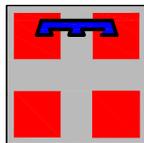




PROVINCIA DI ASTI



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 DEVIAZIONE CANALE DEL MOLINO DI RODDI Progr. 3+930 RELAZIONE IDRAULICA

Aggiornato: 00	Data : Apr. 2013	Descrizione: EMMISSIONE	Redatto: ing. Dutto	Controllato: ing. Ossesia	Approvato: ing. Ghislandi	Codifica: 2.6 E - r E.3.6.01
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Lotto Prog. Tipo Elaborato
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	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>
<b>2. PORTATE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....</b>	<b>3</b>
3.1. CANTIERIZZAZIONE.....	3
<b>4. SIMULAZIONI IDRAULICHE .....</b>	<b>5</b>
4.1. IL MODELLO NUMERICO UTILIZZATO .....	5
4.2. CONDIZIONI AL CONTORNO .....	5
<b>5. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE DI PROGETTO.....</b>	<b>7</b>
5.1. COMMENTO AI RISULTATI .....	8

Allegato 1 - Sezioni trasversali introdotte nel modello con la rappresentazione dei livelli idrici nello stato di progetto per tempo di ritorno 200 anni

## 1. PREMESSA

Il tratto di autostrada dal km 3+800 al km 4+200 circa interferisce con il tracciato del Canale di Molino di Roddi; si rende quindi necessaria la deviazione del canale secondo un tracciato compatibile con l'inserimento delle opere autostradali, in particolare i 2 viadotti per le carreggiate in direzione Cuneo e Asti, e la deviazione della SP7.

Complessivamente il tratto interessato dagli interventi di deviazione presenta un'estensione di 452 m circa (misurati sul nuovo asse del canale); la tipologia delle opere previste risulta differenziata su due tratti specifici in relazione alle interferenze con la viabilità in progetto:

- rivestimento d'alveo in materassi metallici nel tratto iniziale dove la sezione di progetto coincide con l'alveo attuale ovvero la nuova inalveazione non presenta specifiche interferenze con la deviazione della SP7;
- nuova sezione in c.a., necessaria per ridurre l'ingombro, dove le opere fondazionali dei 2 viadotti e la nuova strada SP7 costringono la nuova inalveazione del canale ad un tracciato sinuoso che si sviluppa su una fascia territoriale alquanto ristretta.

## 2. PORTATE DI RIFERIMENTO

Il Canale Molino di Roddi deriva dalla centrale elettrica di Verduno con una portata massima pari a  $2.60 \text{ m}^3/\text{s}$  (verificata come luce sotto battente rispetto alla massima apertura della paratoia di testata del canale). Dalla centrale il canale si sviluppa lungo la strada provinciale Alba-Bra (SP7) fino a confluire nel canale Erga (ex canale di Verduno) nei pressi di Cascina Leone.

Lungo questo percorso il canale delimita un bacino diretto che, nel caso di eventi di precipitazione, determina la formazione di una portata di piena naturale che si aggiunge a quella di derivazione.

Per ogni indicazione di dettaglio in merito alla determinazione delle portate di piena si rimanda alla Relazione idrologica idraulica relativa alla Idrografia minore, da cui risulta che la quota parte di portata dovuta al bacino corrispondente (bacino denominato Ra) ha valore:

- $4,40 \text{ m}^3/\text{s}$  per TR100 anni;
- $5,00 \text{ m}^3/\text{s}$  per TR200 anni.

Come portata di riferimento per le valutazioni idrauliche nel seguito riportate si assume il valore  $Q = 7,60 \text{ m}^3/\text{s}$  che risulta dalla somma della portata massima di derivazione con la portata idrologica duecentennale.

### 3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

In questo tratto il tracciato autostradale interessa il canale sia attraverso il suo asse principale che con la deviazione in progetto della SP7.

Tale interferenza comporta una deviazione del canale per un tratto di circa 452 m per renderne compatibile il tracciato con la nuova configurazione della strada e con le opere di fondazione delle pile e delle spalle dei 2 viadotti (direzione Cuneo e direzione Asti).

Il tratto di deviazione presenterà una sezione rivestita al fine di garantirne la stabilità nel tempo in considerazione della vicinanza del canale alle infrastrutture in progetto; la lunghezza complessiva dell'intervento è di 451,85 m così ripartiti:

- manufatto scatolare in c.a. di dimensioni 6,00 x 6,65 m e lunghezza 12,90 m per l'attraversamento di monte della SP7;
- sezione trapezia rivestita in materassi metallici tipo "Reno" di spessore 30 cm posati su un telo di geotessile di pezzatura adeguata per una corretta ripartizione dei carichi; la sezione sistemata presenta altezza 1,70 m, pendenza delle sponde 2/3 e larghezza di base pari a:
  - variabile da 6,00 m a 4,00 m in un primo tratto di sviluppo 34,29 m per il raccordo al manufatto scatolare;
  - 4,00 m costante per uno sviluppo di 202,71 m fino a raccordarsi al secondo manufatto scatolare;
- manufatto scatolare in c.a. di dimensioni 4,00 x 3,00 m e lunghezza 28,90 m per l'attraversamento di valle della S7;
- sezione rettangolare aperta in c.a. di dimensioni 4,00 x 1,70 m nel tratto terminale dove il tracciato del canale di sviluppa con una doppia curva tra le fondazioni dei due viadotti autostradali e si affianca al tracciato esistente della strada SP7; lo sviluppo di questo ultimo tratto è di 173,05 m.

#### 3.1. CANTIERIZZAZIONE

Le opere di deviazione del canale verranno realizzate prima di procedere con i lavori di costruzione dell'autostrada.

Al fine di interrompere la funzionalità del canale il più breve tempo possibile (compatibile con la stagione non irrigua), occorrerà organizzare le operazioni di cantiere secondo lo schema cronologico di seguito descritto.

- Fase 1 - Realizzazione delle opere di deviazione nel tratto non interferente con l'alveo attuale mediante:
  - a - infissione di palancole metalliche nei 2 tratti a monte e a valle della deviazione dove lo scavo della nuova sezione di progetto si avvicina alla sponda sinistra del canale esistente;
  - b - scavo della nuova sezione del canale nel tratto tra le progressive 3+900 e 4+100 circa;
  - c - realizzazione attraversamento in sifone DN 1200, compresi i 2 pozzetti di testata;
  - d - realizzazione delle opere in c.a. costituenti la sezione del Canale Molino di Roddi, del tombino scatolare per l'attraversamento della futura deviazione della SP7 e dei relativi muri d'ala;
  - e - realizzazione del rivestimento in materassi metallici tipo "Reno" del tratto di nuova inalveazione a monte del tombino.



**Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6**  
**PROGETTO ESECUTIVO**  
**Deviazione Canale del Molino di Roddi progr. 3+930 - Relazione idraulica**

- Fase 2 - Realizzazione dei tratti, a monte e valle, di raccordo alla sezione attuale del Canale Molino di Roddi mediante:
  - a - messa in asciutta del canale;
  - b - estrazione palancole metalliche di Fase 1;
  - c - scavo della nuova sezione del canale nei tratti di raccordo e tombamento dell'alveo nel tratto dismesso;
  - d - realizzazione delle opere in c.a. per il raccordo di valle e per il nuovo attraversamento con tombino scatolare di monte della SP7 nel tratto di deviazione;
  - e - realizzazione del rivestimento in materassi metallici tipo "Reno" a completamento dell'intervento di sistemazione idraulico del canale;
- Fase 3 - Realizzazione opere stradali e sistemazione finale dell'area mediante:
  - a - attivazione del Canale Molino di Roddi, mediante l'apertura dell'opera di presa;
  - b - realizzazione fondazioni viadotti autostradali per le opere che non interferiscono con l'attuale sede della SP7;
  - c - realizzazione tombino DN 1500 lungo la canalizzazione di scarico delle acque trattate dalla vasca V3;
  - d - realizzazione opere di deviazione della SP7;
  - e - dismissione attuale SP7 e completamento opere autostradali;
  - f - sistemazione finale sponde e rilevati arginali del tratto di canale oggetto di intervento.

## 4. SIMULAZIONI IDRAULICHE

### 4.1. IL MODELLO NUMERICO UTILIZZATO

Lo studio idraulico è stato eseguito mediante l'applicazione del codice di calcolo MIKE 11 del DHI Water Environment Health.

Il modello idrodinamico simula il deflusso in moto stazionario e non, secondo schematizzazione monodimensionale o quasi 2D, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali, descrivibile attraverso i diversi approcci dell'“onda cinematica”, dell'“onda diffusiva” e dell'“onda dinamica” e con la messa in conto principalmente delle seguenti condizioni:

- portate laterali,
- flusso libero o rigurgitato,
- differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi,
- resistenze localizzate e perdite di carico concentrate,
- aree d'espansione,
- nodi idraulici (biforcazioni e convergenti).

La soluzione del sistema di equazioni è indipendente dall'approccio modellistico seguito (cinematico, diffusivo, dinamico).

Le equazioni generali di De Saint Venant sono trasformate in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti Q e H alternati tra loro, nei quali la portata Q e il livello idrico H, rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale (schema di Abbott a 6 punti).

La soluzione del sistema di equazioni di De Saint Venant permette di rappresentare, in dettaglio, tutte le trasformazioni che l'onda di piena subisce nella traslazione da monte verso valle per effetto della laminazione naturale, dell'interferenza con le opere idrauliche, delle esondazioni al di fuori dell'alveo attivo, della confluenza di tributari laterali e del contributo distribuito dei bacini di versante.

Nella simulazione eseguita si è scelta la rappresentazione in moto stazionario in quanto coerente con il regime di deflusso del corso d'acqua in analisi, che esclude fenomeni di laminazione della piena lungo l'asta.

### 4.2. CONDIZIONI AL CONTORNO

Il tratto di canale simulato è schematizzato idraulicamente attraverso 10 sezioni trasversali che coprono una lunghezza d'asta di 500,12 m. In Tabella 1 si riporta il profilo longitudinale del modello in cui sono rappresentate le sezioni trasversali utilizzate, caratterizzandole in termini di progressiva metrica, quota di fondo (thalweg) e posizione dei manufatti idraulici in alveo.

Sezione	Progressiva	Quota fondo alveo
-	m	m s.m.
naturale	0.00	186.10
monte scatolare	14.94	186.08
valle scatolare	27.84	186.05
trapezia materassi metallici	32.84	186.04

<b>Sezione</b>	<b>Progressiva</b>	<b>Quota fondo alveo</b>
-	m	m s.m.
trapezia materassi metallici	62.13	186.02
trapezia materassi metallici	264.84	185.88
monte scatolare	269.84	185.87
valle scatolare	293.74	185.86
rettangolare in cls	466.79	185.71
naturale	500.12	185.70

Tabella 1 - Profilo longitudinale del tratto di corso d'acqua simulato.

Le condizioni al contorno assegnate sono le seguenti:

- portata costante di riferimento (Tr200 anni) pari a  $7,60 \text{ m}^3/\text{s}$  in entrata nella sezione di monte a progressiva 0.00 m;
- scala di deflusso in moto uniforme assegnata nella sezione di valle a progressiva 500,12 m.

I coefficienti di scabrezza assunti nei calcoli idraulici sono stati determinati applicando quanto prescritto nella Direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" contenuta nel PAI. Nella simulazione si sono assunti valori di Strickler pari a:

- $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per i tratti naturali,
- $45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per il tratto rivestito in materassi metallici
- $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per i manufatti scatolari e le sezioni rivestite in cls.

## 5. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE DI PROGETTO

Nella Tabella 2 si riportano i principali parametri idrodinamici calcolati per lo stato di progetto, in Figura 1 si riportano il profilo di fondo del canale, i livelli idrici di piena e la quota delle sponde. In allegato 1 al presente documento, si riportano le sezioni trasversali introdotte nel modello con la rappresentazione dei livelli idrici per tempo di ritorno 200 anni.

Sezione	Progressiva	Quota fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude
-	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m <sup>3</sup> /s	m/s	m <sup>2</sup>	m	-
naturale	0.00	186.10	1.34	187.44	187.47	7.60	0.70	10.85	9.27	0.19
monte scatolare	14.94	186.08	1.35	187.42	187.47	7.60	0.94	8.07	6.00	0.26
valle scatolare	27.84	186.05	1.36	187.41	187.45	7.60	0.93	8.16	6.00	0.25
trapezia materassi metallici	32.84	186.04	1.36	187.40	187.42	7.60	0.70	10.93	10.08	0.19
trapezia materassi metallici	62.13	186.02	1.31	187.33	187.38	7.60	0.98	7.79	7.92	0.27
trapezia materassi metallici	264.84	185.88	1.36	187.24	187.30	7.60	0.92	8.25	8.09	0.25
monte scatolare	269.84	185.87	1.33	187.20	187.30	7.60	1.43	5.32	4.00	0.40
valle scatolare	293.74	185.86	1.32	187.18	187.29	7.60	1.44	5.28	4.00	0.40
rettangolare cls	466.79	185.71	1.35	187.06	187.16	7.60	1.41	5.40	4.00	0.39
naturale	500.12	185.70	1.34	187.04	187.08	7.60	0.91	8.33	7.94	0.25

Tabella 2 - Simulazione in moto permanente sul canale Molino di Roddi per la portata di riferimento a tempo di ritorno 200 anni (7,60 m<sup>3</sup>/s) nello stato di progetto.

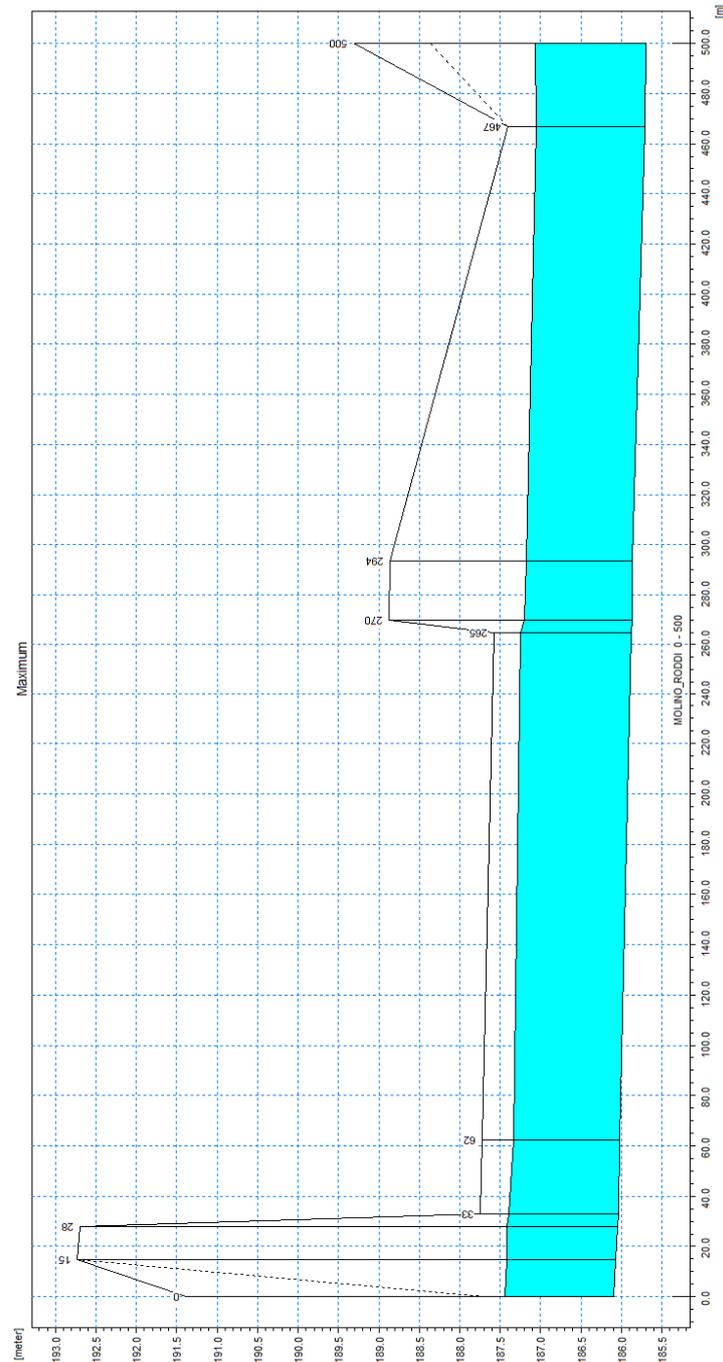


Figura 1 - Profilo idrometrico in moto permanente sul canale Molino di Roddi per la portata di riferimento a tempo di ritorno 200 anni ( $7,60 \text{ m}^3/\text{s}$ ) nello stato di progetto.

### 5.1. COMMENTO AI RISULTATI

Dalla simulazione eseguita si può evincere che la sistemazione prevista dal progetto assicura un comportamento idrodinamico omogeneo tra il tratto d'asta del canale Molino di Roddi sistemato e quelli naturali di monte e di valle; infatti sia le velocità che i tiranti idrici che si generano in occasione del deflusso della piena di riferimento (Tr200 anni) sono tra loro congruenti. Inoltre gli interventi di sistemazione previsti assicurano la stabilità piano - altimetrica del tratto d'asta interferente con l'autostrada in progetto.



La propagazione della portata di riferimento nel tratto sistemato avviene secondo un moto di corrente lenta, con velocità variabili tra valori di 0,7 e 1,4 m/s e quindi senza indurre variazioni impulsive di deflusso della piena.

Nella sistemazione prevista la piena di riferimento transita con tiranti compresi tra 1,31 e 1,36 m; in particolare facendo riferimento alle sezioni tipo di sistemazione di può evincere che il deflusso avviene con un franco di sicurezza :

- variabile tra valori di 5,29 e 5,31 m nel tratto di opera scatolare in cls (tra le progressive 14,94 e 27,84 m) di dimensioni BxH=6,00x6,65 m;
- variabile tra valori di 0,34 e 0,39 m nel tratto sistemato in materassi metallici (tra le progressive 32,84 e 264,84 m) secondo una sezione trapezia di altezza pari a 1,70 m;
- variabile tra valori di 1,67 e 1,68 m nel tratto di opera scatolare (tra le progressive 269,84 e 293,74 m) di dimensioni BxH=4,0x3,0 m;
- pari a 0,35 m nel tratto terminale canalizzato secondo una sezione rettangolare in cls di altezza pari a 1,70 m.

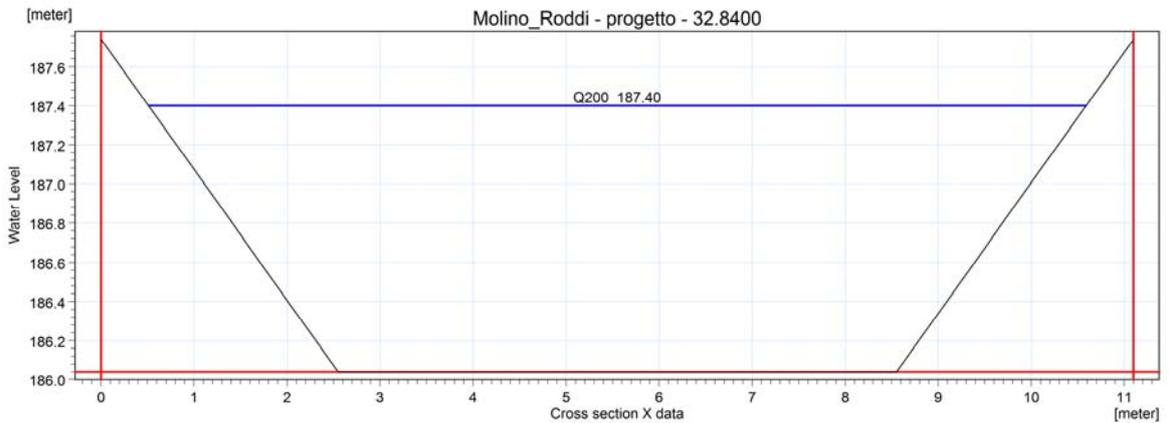
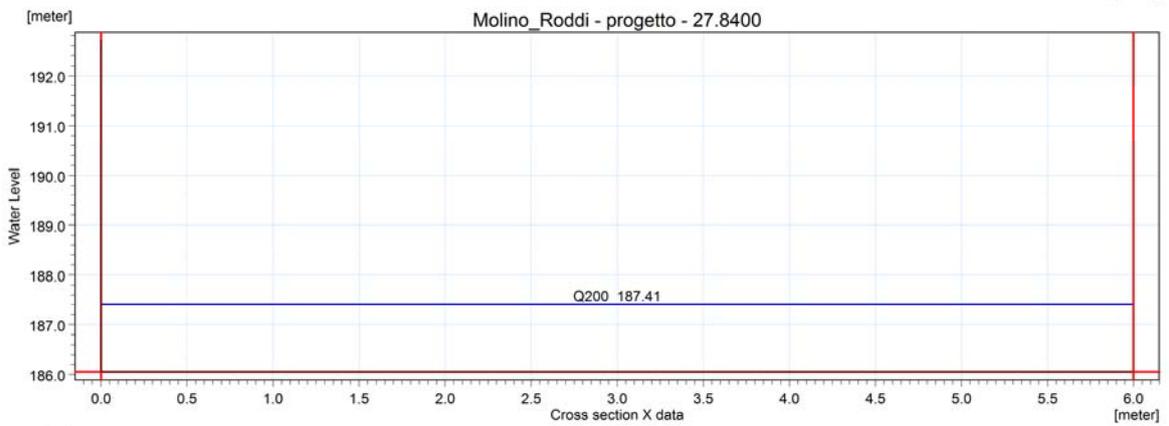
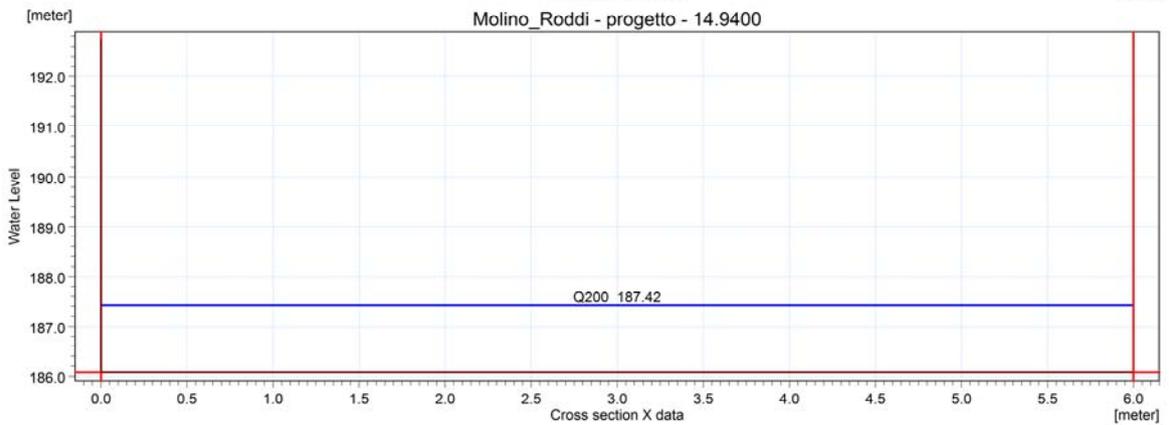
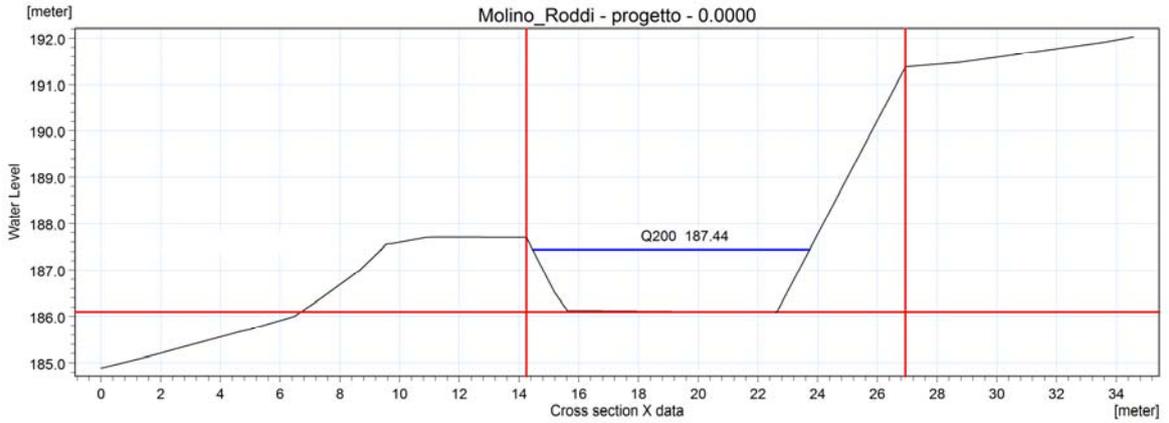


## **ALLEGATO 1**

**Sezioni trasversali introdotte nel modello con la rappresentazione dei livelli idrici nello stato di progetto per tempo di ritorno 200 anni**

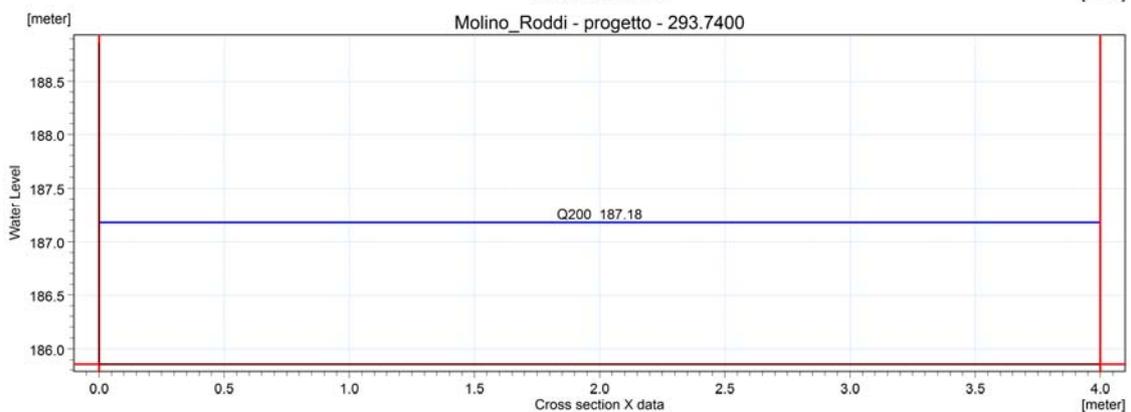
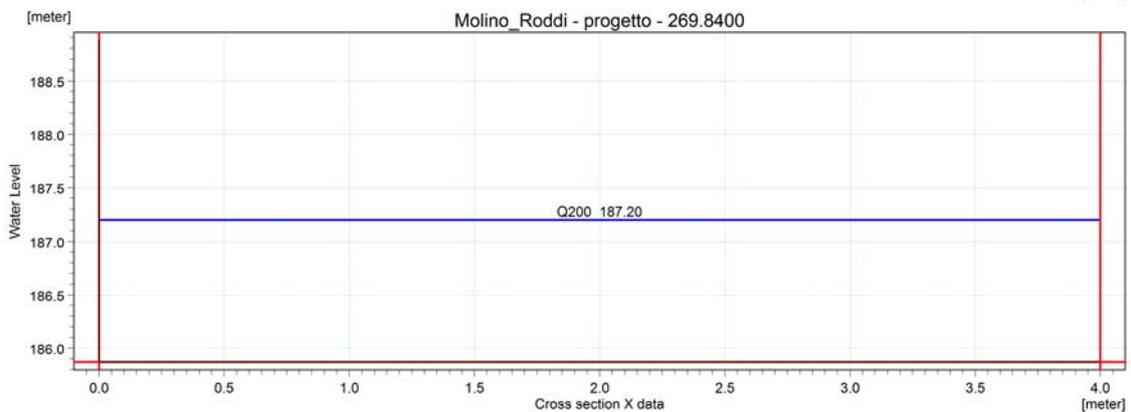
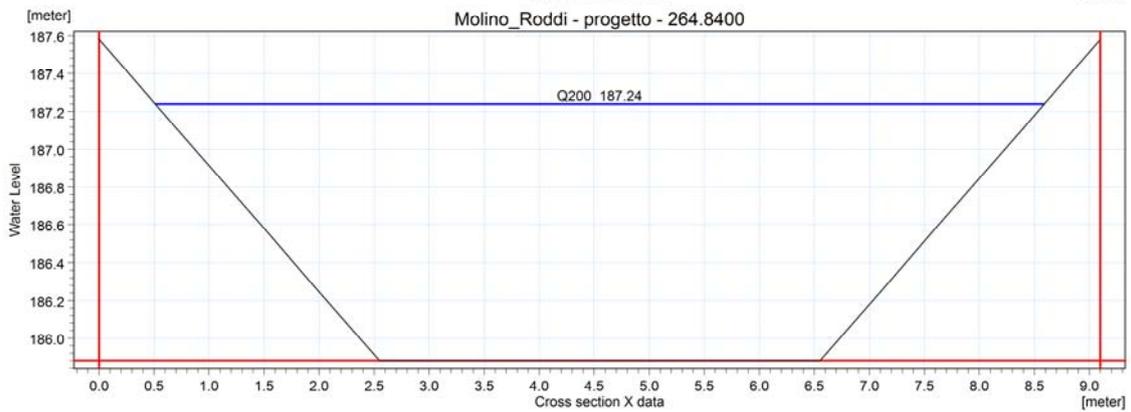
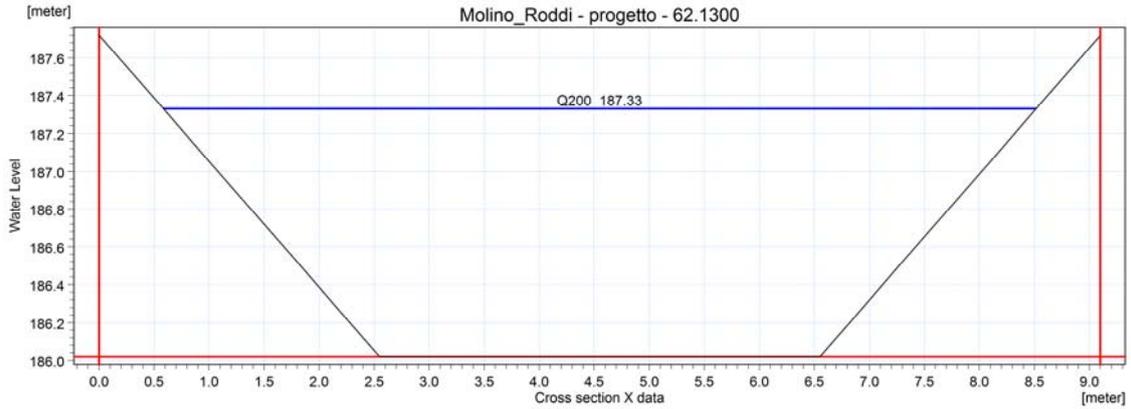


Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6  
PROGETTO ESECUTIVO  
Deviazione Canale del Molino di Roddi progr. 3+930 - Relazione idraulica





Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6  
PROGETTO ESECUTIVO  
Deviazione Canale del Molino di Roddi progr. 3+930 - Relazione idraulica





Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6  
PROGETTO ESECUTIVO  
Deviazione Canale del Molino di Roddi progr. 3+930 - Relazione idraulica

