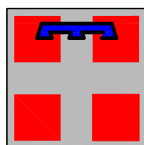




PROVINCIA DI ASTI



REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI CUNEO

## COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE ASTI - CUNEO

TRONCO II A21 (ASTI EST) - A6 (MARENE)

LOTTO 6 RODDI - DIGA ENEL

PROGETTO ESECUTIVO  
OPERE D'ARTE DI ATTRAVERSAMENTO

OPERE IDRAULICHE  
SISTEMAZIONE RIO SAN GIACOMO  
RELAZIONE IDRAULICA

Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Codifica:
00	Apr. 2013	EMMISSIONE	ing. Dal Col	ing. Ossesia	ing. Ghislandi	2.6 E - r E.3.12.01
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Lotto Prog. Tipo Elaborato
01	Mar. 2015	Rev. a seguito Verifica Assoggettabilità	ing. Dal Col	ing. Ossesia	ing. Ghislandi	Data: Marzo 2015
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Scala:
						-



PROGETTISTA e RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Enrico Ghislandi  
Albo di Milano  
N° A 16993

CONCESSIONARIA:





## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
1.1.    INQUADRAMENTO GENERALE DEL CORSO D'ACQUA.....	2
1.2.    DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	2
<b>2. CALCOLI IDRAULICI.....</b>	<b>4</b>
<b>3. CANTIERIZZAZIONE.....</b>	<b>7</b>

## 1. PREMESSA

Il progetto del lotto 2.6 Roddi-Diga Enel del collegamento autostradale A6-A21 (Asti-Cuneo) interferisce con l'asta del rio San Giacomo alla progressiva 0+750 circa. Nel tratto di interferenza l'opera autostradale è prevista in galleria artificiale e sottopassa il corso d'acqua con 2 canne separate.

Pertanto, si renderà necessario deviare provvisoriamente la sezione d'alveo per tutto il tratto interessato dalla realizzazione delle canne di galleria artificiale, attestandosi sul versante sinistro in adiacenza alla strada deviata, al di sopra delle future gallerie naturali.

Solo a seguito dell'ultimazione dei lavori di ricoprimento delle canne di galleria artificiale e di rimodellamento finale del terreno sull'area interessata dagli scavi, si potrà procedere alla realizzazione della nuova sezione sistemata del rio secondo il profilo di progetto che ripropone l'attuale tracciato.

### 1.1. INQUADRAMENTO GENERALE DEL CORSO D'ACQUA

Si tratta di un tributario di destra del T. Tanaro, entro cui confluisce circa 2 chilometri a valle della confluenza Tanaro/Stura. La testata del bacino è collocata in prossimità dell'abitato di Castagni, tra i confini comunali di Verduno e la Morra, a circa 410 m di quota.

Lungo il tratto in cui è previsto l'attraversamento autostradale il Rio scorre a mezzacosta, alcuni metri più in alto rispetto al fondovalle. Questo assetto viene mantenuto per circa 200 m, tra le quote 218 e 212 circa, con una pendenza del fondo pari a circa 3,3%.

In questo tratto l'alveo è inizialmente stretto e poco inciso, non in grado di contenere le acque di piena, che esondano in sinistra.

Più avanti, oltre il previsto attraversamento autostradale, l'alveo si allarga e si approfondisce, portandosi in condizioni da poter smaltire quasi interamente anche le portate di piena corrispondenti ad elevati tempi di ritorno.

Al termine di questo tratto, la presenza di 2 tombini circolari affiancati con diametro interno 80 cm per l'attraversamento della carreggiabile proveniente da C.na Deglia riduce decisamente la capacità di portata dell'alveo che torna ad allargarsi e approfondirsi più a valle.

A valle dell'attraversamento l'alveo si allarga e si approfondisce ulteriormente.

### 1.2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

I lavori per la costruzione della galleria comporteranno forti modifiche di un'ampia fascia di territorio attraversata dal Rio San Giacomo.

Tali opere comporteranno, come conseguenza, una prima deviazione del corso del rio (sistemazione provvisoria) ed una successiva sistemazione dell'alveo lungo la fascia di terreno rimodellata (sistemazione definitiva a termine lavori).

#### Sistemazione provvisoria

Prima di procedere con i lavori di costruzione delle 2 canne di galleria occorrerà realizzare la deviazione della strada vicinale e, in affiancamento, la deviazione del rio in una zona a margine della fascia di intervento sulla sinistra del versante in modo da non interferire con le operazioni di cantiere.

La deviazione sarà effettuata su un tratto di complessivi 282 m su un dislivello totale di 6,00 m (da quota 219,00 m s.m. circa, a quota 213,00) e una pendenza media del 2,1%.

La sezione tipo della canalizzazione provvisoria è trapezia con larghezza di base 1,00 m, altezza 1,00 m e larghezza in sommità di 3,00 m; la tipologia è in lastre prefabbricate in calcestruzzo armato.

Nel tratto rettilineo tra le due canne delle gallerie artificiale (L=34 m) è prevista a posa di una condotta in lamiera ondulata tipo ARMCO T150, R11 di luce 2,99 m e altezza 1,99 m, al fine di dare continuità alla pista di cantiere prevista tra le due carreggiate autostradali.

#### Sistemazione definitiva

Gli scavi necessari alla realizzazione delle gallerie artificiali in progetto coinvolgeranno l'alveo del rio per una lunghezza di circa 80 m.

Il ripristino della funzionalità del rio sarà attuato riprofilando, rivestendo e impermeabilizzando la sezione in modo da:

- consentire un più adeguato smaltimento delle portate di piena rispetto alle attuali condizioni, mediante una sezione trapezia di larghezza 3 m alla base, altezza 1,50 m e larghezza in sommità di 7,50 m;
- stabilizzare l'alveo mediante rivestimento in materassi metallici tipo "Reno" di spessore pari a 30 cm, per una lunghezza di 207 m circa;
- impedire le infiltrazioni nella zona della galleria prevedendo al di sotto del rivestimento una guaina impermeabilizzante in PVC su cui poggiare un telo di geotessile ed uno strato superiore in pietrame. Tali interventi sono previsti per una lunghezza complessiva di 90 m, a partire da 25 m circa a monte dell'asse galleria della canna in direzione Asti.

In sintesi si prevede la realizzazione di 2 sezioni tipologiche:

- sezione tipo A prevista nel tratto iniziale (L = 84,45 m) e nel tratto terminale (L = 32,55 m), dove non vi è interferenza diretta con le canne di galleria;
- sezione tipo B nel tratto intermedio (L = 90,00 m) dove l'inalveazione attraversa la fascia di interesse per le 2 canne di galleria.

La pendenza di progetto di fondo sistemazione è pari allo 0,77% nel primo tratto (per complessivi 117 m), al 3,4% nel secondo tratto (per complessivi 39 m circa) e al 2,6 % nel tratto terminale (per complessivi 33 m circa).

Fra i vari tratti sono previste delle discontinuità altimetriche a valle delle 2 canne di galleria: la prima, per complessivi 60 m, realizzata con semplice sovrapposizione dei materassi metallici; la seconda, tramite uno scivolo su una lunghezza di 12,00 m (e dislivello 2,30 m) realizzato con la stessa sezione tipo B.

Il profilo di fondo di progetto è stato studiato in modo tale da rispettare i vincoli in quota determinati dalle gallerie e mantenere la pendenza il più possibile congruente con quella dell'alveo esistente.

Nelle sezioni di inizio e fine sistemazione ed in corrispondenza delle 2 testate dello scivolo previsto a valle della seconda canna di galleria (quella in direzione Cuneo), si realizzerà un taglione di immorsamento del rivestimento di fondo, costituito da un gabbione metallico riempito con pietrame di adeguata pezzatura di dimensioni 1,00 x 1,00 m, esteso all'intera larghezza della sistemazione.

## 2. CALCOLI IDRAULICI

Il dimensionamento delle opere di sistemazione è stato eseguito con riferimento alla portata duecentennale QTR 200 = 19,45 m<sup>3</sup>/s.

Il criterio utilizzato è quello di garantire il contenimento delle portate di piena all'interno della sezione sistemata sia pure con un franco minimo; tale assunzione è motivata dal fatto che buona parte del tratto di sistemazione è prevista su un rimodellamento della morfologia del terreno a seguito della realizzazione delle opere stradali in sotterraneo.

Si è ritenuto necessario adottare un criterio così cautelativo pur considerando che allo stato attuale il corso d'acqua presenta, sia a monte che a valle, sezioni più ristrette e con capacità di portata estremamente ridotta.

Inoltre, con la nuova inalveazione, il corso d'acqua (che attualmente nel tratto in esame si sviluppa a mezzacosta con evidenti esondazioni soprattutto in sinistra) intercetterà correttamente le acque di versante di propria competenza svolgendo quella funzione drenante che oggi garantisce solo parzialmente.

Con riferimento all'analisi idrologica relativamente al bacino del rio San Giacomo alla sezione di chiusura di interesse risultano i seguenti valori di riferimento:

- Superficie bacino: 1,212 km<sup>2</sup>;
- QTR 200: 19,45 m<sup>3</sup>/s;
- QTR 100: 17,13 m<sup>3</sup>/s.

Le verifiche idrauliche sono state eseguite per i diversi valori di pendenza assegnata al fondo sistemazione adottando uno schema di moto uniforme. Si è quindi fatto riferimento alla formula di Chèzy per ricavare le scale di deflusso della canalizzazione e verificare il passaggio della portata di progetto.

La legge di Chèzy si configura nel modo seguente:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

avendo indicato con:

- Q, la portata al colmo con TR 200 anni;
- K<sub>s</sub>, il coefficiente di Strickler, assunto per il rivestimento in materassi metallici pari a 45 m<sup>1/3</sup>/s e per il rivestimento in lastre di calcestruzzo armato pari a 70 m<sup>1/3</sup>/s;
- A, l'area della sezione;
- R, il raggio idraulico della sezione;
- I, la pendenza longitudinale della sistemazione.

I risultati che ne derivano sono riportati nella successiva tabella.

*Tabella 1 – Risultati della verifica idraulica del Rio San Giacomo.*

Pendenza (%)	Lunghezza tratto (m)	Livello idrico TR 200 anni (m)	Grado di riempimento	Velocità (m/s)
0,77	117	1,22	81%	3,39
3,4	39	0,81	54%	5,76
2,6	33	0,88	59%	5,25

La sistemazione di progetto prevede la riduzione della pendenza media del corso d'acqua (1,6%), da cui deriva una riduzione delle velocità medie di deflusso. Tale aspetto, insieme al totale contenimento delle portate di progetto all'interno della sezione con un franco residuo minimo di 28 cm nel tratto a pendenza inferiore determinano un complessivo miglioramento delle condizioni di deflusso rispetto allo stato attuale.

*Figura 1 – Scale di deflusso per la sistemazione idraulica in progetto, pendenze 0,77%, 3,4% e 2,6%.*

**Moto uniforme in canaletta trapezia**

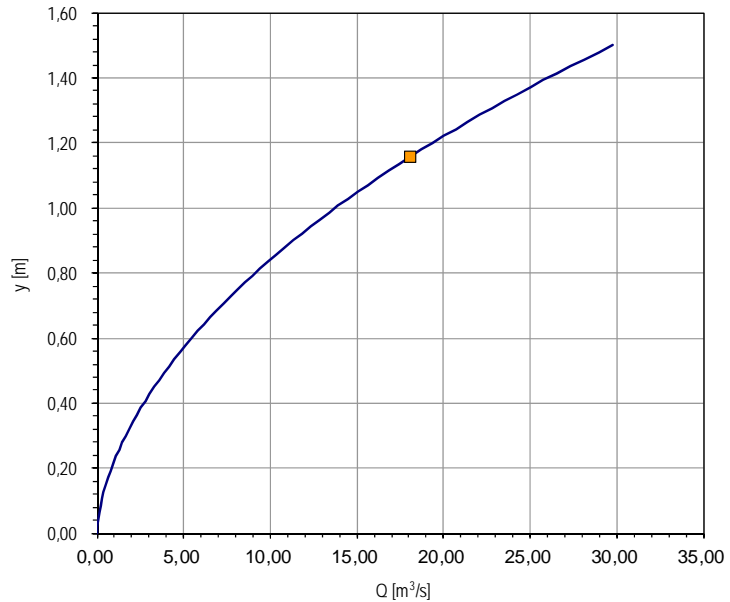
*Rio San Giacomo - pendenza 0,77%*

L (m)	3,00
h (m)	1,50
y <sub>x</sub> [SX]	0,67
y <sub>x</sub> [DX]	0,67
SX (°)	56,31
DX (°)	56,31
Y <sub>0</sub> (m)	0,00
dY (m)	0,02
i (‰)	7,70

c [L]	45
c [SX]	45
c [DX]	45

Y <sub>max</sub> [m]	1,50
Q <sub>max</sub> [m <sup>3</sup> /s]	29,77

Riempimento [frazio]	0,70
Q [m <sup>3</sup> /s]	18,08
Y [m]	1,16
v [m/s]	3,30



**Moto uniforme in canaletta trapezia**

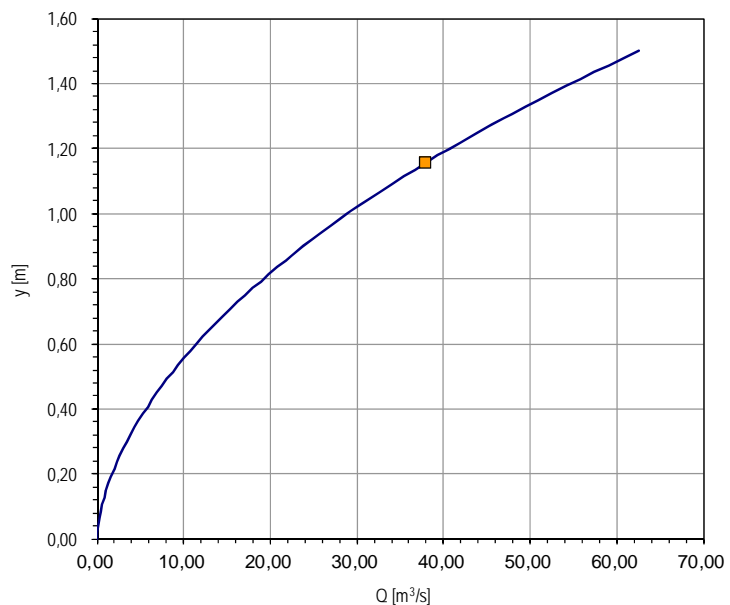
*Rio San Giacomo - pendenza 3,4%*

L (m)	3,00
h (m)	1,50
y <sub>x</sub> [SX]	0,67
y <sub>x</sub> [DX]	0,67
SX (°)	56,31
DX (°)	56,31
Y <sub>0</sub> (m)	0,00
dY (m)	0,02
i (‰)	34,00

c [L]	45
c [SX]	45
c [DX]	45

Y <sub>max</sub> [m]	1,50
Q <sub>max</sub> [m <sup>3</sup> /s]	62,55

Riempimento [frazio]	0,70
Q [m <sup>3</sup> /s]	38,00
Y [m]	1,16
v [m/s]	6,93





Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6  
PROGETTO ESECUTIVO  
Sistemazione rio San Giacomo - Relazione idraulica

Moto uniforme in canaletta trapezia

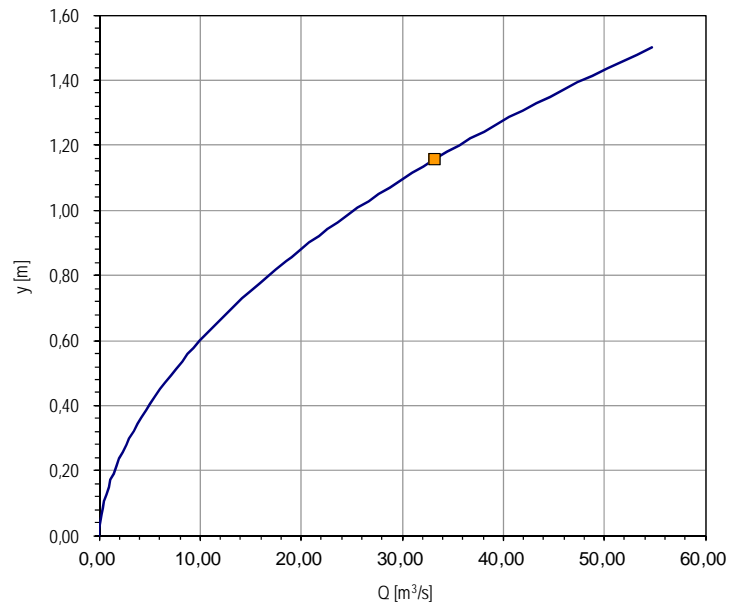
Rio San Giacomo - pendenza 2,6%

L (m)	3,00
h (m)	1,50
y <sub>x</sub> [SX]	0,67
y <sub>x</sub> [DX]	0,67
SX (ø)	56,31
DX (ø)	56,31
Y <sub>0</sub> (m)	0,00
dY (m)	0,02
i (‰)	26,00

c [L]	45
c [SX]	45
c [DX]	45

Y <sub>max</sub> [m]	1,50
Q <sub>max</sub> [m <sup>3</sup> /s]	54,70

Riempimento [frazio]	0,70
Q [m <sup>3</sup> /s]	33,23
Y [m]	1,16
v [m/s]	6,06



### 3. CANTIERIZZAZIONE

Come già illustrato in Premessa, le opere di sistemazione definitiva saranno realizzate solo a seguito della realizzazione delle 2 gallerie e dopo aver completato i lavori di rimodellamento del terreno previsti in corrispondenza dell'area interessata dagli scavi per la costruzione delle canne nei tratti in "artificiale".

Preventivamente a questi lavori occorrerà, pertanto, procedere alla deviazione provvisoria del rio sul versante sinistro in adiacenza alla strada vicinale (anch'essa deviata) al fine di intercettare la portata di monte, convogliarla con una canalizzazione impermeabile e restituirla a valle dell'area interessata dai lavori nel rio naturale.

La tipologia di canalizzazione prevista è in lastre prefabbricate di calcestruzzo armato di forma trapezia con larghezza di base 1,00 m, altezza 1,00 m e pendenza sponde a 45°.

Rispetto alla pendenza media di progetto, la tipologia di canaletta prevista è in grado di convogliare una portata pari a 13,16 m<sup>3</sup>/s, circa corrispondente ad una piena con tempo di ritorno di 20 anni. Tale portata defluisce nella condotta ARMCO con un tirante idrico di 1,07 m e un grado di riempimento del 54%.

Solo a seguito dell'ultimazione della sistemazione definitiva la canalizzazione provvisoria dovrà essere demolita e rimossa, ripristinando la situazione preesistente a margine dell'area rimodellata.