

Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia

DIREZIONE REGIONALE DELLA VIABILITA' E DEI TRASPORTI

Legge 21 dicembre 2001 n. 443 (c.d. "Legge obiettivo")
Primo Programma Nazionale Infrastrutture Strategiche
Intesa Generale Quadro Ministero Infrastrutture e Trasporti - Regione Autonoma
Friuli - Venezia Giulia

F.V.G. 3 NODO E HUB INTERPORTUALE DI TRIESTE

**F.V.G. 3.2 PENETRAZIONE NORD DI TRIESTE: COLLEGAMENTO IN GALLERIA
DA PROSECCO AL PORTO VECCHIO E SOTTOPASSO DELLA CITTA'**
PER RIALLACCIO ALLA GRANDE VIABILITA' TRIESTINA.

SOGGETTO AGGIUDICATORE: REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA

Progettazione preliminare affidata in avvalimento al Dipartimento di ingegneria civile
dell'Università degli Studi di Trieste con atto rep. n.7905 dd.19.12.2002

PROGETTO PRELIMINARE



Dipartimento di Ingegneria Civile

Università degli Studi di Trieste



Il Progettista:

Prof. Ing. Aurelio Marchionna

Il Responsabile del procedimento

Prof. Ing. Roberto Camus

Collaboratori:

Dott. Ing. Paolo Perco
Dott. Ing. Paola Capon
Dott. Ing. Giovanni Longo
Dott. Ing. Stefano Moratto
Dott. Ing. Alberto Robba

Consulenti:

Alpina S.p.A.
Studio Ing. Pierpaolo Ferrante
Geotecna Progetti S.p.A.
Soil S.r.l.
Studio Prof. Ass. Ingg. Ferro e Cerioni
Prof. Ing. Sascia Canale

Geologia:

Soil S.r.l.
Dott.Geol. Aldo Battaglia
Dott.Geol. Fabio Staffini

Data

Febbraio 2003

Titolo elaborato:

Scala:

**IDRAULICA
RELAZIONE TECNICA**

Revisioni:

00

**INTERFERENZE
CON CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI**

Codifica

H 2 002

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	STIMA DEI DEFLUSSI SUPERFICIALI	4
3.	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	6
4.	INTERFERENZE INDIVIDUATE	7
4.1.	Svincolo di via Giusti	7
4.2.	Svincolo di via Moreri	8
4.3.	Svincolo di via Cumano	9
4.4.	Svincolo di via Fabio Severo	11

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è l'individuazione e la risoluzione delle interferenze tra il reticolo idraulico superficiale e il tracciato viabile . Il reticolo idrografico superficiale è mediamente caratterizzato da forti pendenze (4 – 5%), frequenti salti di fondo, e un regime idraulico di tipo torrentizio.

I bacini imbriferi sottesi ai corsi d'acqua presentano una percentuale di urbanizzazione piuttosto elevata e percentuali di aree impermeabili superiori al 50%. In virtù di questo fatto e delle elevate pendenze, nonché delle modeste lunghezze delle aste in relazione alle sezioni di chiusura ove si ubicano gli interventi , ne conseguono dei tempi di corrivazione piuttosto ridotti, elevate velocità di deflusso e conseguentemente un'energia cinetica elevata che determina consistenti fenomeni di trasporto solido.

I torrenti scorrono in direzione prevalente est – ovest, si mantengono a cielo aperto nei tratti scoscesi iniziali caratterizzati da bassa densità abitativa e successivamente vengono intubati nel centro abitato.

La viabilità di progetto segue un tracciato prevalentemente in galleria, caratterizzato da coperture elevate che limitano al minimo le interferenze con i corsi d'acqua superficiali. In particolare per quanto riguarda la *Penetrazione Nord* non si registra alcuna interferenza mentre il tracciato del *Passante Intervallivo*, a seguito degli 8 svincoli necessari per l'innesto sulla viabilità cittadina, presenta interferenze più o meno rilevanti con i torrenti esistenti.

Le interferenze individuate non costituiscono ostacolo alla fattibilità del progetto. Ove possibile, il tracciato viabilistico si è adattato in modo da ridurre al minimo le interferenze con gli alvei.

I criteri fondamentali adottati nel dimensionamento delle opere idrauliche in oggetto sono i seguenti:

- . garantire sicurezza alle opere di progetto da eventuali fenomeni di esondazione;
- . non perturbare le condizioni di deflusso attuali degli alvei, garantendo al minimo la capacità di convogliamento della portata caratteristica dello stato attuale;

- . riprodurre, nei tratti interferiti, una sezione geometrica simile all'attuale, prevedendo rimodellazioni il più possibile "*naturalizzate*" ed interventi di mitigazione ambientale dove è necessario intervenire con opere in calcestruzzo.

2. STIMA DEI DEFLUSSI SUPERFICIALI

La portata defluente nei corsi d'acqua interferiti viene stimata, in via preliminare attraverso la formula razionale:

$$Q_c = u_c \cdot A = A \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_c^{n'-1}$$

dove:

u_c coefficiente udometrico [l/sha]

A superficie di bacino imbrifero sotteso [ha]

φ coefficiente di afflusso

a' parametro della curva di possibilità pluviometrica [mm/ore]

θ_c durata critica dell'evento pluviometrico [ore]

n' parametro della curva di possibilità pluviometrica

L'evento critico è stimato mediante il metodo di corrivazione che ben si adatta alle caratteristiche di prevalente scorrimento dei bacini imbriferi in questione.

Secondo tale metodo la durata critica della pioggia è pari al tempo di corrivazione del bacino ($\theta_c = T_0$):

$$Q_c = u_c \cdot A = A \cdot \varphi \cdot a \cdot T_0^{n'-1}$$

dove:

T_0 tempo di corrivazione [ore]

Il tempo di corrivazione (T_0) è stato stimato attraverso la formula di Giandotti:

$$T_0 = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{(H_m - H_v)}}$$

dove:

A superficie di bacino imbrifero sotteso [km²]

L lunghezza massima del percorso idrico [km]

H_m quota geodetica assoluta del punto più alto del bacino sotteso [m slm]

H_v quota geodetica assoluta della sezione di chiusura del bacino sotteso [m slm]

Date le caratteristiche orografiche e di urbanizzazione dei bacini imbriferi in questione il coefficiente di afflusso è stato stimato pari a 0.6.

I parametri della curva di possibilità pluviometrica della città di Trieste per tempo di ritorno di 100 anni (fonte Dipartimento di Idraulica dell'Università di Trieste) sono:

a' : 62.9 mm/h

n' : 0.238

La stima, adeguata nell'ambito del progetto preliminare, andrà supportata in fase definitiva da precisi dati relativi al deflusso e al trasporto solido.

3. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

La capacità di smaltimento delle sezioni defluenti a pelo libero viene calcolata secondo la legge di Chezy del moto uniforme:

$$Q = A \cdot \chi \cdot (R \cdot i)^{0.5}$$

dove:

A superficie della sezione drenante [m²];

χ coefficiente di scabrezza secondo Strickler $\chi = K_s \cdot R^{1/6}$, con K_s coefficiente di Strickler;

R raggio idraulico [m];

i pendenza motrice.

Il coefficiente di Strickler per sezioni in calcestruzzo gettate in opera è stimato pari a di 60 m^{1/3}/s.

4. INTERFERENZE INDIVIDUATE

Dall'analisi preliminare del tracciato plano-altimetrico di progetto sono state evidenziate quattro interferenze in corrispondenza di:

1. svincolo di via Giusti;
2. svincolo di via Moreri;
3. svincolo di via Cumano;
4. svincolo di via Fabio Severo.

Nei paragrafi seguenti vengono trattate separatamente le diverse interferenze, individuando per ognuna i bacini imbriferi sottesi e i tempi di corrivazione al fine di stimare la portata defluente nel torrente interferito.

4.1. Svincolo di via Giusti

La rotatoria di connessione alla viabilità cittadina dello svincolo di via Giusti interferisce con il torrente defluente nella zona dei serbatoi dell'acquedotto.

In particolare si verifica che la nuova viabilità interseca l'alveo in un tratto a cielo aperto immediatamente a monte del tombino esistente.

Alla sezione di chiusura interessata il bacino imbrifero sotteso misura circa 46 ha. La lunghezza dell'asta media è di circa 800 m e la differenza tra le quote di monte e valle, al netto dei salti idraulici dovuti alle regimazioni presenti è di circa 160 m

Con questi dati si ottiene un tempo di corrivazione dalla formula di Giandotti di circa 41 minuti. In via preliminare si assume la durata di 1 ora per l'evento critico.

Dalle curve di possibilità pluviometrica dei 100 anni di tempo di ritorno si ottiene una portata di 5 m³/s.

Viste le quote di progetto e le quote dell'alveo esistente si riesce a risolvere l'interferenza con un tratto di tombinamento di sezione 4.50 m x 2.50 m di lunghezza di 30 m.

In fase di progetto definitivo andranno acquisiti i dati approfonditi relativi ai deflussi, alle dinamiche di trasporto solido ed alle capacità di convogliamento al fine di poter mettere ulteriormente a punto gli accorgimenti necessari per proteggere da potenziali esondazioni dell'alveo le adiacenti rampe "*via Giusti – Penetrazione Nord*" e "*Penetrazione Nord –Via Giusti*" che sono caratterizzate da una livelletta in discesa verso il Passante Intervallivo.

Il Comune di Trieste, nell'ambito della riqualificazione di via Gusti, ha intenzione di prolungare la viabilità cittadina in direzione del torrente; tale tracciato dovrà interferire il minimo possibile con il corso d'acqua, mantenendosi preferibilmente su una delle due sponde.

4.2. Svincolo di via Moreri

La rampa denominata "*GVT - Via Moreri*" interferisce con il torrente defluente in zona "*Roiano*" in corrispondenza del tratto di innesto sulla viabilità cittadina.

In particolare si verifica che i muri di sostegno e le opere provvisorie dell'ingresso in galleria intersecano l'alveo in un tratto a cielo aperto e che il tratto finale in rilevato interferisce con il tratto immediatamente a monte del tombino esistente, in corrispondenza del quale è ubicato un salto di fondo.

Il torrente interferito ha caratteristiche comuni ai corsi d'acqua della zona descritti nei paragrafi precedenti.

Alla sezione di chiusura interessata il bacino imbrifero sotteso misura circa 82 ha. La lunghezza dell'asta media è di circa 1500 m e la differenza tra le quote di monte e valle, al netto dei salti idraulici dovuti alle regimazioni presenti è di circa 100 m

Con questi dati si ottiene un tempo di corrivazione dalla formula di Giandotti di circa 44 minuti. In via preliminare si assume la durata di 1 ora per l'evento critico.

Dalle curve di possibilità pluviometrica dei 100 anni di tempo di ritorno si ottiene una portata di 8.6 m³/s.

Nell'intervento si prevede di:

- . prolungare il tombino con le attuali caratteristiche e riprodurre il salto di fondo esistente a monte dell'attraversamento alla viabilità di progetto;
- . realizzare un ulteriore tratto tombinato in affiancamento alle opere di sostegno all'ingresso della galleria artificiale.

La pendenza media del tratto finale d'alveo è del 7% con un salto di fondo finale di circa 2.4 m. La sezione di dimensioni 4.00 m x 2.50 m permette il convogliamento della portata stimata con abbondante franco.

4.3. Svincolo di via Cumano

L'interferenza idraulica superficiale più delicata si verifica in corrispondenza dello svincolo di via Cumano con il torrente *Sette Fontane*.

Il torrente ha caratteristiche comuni ai corsi d'acqua della zona, in particolare nel tratto interferito l'alveo inciso presenta una pendenza longitudinale circa del 4% e, immediatamente a valle della confluenza con un rio minore in sinistra idraulica, scorre affiancato alla linea ferroviaria '*Campo Marzio – Villa Opicina*' fino a giungere al tombino esistente di sottopasso alla stessa.

Proseguendo verso valle, come da informazioni acquisite, il tratto esistente tombinato prosegue verso il piazzale di via Cumano al di sotto della viabilità esistente.

Gli interventi di progetto interferenti con il torrente Sette Fontane sono:

1. viadotto Cumano (pile P1 in alveo);
2. spostamento della linea ferroviaria Campo Marzio – Villa Opicina (interferenza con la sponda destra);
3. rampa GVT – via Cumano (sottopasso del torrente a cielo aperto);

4. via Cumano – GVT (intersezione e sottopasso al torrente sia a cielo aperto che in tombino);
5. rampa Penetrazione Nord – via Cumano (interferenza con il tratto tombinato).

Alla sezione di chiusura interessata il bacino imbrifero sotteso misura circa 100 ha. La lunghezza dell'asta media è di circa 2000 m e la differenza tra le quote di monte e valle, al netto dei salti idraulici dovuti alle regimazioni presenti è di circa 130 m

Con questi dati si ottiene un tempo di corrvazione dalla formula di Giandotti di circa 46 minuti. In via preliminare si assume la durata di 1 ora per l'evento critico.

Dalle curve di possibilità pluviometrica dei 100 anni di tempo di ritorno si ottiene una portata di 10.5 m³/s.

Risoluzione dell'interferenza 1

L'interferenza con le pile P1 viene risolta rettificando l'andamento planimetrico dell'alveo a valle della confluenza in modo da garantire che il deflusso del torrente Sette Fontane avvenga tra le pile P1 e le spalle SP2.

Tale intervento verrà realizzato mantenendo inalterata la pendenza longitudinale dell'alveo al fine di non alterare le dinamiche idrauliche esistenti.

La sezione defluente di progetto, realizzata in calcestruzzo, garantirà la tenuta idraulica e quindi la protezione delle fondazioni delle strutture portanti del viadotto.

La portata stimata defluisce con gli adeguati franchi idraulici in una sezione trapezia di base minore pari a 6.00 m con altezza variabile da un minimo di 2.50 m in funzione del raccordo delle sponde al piano campagna, raggiungendo un ingombro, simile all'esistente.

Risoluzione dell'interferenza 2

Lo spostamento della linea ferroviaria richiede un ripristino del tratto di torrente che va dall'interferenza con le pile del viadotto fino al tombino esistente.

La sezione in calcestruzzo trapezia si mantiene costante e pari a quella tra la pila e la spalla del viadotto Cumano. Tale sezione è adeguata a garantire il deflusso della portata di piena con tempo di ritorno di 100 anni lungo tutto il tratto interferito.

Risoluzione dell'interferenza 3

La rampa GVT – Cumano in galleria sottopassa l'alveo del torrente con una copertura sufficiente a non interferire con il torrente Sette Fontane. La sistemazione superficiale del torrente garantirà una perfetta tenuta idraulica al fine di evitare eventuali infiltrazioni che possano danneggiare la galleria sottostante.

Risoluzione dell'interferenza 4

La rampa Cumano – GVT in galleria sottopassa l'alveo del torrente in due punti: una prima volta nel tratto a cielo aperto immediatamente a monte dell'ingresso in tombino e una seconda in corrispondenza del tombino esistente stesso.

L'interferenza viene risolta deviando l'alveo a monte della prima intersezione e riproducendo il sottopassaggio alla linea ferroviaria circa 70 m a monte dell'esistente.

Risoluzione dell'interferenza 5

Gli interventi di progetto nella zona tombinata del Sette Fontane richiedono un ripristino dell'intero tratto fino al piazzale di via Cumano.

L'alveo, a valle del sottopassaggio alla linea ferroviaria, viene mantenuto al di sotto della rampa Penetrazione Nord – via Cumano con una sezione rettangolare 6.00 m x 3.00 m e una pendenza analoga a quella esistente fino all'innesto nell'esistente.

In fase di progetto definitivo andrà effettuato un rilievo topografico di dettaglio sul torrente esistente ed in particolare sul tratto tombinato al fine di ottimizzare le soluzioni progettuali ad oggi adottate.

4.4. Svincolo di via Fabio Severo

La rotatoria di connessione alla viabilità cittadina dello svincolo dell'Università interferisce con il torrente defluente in zona "Cologna".

La nuova viabilità interseca l'alveo in un tratto a cielo aperto immediatamente a monte del tombino esistente.

Alla sezione di chiusura interessata il bacino imbrifero sotteso misura circa 44 ha. La lunghezza dell'asta media è di circa 700 m e la differenza tra le quote di monte e valle, al netto dei salti idraulici dovuti alle regimazioni presenti è di circa 100 m

Con questi dati si ottiene un tempo di corrivazione dalla formula di Giandotti di circa 39 minuti. In via preliminare si assume la durata di 1 ora per l'evento critico.

Dalle curve di possibilità pluviometrica dei 100 anni di tempo di ritorno si ottiene una portata di 4.6 m³/s.

Viste le quote di progetto e le quote dell'alveo esistente si risolve l'interferenza prolungando il tombino esistente per un tratto di 60 m con sezione di 4.50 m x 2.50 m .

In fase di progetto definitivo andranno acquisiti i dati approfonditi relativi ai deflussi, alle dinamiche di trasporto solido ed alle capacità di convogliamento al fine di poter mettere ulteriormente a punto gli accorgimenti necessari per proteggere da potenziali esondazioni dell'alveo le quattro adiacenti rampe che sono caratterizzate da una livelletta in discesa verso il Passante Intervallivo .