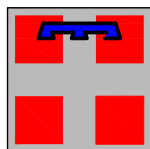


AUTOSTRADA ASTI - CUNEO S.p.A.



PROVINCIA DI ASTI



REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI CUNEO

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE ASTI - CUNEO

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

LOTTO 6 RODDI - DIGA ENEL

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' EX ART. 20 D.LGS. 152/06
STRALCIO DEL PROGETTO ESECUTIVO
OPERE D'ARTE DI ATTRAVERSAMENTO

OPERE IDRAULICHE SISTEMAZIONE RIO DEI DEGLIA RELAZIONE IDRAULICA

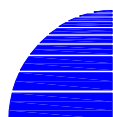
Aggiornato: 00	Data : Marzo 2014	Descrizione: EMISSIONE	Redatto: Ing. Dal Col	Controllato: Ing. Ossesia	Approvato: Ing. Ghislandi	Codifica: 2.6 E - r E.3.11.01
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Lotto Prog. Tipo Elaborato
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data: MARZO 2014
Aggiornato:	Data :	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Scala: -



PROGETTISTA e RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

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

CONCESSIONARIA:



AUTOSTRADA ASTI - CUNEO S.p.A.



INDICE

1. PREMESSA.....	2
1.1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	2
2. SIMULAZIONI IDRAULICHE	3
2.1. IL MODELLO NUMERICO UTILIZZATO	3
2.2. CONDIZIONI AL CONTORNO	3
3. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE DI PROGETTO.....	6
3.1. COMMENTO AI RISULTATI	9
4. CANTIERIZZAZIONE	10



1. PREMESSA

Il progetto del lotto 2.6 Roddi-Diga Enel del collegamento autostradale A6-A21 (Asti – Cuneo) interferisce con l'asta del rio dei Deglia alla progressiva 0+430 circa. L'attraversamento del corso d'acqua avviene tramite due ponti di luce pari a 35,00 m, in quanto in questo tratto l'infrastruttura autostradale è costituita da carreggiate separate.

Il corso d'acqua nello stato naturale ha una sezione molto incisa a geometria irregolare, caratterizzata da sponde di altezza pari a circa 6,0 m. Nel tratto in analisi il rio dei Deglia si sviluppa con andamento tortuoso, con pendenza media del fondo alveo pari a circa il 2%.

La disomogeneità geometrica dell'alveo inciso del corso d'acqua allo stato naturale, in corrispondenza della sua intersezione con i due ponti autostradali in progetto, ha comportato la necessità di regolarizzarne la sezione per meglio regimare la piena di riferimento (tempo di ritorno 200 anni) nel tratto di attraversamento, in modo da ottenere velocità e tiranti idrici omogenei. Tale esigenza è finalizzata ad assicurare sollecitazioni idrodinamiche distribuite in modo quasi costante sulla sistemazione prevista, aumentandone la stabilità strutturale.

Il modello è stato impostato sulle sezioni trasversali ricavate dal rilievo a terra effettuato dalla Società Tecma per la base cartografica in scala 1:1000 relativa all'autostrada.

Lo Studio idraulico in oggetto è quindi finalizzato a verificare la funzionalità idraulica della sistemazione del rio dei Deglia prevista dal progetto, che deve garantire un adeguato franco di sicurezza alle opere idrauliche e autostradali di attraversamento.

L'analisi idrodinamica ha riguardato un tratto di corso di estensione pari a circa 426 m, di cui circa 239 m sono interessati dagli interventi di sistemazione idraulica sopra descritti.

Si riportano nel seguito: una breve descrizione del codice di calcolo utilizzato, delle condizioni al contorno considerate (in termini di portata, livelli di riferimento e valori di scabrezza), i risultati della simulazione eseguita e la verifica di compatibilità idraulica dei 2 attraversamenti in progetto.

1.1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La sistemazione di progetto viene eseguita tramite interventi di riprofilatura e rivestimento dell'alveo in massi di cava sciolti, realizzando una sezione incisa di geometria trapezia caratterizzata da una larghezza sul fondo pari a 4.0 m, in sommità di 16.0 m, altezza di 4.0 m e sponde inclinate secondo pendenza 3 su 2 (circa 34°). La pendenza di fondo del tratto è pari al 2,0%.

Lo spessore del rivestimento è previsto pari a 0,80 m da realizzarsi con massi di cava sciolti di pezzatura media non inferiore a 1000 kg, posato su sottostante telo di geotessile di resistenza adeguata.

Nelle sezioni iniziale e terminale dell'intervento è prevista la realizzazione di un taglione di immersione sul fondo di spessore 1,40 m sempre in massi di cava, con funzione antiscalzamento.



L'intervento presenta una lunghezza complessiva di 238,70 m (misurati in asse) ed uno sviluppo secondo un tracciato sinuoso e regolare, tale da risultare compatibile con la posizione dei plinti di fondazione delle 4 spalle dei 2 viadotti.

Nella parte superiore del rivestimento, oltre il livello di massima piena di progetto, è previsto il riempimento dei vuoti tra i massi con terreno vegetale e l'infissione di talee di specie arbustive ad elevata capacità vegetativa.

2. SIMULAZIONI IDRAULICHE

2.1. 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 torrentizio del corso d'acqua in analisi, che esclude fenomeni di laminazione della piena lungo l'asta.

2.2. CONDIZIONI AL CONTORNO

Il tratto di canale simulato è localizzato nel comune di La Morra in prossimità della cascina Spia; esso è schematizzato idraulicamente attraverso 21 sezioni trasversali (colore rosso) che coprono una lunghezza d'asta di 425.94 m, così come

rappresentato in Figura 1. 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 di attraversamento in alveo. In Figura 1 sono inoltre rappresentati (colore arancione) gli attraversamenti autostradali e il tratto di sistemazione idraulica in progetto (colore blu).

Si è eseguita soltanto la simulazione idrodinamica per lo stato di progetto data la irregolarità geometrica ed altimetrica dell'alveo naturale; si è tuttavia verificato che la sistemazione idraulica prevista nel tronco d'asta a cavallo dell'attraversamento autostradale non modifichi il funzionamento idrodinamico (in termini di velocità e tiranti idrici) del rio dei Deglia rispetto ai tratti naturali di monte e di valle.

Sezione	Progressiva	Fondo alveo
-	m	m s.m.
1	0.77	202.95
2	40.70	202.33
3	133.84	200.44
4	179.83	200.10
5	189.84	199.90
6	191.70	199.87
7	208.67	199.53
8	219.39	199.32
9 monte ponte	233.65	199.04
10 asse ponte	240.08	198.91
11 valle ponte	244.11	198.83
12 monte ponte	253.72	198.64
13 valle ponte	271.73	198.29
14	281.50	198.10
15	287.52	197.98
16	293.93	197.85
17	316.25	197.41
18	358.25	196.58
19	392.79	195.90
20	417.93	195.39
21	425.94	195.16

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 $50.0 \text{ m}^3/\text{s}$ in entrata nella sezione di monte (sez.1) a progressiva 0.77 m;
- scala di deflusso in moto uniforme assegnata nella sezione di valle (sez. 21) a progressiva 425.94 m.

I coefficienti di scabrezza assunti nei calcoli idraulici sono stati determinati applicando la procedura sviluppata da Cowan e indicata 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. Per i tratti naturali si sono definiti valori

di Strickler pari a $16 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (valore più elevato della tabella 2 della citata normativa) mentre per il tratto rivestito in massi di cava sciolti è stato adottato il valore di $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

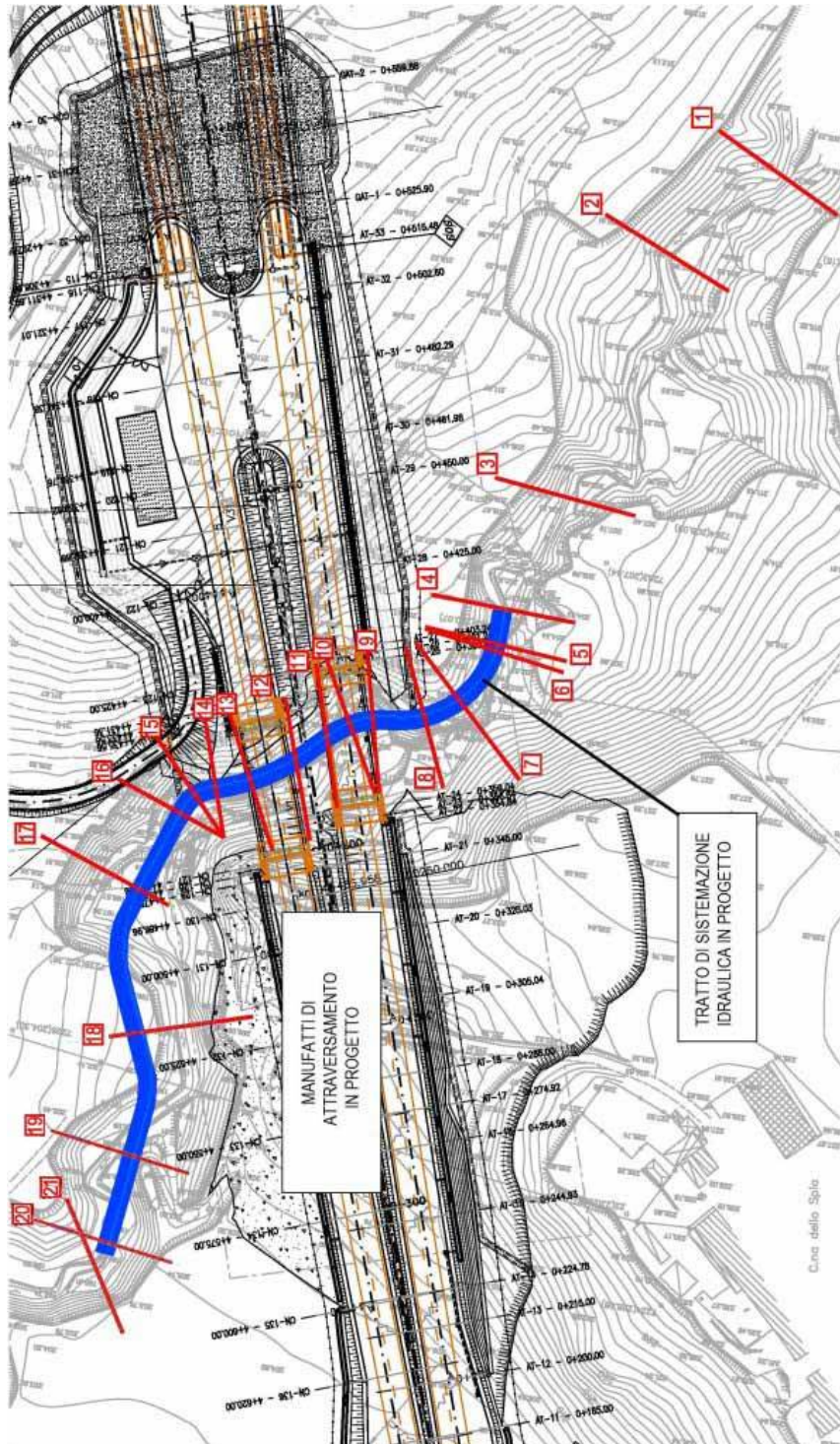


Figura 1 – Planimetria del tratto di corso d'acqua simulato.



3. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE DI PROGETTO

Nella Tabella 2 si riportano i principali parametri calcolati per lo stato di progetto, nella figura 2 è riportato uno stralcio planimetrico del codice Mike 11 raffigurante l'asse della simulazione e la localizzazione delle sezioni idrauliche mentre in Figura 3 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.

Stato corso d'acqua	Sezione	Progr.	Fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata	Velocità	Area deflusso	Largh. livello idrico	Froude
	-	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m ³ /s	m/s	m ²	m	-
naturale	1	0.77	202.95	2.47	205.42	205.77	50.00	2.62	19.06	13.51	0.71
naturale	2	40.70	202.33	2.41	204.74	205.02	50.00	2.36	21.17	15.45	1.42
naturale	3	133.84	200.44	2.81	203.25	203.56	50.00	2.49	20.12	12.74	2.29
progetto	4	179.83	200.10	2.34	202.44	202.85	50.00	2.84	17.63	11.03	0.72
progetto	5	189.84	199.90	2.35	202.25	202.66	50.00	2.83	17.66	11.04	0.72
progetto	6	191.70	199.87	2.34	202.21	202.62	50.00	2.85	17.56	11.02	0.72
progetto	7	208.67	199.53	2.34	201.87	202.28	50.00	2.84	17.58	11.02	0.72
progetto	8	219.39	199.32	2.33	201.65	202.07	50.00	2.85	17.52	11.00	0.72
progetto	9	233.65	199.04	2.32	201.36	201.78	50.00	2.87	17.40	10.97	0.73
progetto	10	240.08	198.91	2.32	201.23	201.65	50.00	2.88	17.37	10.96	0.73
progetto	11	244.11	198.83	2.32	201.15	201.57	50.00	2.89	17.33	10.95	0.73
progetto	12	253.72	198.64	2.30	200.94	201.37	50.00	2.91	17.18	10.91	0.74
progetto	13	271.73	198.29	2.25	200.54	201.00	50.00	3.01	16.63	10.76	0.77
progetto	14	281.50	198.10	2.20	200.30	200.79	50.00	3.11	16.10	10.61	0.80
progetto	15	287.52	197.98	2.16	200.14	200.66	50.00	3.19	15.68	10.49	0.83
progetto	16	293.93	197.85	2.12	199.97	200.52	50.00	3.28	15.24	10.36	0.86
progetto	17	316.25	197.41	2.12	199.53	200.08	50.00	3.28	15.23	10.36	0.86
progetto	18	358.25	196.58	2.11	198.69	199.25	50.00	3.30	15.13	10.33	0.87
progetto	19	392.79	195.90	2.07	197.97	198.56	50.00	3.41	14.68	10.20	0.91
progetto	20	417.93	195.39	1.99	197.38	198.03	50.00	3.58	13.96	9.98	0.97
naturale	21	425.94	195.16	2.06	197.22	197.68	50.00	3.00	16.64	14.96	0.93

Tabella 2 - Simulazione in moto permanente sul rio dei Deglia per la portata di riferimento a tempo di ritorno 200 anni (50 m³/s) nello stato di progetto.



Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco Il Lotto 6 Roddi – Diga Enel
VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' EX ART. 20 D.LGS. 152/06
STRALCIO DI PROGETTO ESECUTIVO
Sistemazione Rio dei Deglia - Relazione idraulica

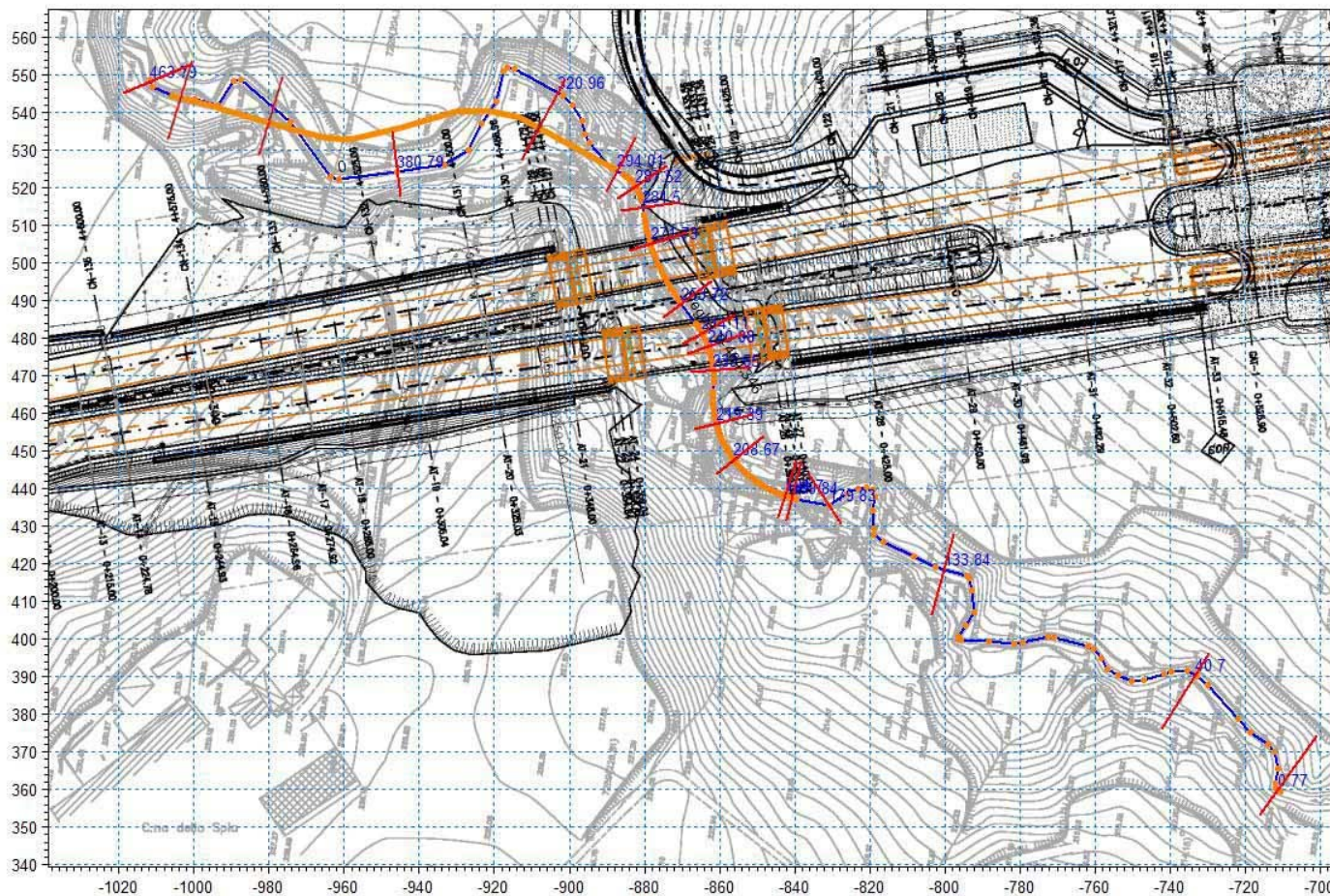


Figura 2 - Stralcio planimetrico del modello numerico Mike 11 del tratto di rio dei Deglia simulato.

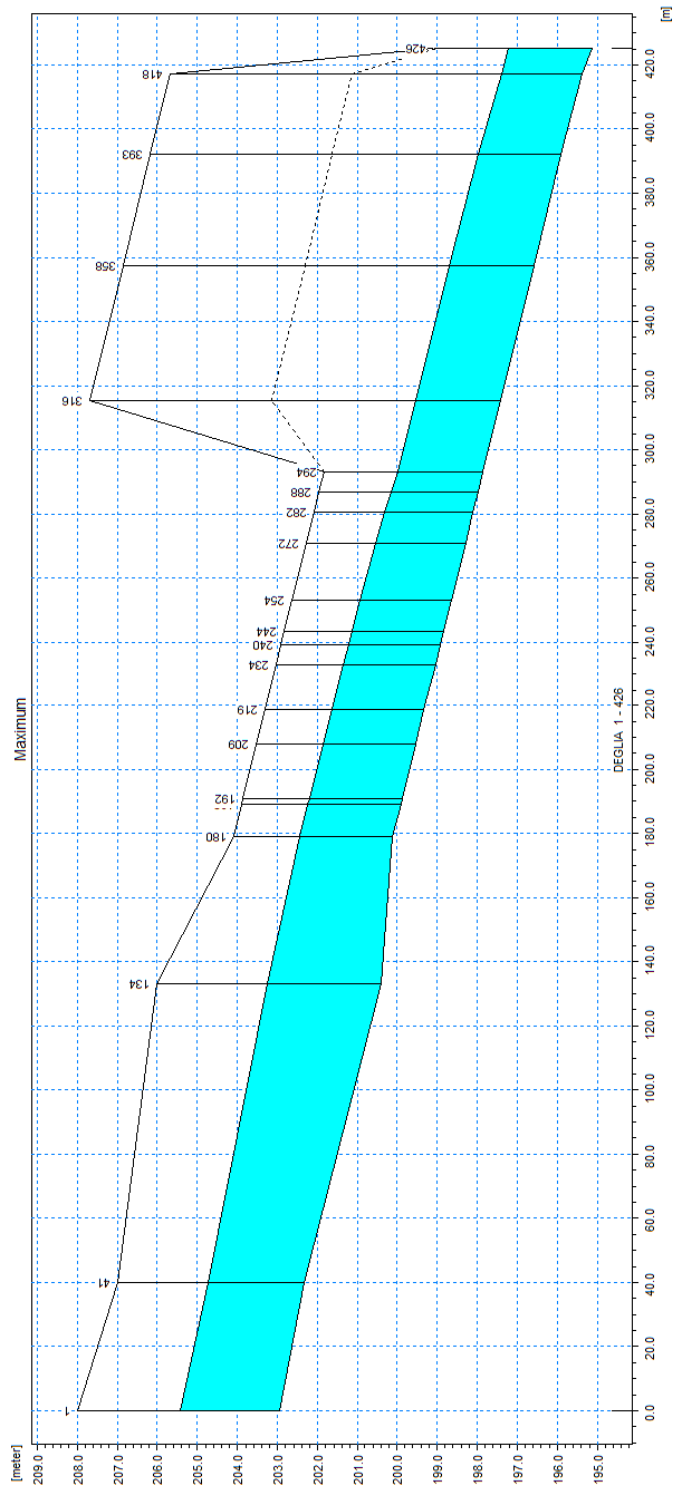


Figura 3 - Profilo idrometrico in moto permanente sul rio dei Deglia per la portata di riferimento a tempo di ritorno 200 anni ($50 \text{ m}^3/\text{s}$) nello stato di progetto.



3.1. 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 rio dei Deglia 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 la sistemazione prevista assicura la stabilità plano - altimetrica del tratto di corso d'acqua a cavallo degli attraversamenti in progetto, contenendo i possibili fenomeni erosivi in corrispondenza delle fondazioni delle opere.

La propagazione della portata di riferimento nel tratto sistemato avviene secondo un moto di corrente lenta, con velocità variabili tra valori di 2,83 e 3,58 m/s, senza indurre variazioni impulsive al deflusso della corrente di piena così da garantire una uniforme distribuzione delle sollecitazioni idrodinamiche sulle strutture di rivestimento dell'alveo inciso.

I manufatti di attraversamento in progetto interferiscono con l'asta del Deglia in corrispondenza:

- della sez.9 (filo impalcato di monte del ponte in carreggiata Asti) in cui si instaura una quota idrometrica pari a 201,36 m s.m. con un conseguente franco di sicurezza di 3,19 m (in ragione di una minima quota di intradosso di 204,55 m s.m.).
- della sez.12 (filo impalcato di monte del ponte) in cui si instaura una quota idrometrica pari a 200,94 m s.m. con un conseguente franco di sicurezza di 3,68 m (in ragione di una minima quota di intradosso di 204,62 m s.m.).

La sistemazione prevista è caratterizzata da una sezione trapezia di altezza pari a 4,00 m; in questo tratto il deflusso avviene con tiranti idrici variabili da 1,99 a 2,35 m, conferendo alla sezione di progetto un franco di sicurezza variabile da 2,01 a 1,65 m.

4. CANTIERIZZAZIONE

Le opere di ricalibratura e regolarizzazione del rio verranno realizzate prima di procedere con i lavori di costruzione dei 2 ponti autostradali.

In considerazione della posizione dei plinti in progetto occorrerà organizzare le operazioni di cantiere secondo lo schema cronologico di seguito descritto:

- Fase 1 - Realizzazione scavo della sezione regolarizzata mediante:

- a) scavo della sezione alle quote di progetto secondo il profilo di tracciamento;
- b) creazione di piano di lavoro mediante regolarizzazione della sagoma di progetto dell'alveo.

- Fase 2 - Predisposizione area di cantiere mediante:

c) infissione palancole metalliche a sostegno degli scavi per i plinti; complessivamente sono previsti i seguenti sviluppi di palancolata

- lato Cuneo $l = 65,40$ m
- lato Asti $l = 64,80$ m

d) scavo per opere di fondazione delle 4 spalle alle quote di progetto.

- Fase 3 - Realizzazione opere di attraversamento mediante:

- e) realizzazione pali di sottofondazione e spalle dei 2 ponti;
- f) estrazione palancole metalliche.

- Fase 4 - Completamento sistemazione idraulica mediante:

- g) sistemazione della sagoma di progetto nel tratto di intervento e stesa di telo di geotessile;
- h) rivestimento con massi di cava;
- i) varo dei 2 impalcati;
- j) sistemazione finale dell'area di cantiere.



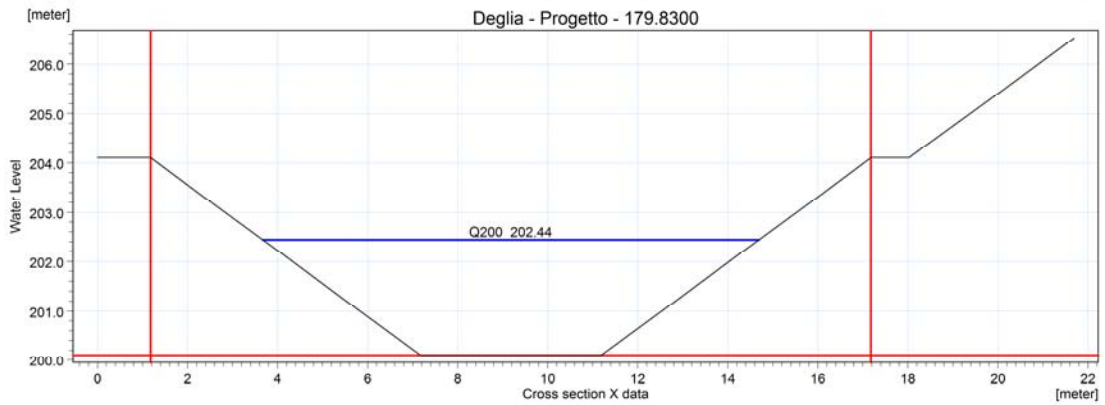
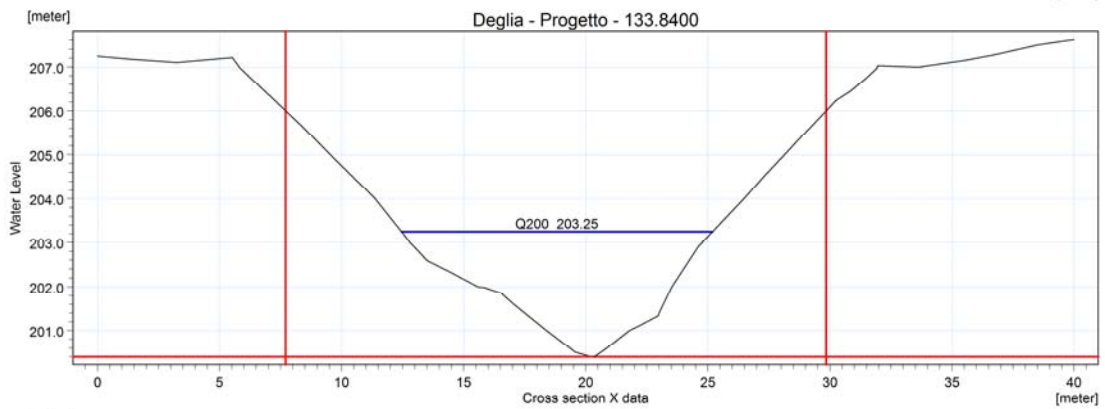
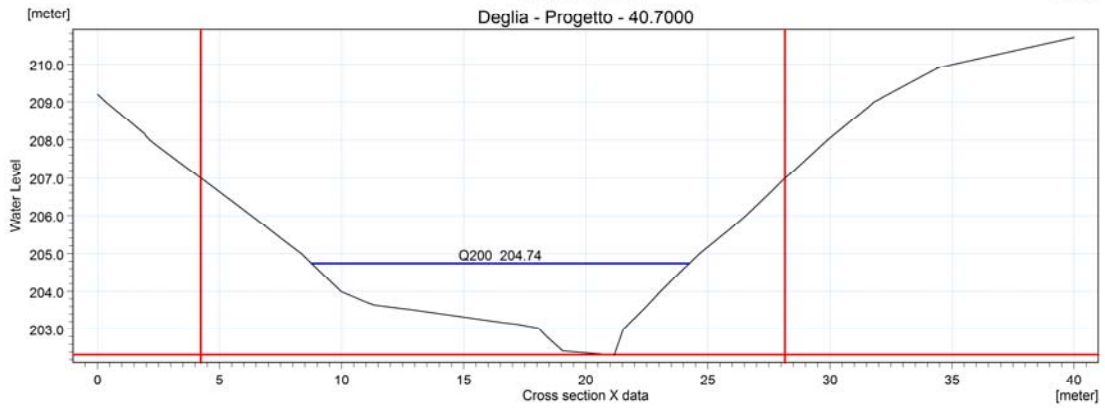
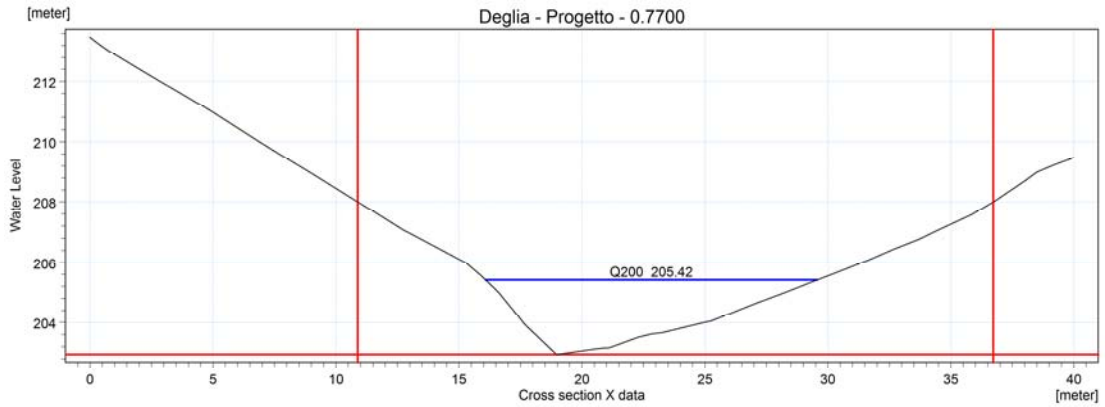
Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6
PROGETTO ESECUTIVO
Sistemazione Rio dei Deglia - Relazione idraulica

ALLEGATO 1

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

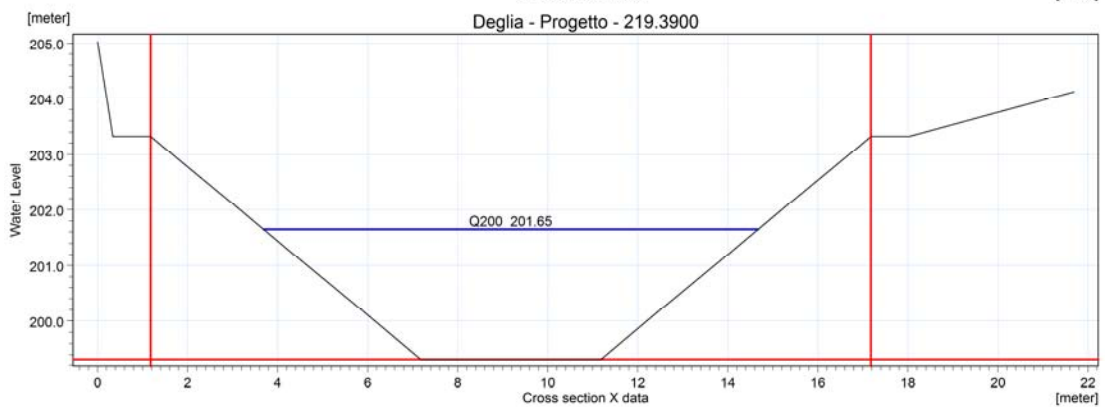
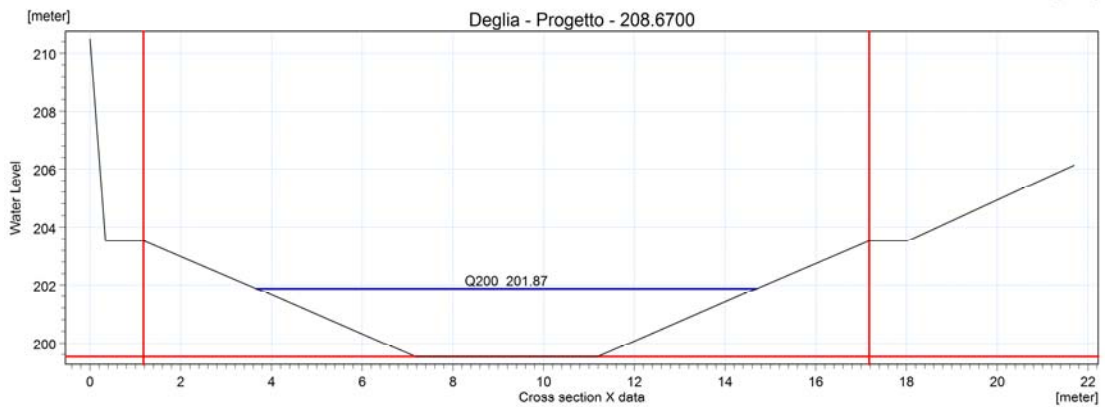
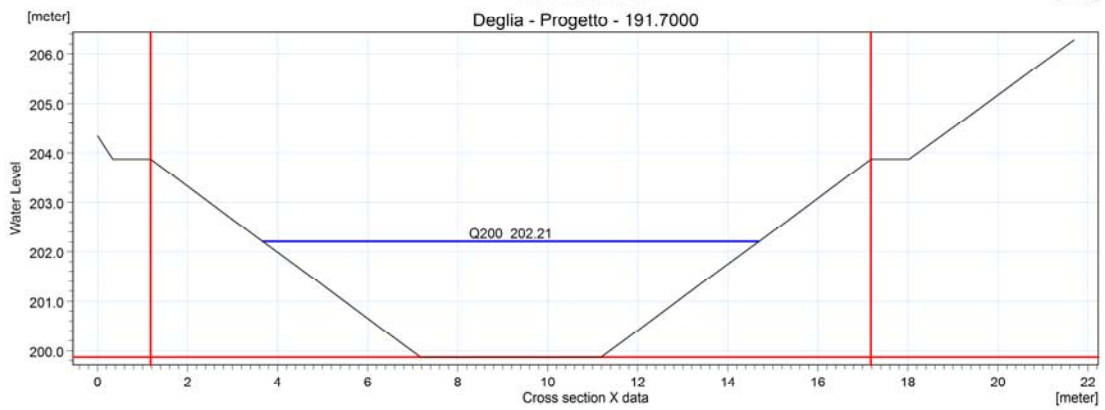
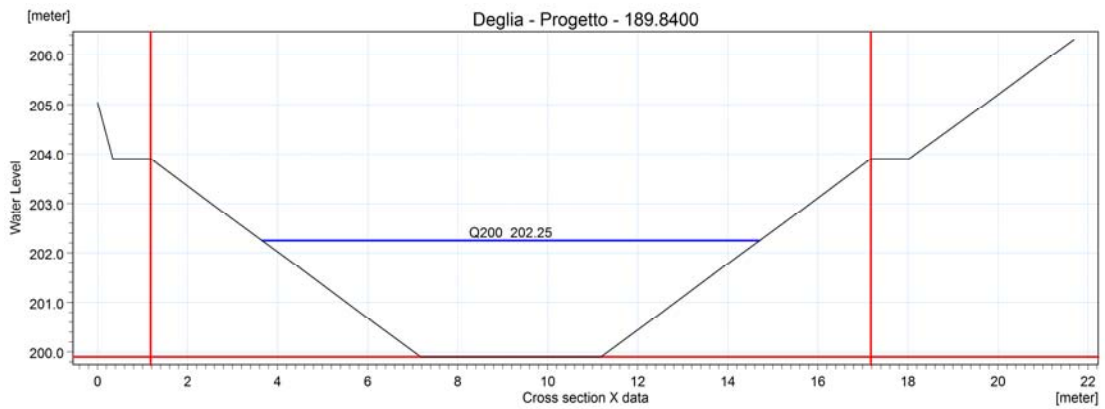


Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6
PROGETTO ESECUTIVO
Sistemazione Rio dei Deglia - Relazione idraulica



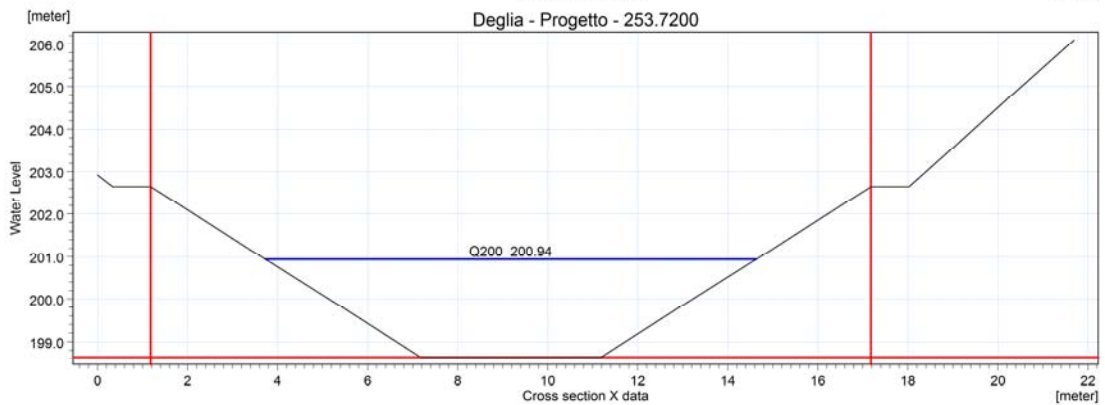
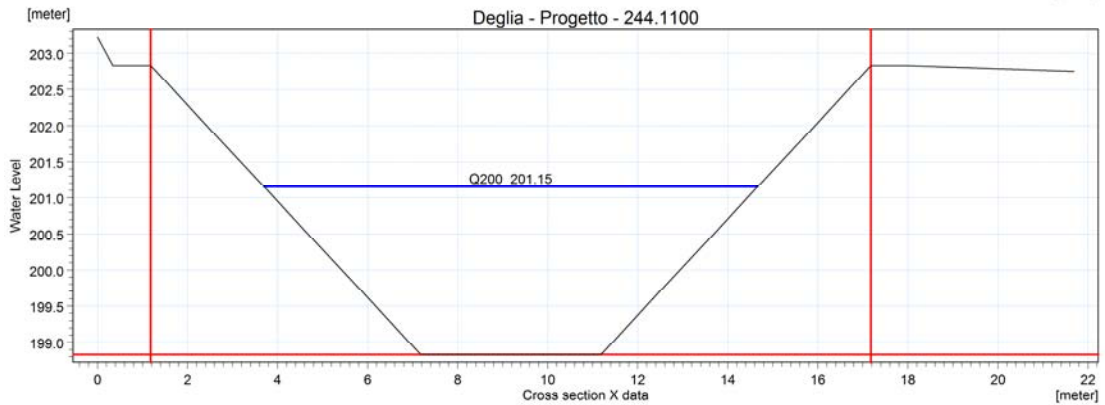
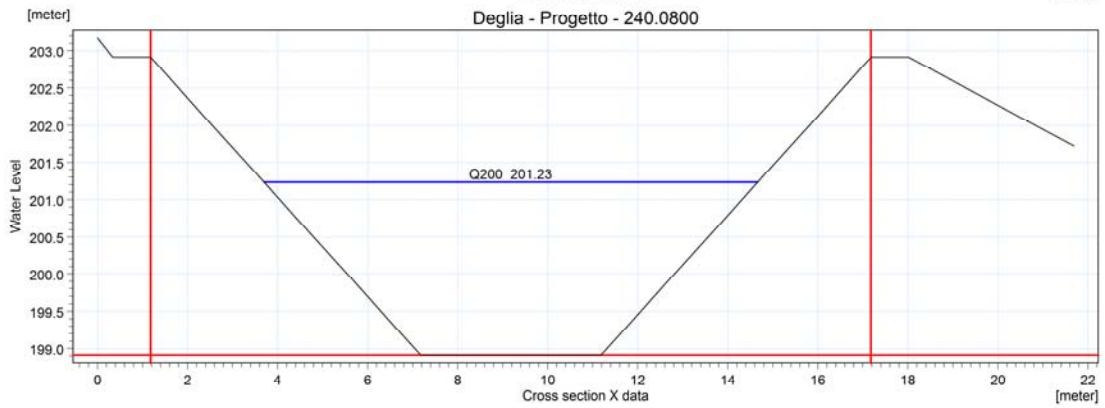
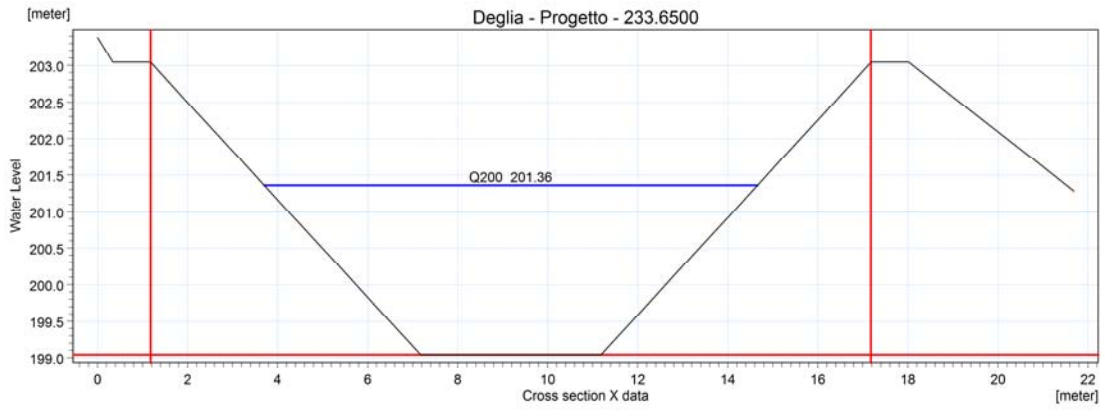


Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6
PROGETTO ESECUTIVO
Sistemazione Rio dei Deglia - Relazione idraulica



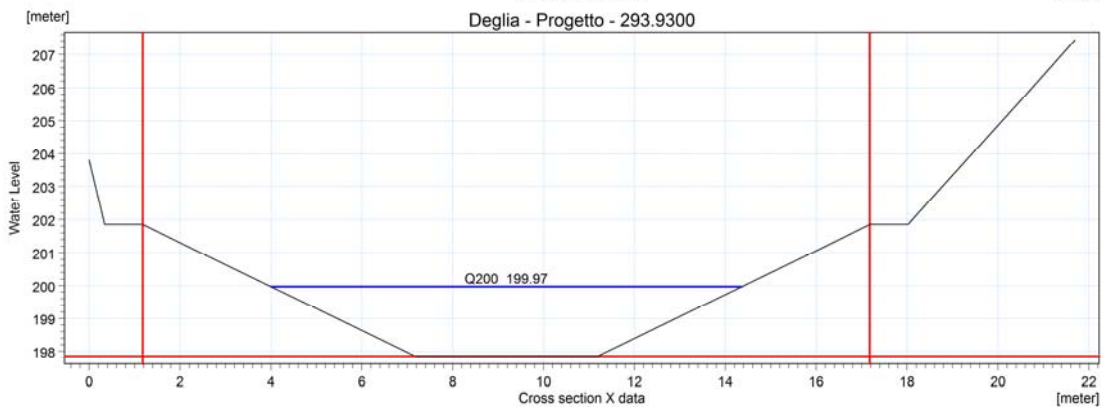
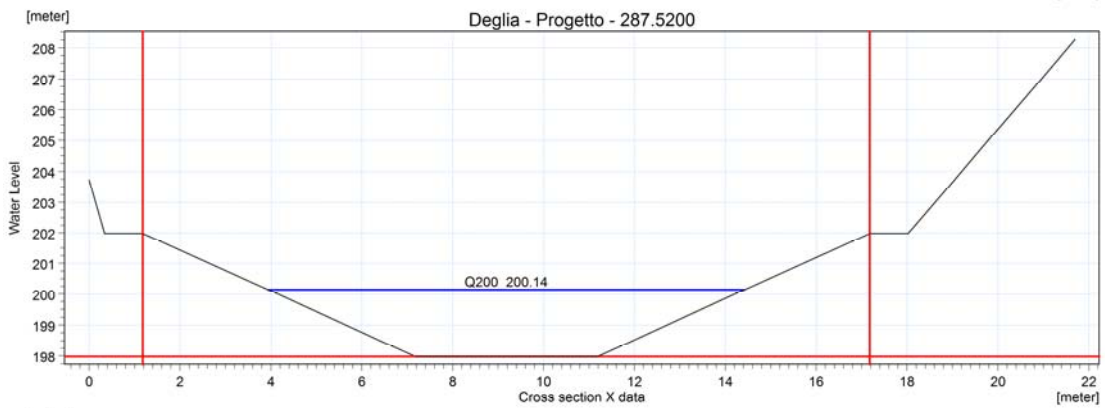
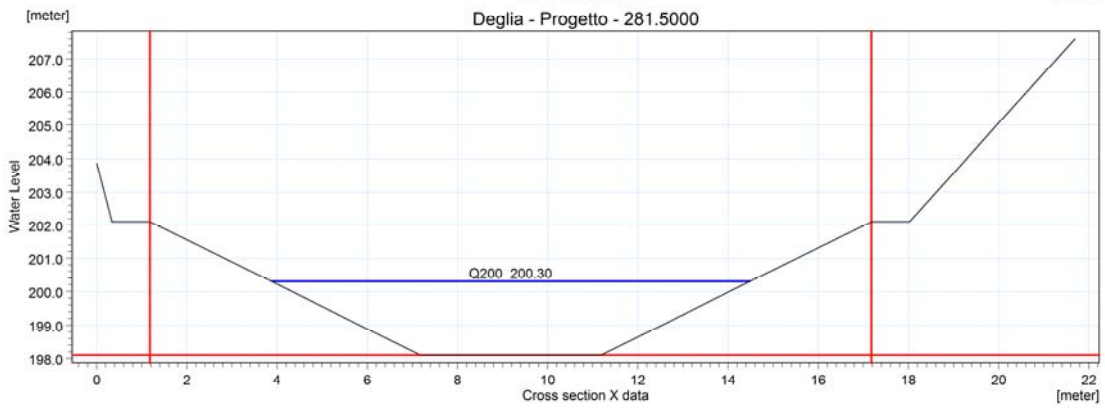
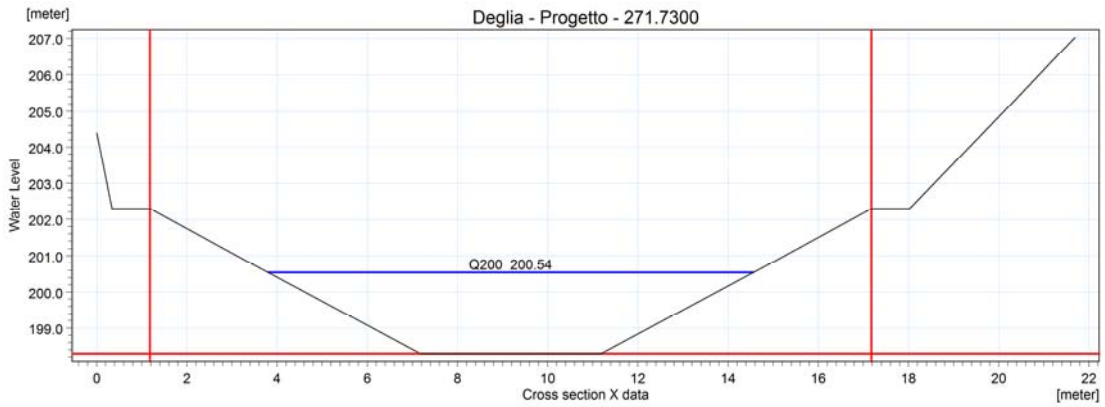


Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6
PROGETTO ESECUTIVO
Sistemazione Rio dei Deglia - Relazione idraulica



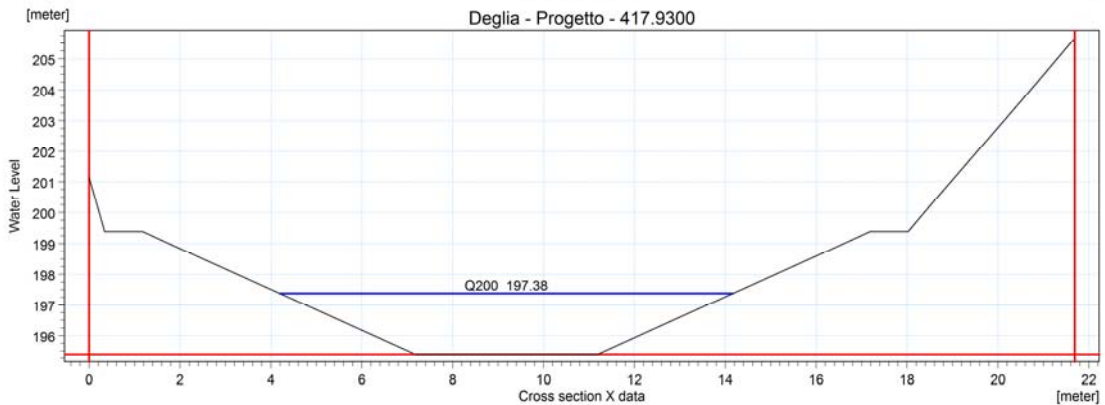
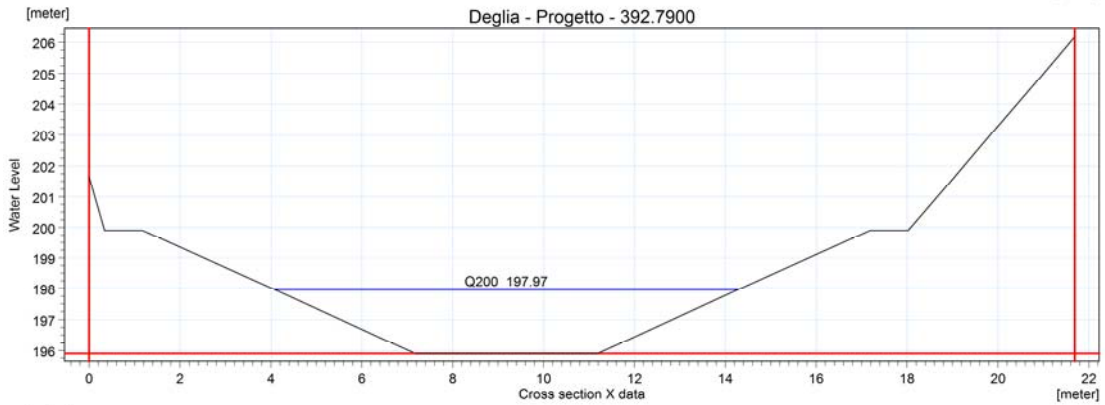
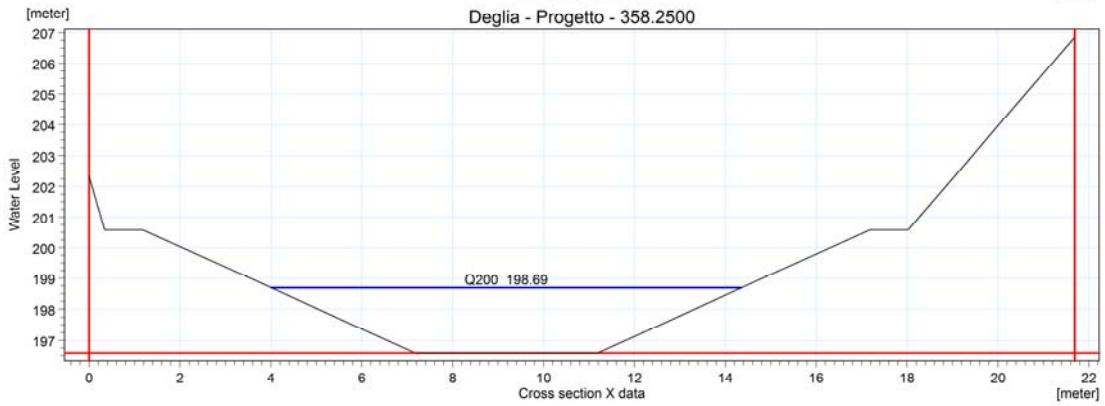
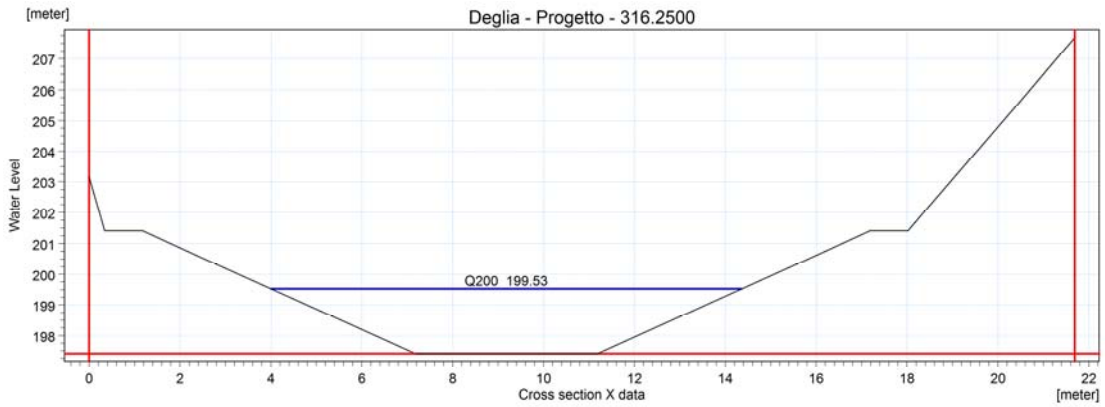


Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6
PROGETTO ESECUTIVO
Sistemazione Rio dei Deglia - Relazione idraulica





Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6
PROGETTO ESECUTIVO
Sistemazione Rio dei Deglia - Relazione idraulica





Collegamento autostradale Asti – Cuneo – Tronco II Lotto 6
PROGETTO ESECUTIVO
Sistemazione Rio dei Deglia - Relazione idraulica

