia, si può ipotizzare:

$$\Phi = 0.2811 \Phi_* H(d, T)^{1/3} = C_F H(d, T)^{1/3}$$

nella quale  $\Phi_*$  è il valore assegnato al coefficiente di deflusso standard, valutato per una precipitazione di durata standard pari ad 1 ora e intensità standard pari a 45 mm/ora.

Il coefficiente  $C_F$  può essere stimato anche facendo riferimento al metodo sviluppato dal Soil Conservation Service (USDA) detto CN (Curve Number). In tal caso si propone un'ipotesi di legame concettuale del tipo:

$$C_F = \frac{3}{4} \left( 4 \cdot 25.4 \frac{1000 - 10CN}{CN} \right)^{-1/3}$$

### 5.3. Stima del tempo di risposta del bacino e dell'idrogramma unitario

Un possibile legame fra il tempo di corrivazione di un bacino,  $t_c$  e le grandezze fisiche per la sua quantificazione non può prescindere dal valore di area drenata che, per ambiti morfologicamente omogenei, può anche essere assunta come sufficiente alla sua determinazione. L'espressione che lega il  $t_c$  all'area contribuente è espresso con la seguente:

$$t_c = 0.25 + 0.27A^{1/2}$$

nella quale  $t_c$  è ottenuto in ore con  $A$  in  $\text{km}^2$ .

Questo valore è quindi assunto come tempo di base,  $t_b$ , di un idrogramma unitario istantaneo,  $h(t)$ , avente forma triangolare, risposta di picco  $h_p=2/t_b$  e tempo al picco pari a  $t_p$ . La funzione  $h(t)$  può essere espressa :

$$h(t) = \begin{cases} h_p t / t_p & \text{se } 0 \leq t \leq t_p \\ h_p t_b / (t_b - t_p) - h_p t / (t_b - t_p) & \text{se } t_p \leq t \leq t_b \\ 0 & \text{se } t_b < t \end{cases}$$

La portata di picco della risposta del bacino ad un afflusso efficace di intensità  $i$  e durata finita,  $\Theta$ , è esprimibile con la seguente:

$$Q_{\max} = \max_{0 < t < \infty} \int_0^t h(t - \tau) i(\tau) d\tau$$

Per un IUH (idrogramma unitario) triangolare il valore  $Q_{\max}$  si ottiene per  $t_p=0$  e vale:

$$Q_{\max} = Q_{\max}(\Theta, i) = 2i \frac{\Theta}{t_b} \left( 1 - \frac{\Theta}{2t_b} \right)$$

se  $Q < t_b$ , altrimenti  $Q_{\max} = i$ .

### 5.4. Metodologia della stima della portata per un assegnato tempo di ritorno per bacini con superfici comprese tra i 2 e i 10 $\text{km}^2$

Per bacini di superficie compresa tra i 2 e i 10  $\text{km}^2$  la determinazione della portata di piena è calcolabile in funzione della portata a tempo di ritorno 2.9 anni ( $Q_{2.9}$ ) nel seguente modo.

Nota la posizione geografica, in termini di longitudine, del bacino idrografico, la sua area contribuente  $A$  e del coefficiente di deflusso  $\Phi^*$  ovvero del CN medio drenato nella sezione di interesse, assumendo  $n=0,39$ , si può procedere quindi nel modo seguente:

1. il valore di  $E[H1]$ , è tabellato in funzione della longitudine;
2. si calcola  $a_{2.9}=1.06 \cdot E[H1]$  [mm/ora<sup>-0,39</sup>];
3. si calcola  $t_b = 0.25 + 0.27A^{1/2}$  [ore];
4. si calcola  $C_F = 0.2811\Phi^*$  [-]

oppure

$$C_F = \frac{3}{4} \left( 4 \cdot 25.4 \frac{1000 - 10CN}{CN} \right)^{-1/3} \quad [-].$$

dove:

- $E[H1]$  valore atteso della altezza di precipitazione massima annuale per la durata di riferimento,
- $t_b$ , tempo di base di un idrogramma unitario istantaneo

- CF, coefficiente di deflusso del bacino
- A superficie del bacino

La portata con tempo di ritorno 2.9 anni è fornita, in funzione dell'area espressa in km<sup>2</sup>, dalla:

$$Q_{2.9} = 0.3 \cdot A \cdot C_F \cdot a_{2.9}^{4/3} \cdot t_b^{-0.48} \quad [m^3 s^{-1}];$$

le portate per i diversi tempi di ritorno si ottengono dalla:

$$Q_T = K_T \cdot Q_{2.9} \quad [m^3 s^{-1}];$$

dove  $K_T$  (fattore di frequenza delle portate al variare del tempo di ritorno) tabella 3:

| T [anni] | 5    | 10   | 30   | 50   | 100  | 200  | 500  |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| $K_T$    | 1.29 | 1.79 | 2.90 | 3.47 | 4.25 | 5.02 | 6.04 |

Tabella 1 - Valori del fattore di frequenza al variare del tempo di ritorno.

In riferimento al metodo sopra descritto, al fine di evitare che in taluni casi il parametro relativo alla stima del coefficiente di deflussi implichi delle valutazioni soggettive, per la scelta del valore da assegnare al parametro assunto a rappresentare la capacità del suolo ad assorbire la precipitazione ci si deve riferire a classi omogenee di variazioni limitate, valide per l'insieme dei bacini i bacini regionali; tale caratterizzazione è riportata nella seguente tabella 4.

| Tipo | Descrizione  | CN |
|------|--|----|
| A    | Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione.<br>Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%. | 92 |
| B    | Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione.<br>Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.   | 87 |
| C    | Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione.<br>Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.  | 75 |
| D    | Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea.<br>Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%.  | 67 |

Tabella 2 - Classificazione dei bacini regionali per la stima del CN.

La portata a tempo di ritorno 2.9 anni può quindi essere espressa

$$Q_{2.9} = C_Q \cdot A \cdot (0.25 + 0.27 \cdot A^{1/2})^{-0.48} \quad [m^3 s^{-1}];$$

da cui quelle a tempo di ritorno assegnato

$$Q_T = K_T \cdot Q_{2.9} \quad [m^3 s^{-1}];$$

con  $K_T$  fattore di frequenza delle portate.

Il coefficiente  $C_Q$  è tabellato in funzione della ubicazione del bacino (longitudine) e della sua classificazione secondo quanto riportato in tabella 4.

## 5.5. Metodologia della stima della portata per un assegnato tempo di ritorno per bacini con superfici inferiori ai 2 km<sup>2</sup>

Per bacini di superficie inferiore a 2 km<sup>2</sup>, la portata a tempo di ritorno assegnato è calcolabile in funzione del contributo specifico secondo la seguente espressione:



$$Q_T = K_T \cdot A \cdot U_{A=2} \quad [m^3 s^{-1}];$$

in cui la superficie  $A$  è espressa in  $km^2$ ,  $U_{A=2}$  (contributo chilometrico specifico per bacino di superficie pari a  $2 km^2$ ) in  $m^3 s^{-1} km^{-2}$ ,  $K_T$  il valore di frequenza delle portate espressa nella tabella in precedenza riportata. Il coefficiente  $U_{A=2}$ , è tabellato in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica.

## 6. CORSI D'ACQUA INTERFERENTI: SINTESI DEI RISULTATI

Per quanto riguarda il rio minore oggetto di studio ricadente all'interno del bacino del torrente Polcevera poiché nel Piano di Bacino non è specificatamente riportato il valore della portata 200-ennale alla sezione di chiusura tale valore è stato calcolato mediante l'utilizzo dei contributi unitari di piena in funzione della superficie del bacino sotteso riportati nel Piano stesso: essi variano da un massimo di  $40 m^3/s km^2$  per bacini con superficie fino a  $1 km^2$ , ad un minimo di  $30 m^3/s km^2$  per bacini con superficie compresa fra  $7$  e  $8 km^2$ .

Nel caso in esame il bacino del rio è pari a  $0.25 km^2$ , cui corrisponde una portata 200-ennale pari a  $1 m^3/s$ .