

Provincia di Cuneo  
S.S. 28 del Colle di Nava  
Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S. 28 Dir – 564 e al casello A6 "Torino–Savona" – III Lotto (Variante di Mondovì)

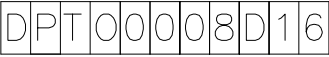


**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. TO08

PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	MANDATARIA: 	MANDANTI:  <b>POLITECNICA</b> BUILDING FOR HUMANS	<b>MATILDI+PARTNERS</b>
IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  <i>Ing. Andrea Renso – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413</i>	IL PROGETTISTA: <i>Ing. Andrea Renso – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413</i>		
IL GEOLOGO:  <i>Geol. Emanuele Fresia – TECHNITAL Ordine Geologi Veneto n. A501</i>	GRUPPO DI PROGETTAZIONE: COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE STRADALE: <i>Ing. Carlo Vittorio Matildi – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. 6457/A</i> COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E COORDINATORE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: <i>Ing. Edoardo Piccoli – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A3381</i>		
IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:  <i>Ing. Paolo Barrasso – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A9513</i>	OPERE D'ARTE MAGGIORI GALLERIA: <i>Ing. Corrado Pesce – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A1984</i> OPERE D'ARTE MAGGIORI PONTI E MINORI: <i>Ing. Stefano Isani – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A4550</i>		
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:  <i>Ing. Giuseppe Danilo Malgeri</i>	GEOTECNICA: <i>Ing. Alessandro Rizzo – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. A19598</i> IDROLOGIA ED IDRAULICA: <i>Ing. Simone Venturini – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2515</i>		
PROTOCOLLO:	DATA:		

04 – IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione di compatibilità idraulica – Torrente Ermena

CODICE PROGETTO 	NOME FILE 04.04_P00_ID00_IDR_RE04_D	PROGR. ELAB. 04.04	REV.	SCALA:		
	CODICE ELAB. 			-		
D	ISTRUTTORIE CSLPP e VIA	Apr. 2021	Tecnital	Follera	Venturini	Renso
C	-					
B	-					
A	-					
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>COMPATIBILITA' IDRAULICA DELL'ATTRAVERSAMENTO .....</b>	<b>1</b>
2.1	Assetto geometrico dell'alveo .....	1
2.2	Caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo .....	2
2.2.1	Campagna di indagini .....	2
2.3	Caratteristiche morfologiche dell'alveo .....	10
2.3.1	Caratteristiche del bacino .....	10
2.3.2	Analisi delle documentazione a disposizione .....	12
2.3.3	Analisi foto aeree storiche .....	13
2.3.4	Caratteristiche morfologiche dell'alveo .....	16
2.3.5	Stima del trasporto solido .....	17
2.4	Caratteristiche ambientali e paesistiche della regione fluviale .....	18
2.4.1	VINCOLI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI .....	20
2.4.2	OPERE IN PROGETTO – ANALISI PAESAGGISTICA .....	21
<b>3</b>	<b>MODELLAZIONE FLUVIALE .....</b>	<b>24</b>
3.1	Premessa .....	24
3.2	Opere in progetto .....	25
3.3	Modellazione del torrente Ermena .....	25
3.3.1	Scabrezza .....	26
3.3.2	Condizioni al contorno .....	27
3.3.3	Risultati della modellazione .....	28
3.3.4	Opere di protezione .....	30
<b>4</b>	<b>ANALISI DEGLI EFFETTI .....</b>	<b>38</b>
4.1	Effetto E.1.: Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena .....	38
4.2	Effetto E.2.: Riduzione della capacità di invaso dell'alveo. ....	39
4.3	Effetto E.3.: Interazioni con le opere di difesa idrauliche (opere di sponda e argini) esistenti. ....	39
4.4	Effetto E.4.: Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento. ....	40
4.5	Effetto E.5.: Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo di inciso e di piena.....	41
4.6	Effetto E.6.: Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.	42

---

4.7	Effetto E.7.: Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena. ....	43
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>43</b>
	<b>Allegato 1: Risultati modellazione Torrente Ermena</b> .....	<b>45</b>
	<b>Allegato 2: Descrizione del modello di calcolo usato – HEC-RAS</b> .....	<b>66</b>

## 1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione vengono trattati gli aspetti idraulici relativi all'attraversamento del torrente Ermena relativo al progetto denominato *S.S. 28 del Colle di Nava Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S. 28 Dir - 564 ed al casello A6 "Torino-Savona" - III Lotto (Variante di Mondovì)*.

In particolar modo, nel capitolo 2 vengono trattati gli aspetti idraulici relativi alla modellazione del torrente Ermena alla sezione di chiusura nei pressi di Rione Borgato alle coordinate geografiche 44.380558 N, 7.820701 E. Per la modellazione verranno presentati i dati di partenza, come modello digitale del terreno, scabrezza e condizioni al contorno, per arrivare infine ai risultati della modellazione presentando i livelli del profilo idrico rispetto ai nuovi attraversamenti di progetto.

Tutte le modellazioni e le verifiche idrauliche fanno riferimento ai valori di portata e alle altezze di pioggia precedentemente calcolate nella relazione idrologica.

La presente relazione valuterà la compatibilità idraulica dell'intervento nel rispetto dei contenuti della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B, approvata con la deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999 e aggiornata con la deliberazione del Comitato Istituzionale n. 10 del 5 aprile 2006" – dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (Direttiva Ponti), nonostante il corso d'acqua in esame non sia fasciato. Gli effetti principali che sono stati considerati nel presente studio sono i seguenti:

- E.1. Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena
- E.2. Riduzione della capacità di invaso dell'alveo
- E.3. Interazioni con le opere di difesa idrauliche (opere di sponda e argini) esistenti
- E.4. Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento
- E.5. Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo di inciso e di piena
- E.6. Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale
- E.7. Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

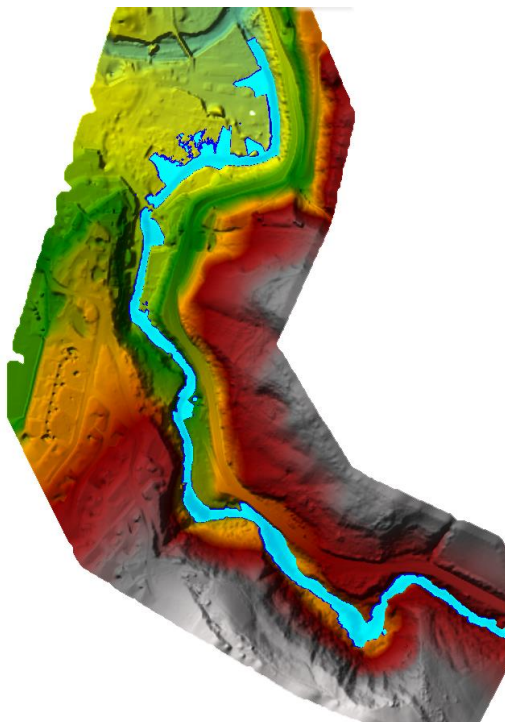
## 2 COMPATIBILITA' IDRAULICA DELL'ATTRAVERSAMENTO

### 2.1 Assetto geometrico dell'alveo

Nel tratto in esame il Torrente Ermena ha un andamento sinusoidale tipico dei torrenti nei tratti pedemontani. Corre all'interno di una valle incisa ed è spesso costretto dalla presenza di manufatti di natura antropica, quali muri di sostegno. Il torrente appare molto basso rispetto alle viabilità esistenti.

Al fine di analizzare il nuovo punto di attraversamento in località di Rione Borgato è stato eseguito un nuovo rilievo areo con laser scanner che ha restituito un andamento affidabile del terreno esistente. Si riporta di seguito una immagine del DTM usato per la modellazione.





Modello digitale del terreno

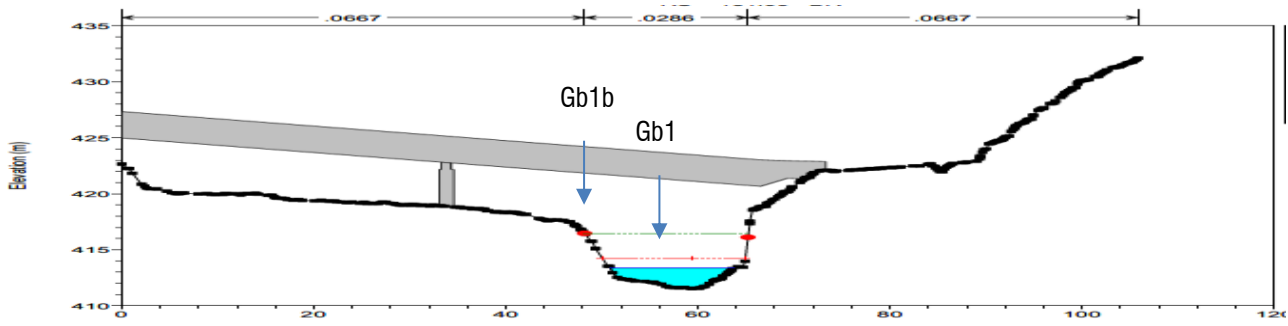
Dal modello sono state poi estratte le sezioni idrauliche nei punti più rappresentativi dei tratti d'alveo omogeni in termini di dimensioni, di copertura vegetativa, di protezioni e manufatti longitudinali. Le sezioni non hanno mai una distanza superiore ai 50 m e sono state raffittite nei punti singolari (variazione della quota di fondo o in presenza di manufatti). Il tratto rilevato ha una estensione complessiva di 1.40 km.

## 2.2 Caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo

### 2.2.1 Campagna di indagini

Al fine di valutare la capacità di trasporto solido nel tratto interessato da utilizzare nelle analisi idrauliche e nella valutazione di eventuali fenomeni erosivi locali è stata prodotta una caratterizzazione del materiale d'alveo mediante analisi granulometriche.

I punti di campionamento hanno interessato i soli depositi di fondo alveo e le sponde, in quanto non sono presenti aree golenali attive. I punti di campionamento sono due, riportati nello stralcio planimetrico che segue.



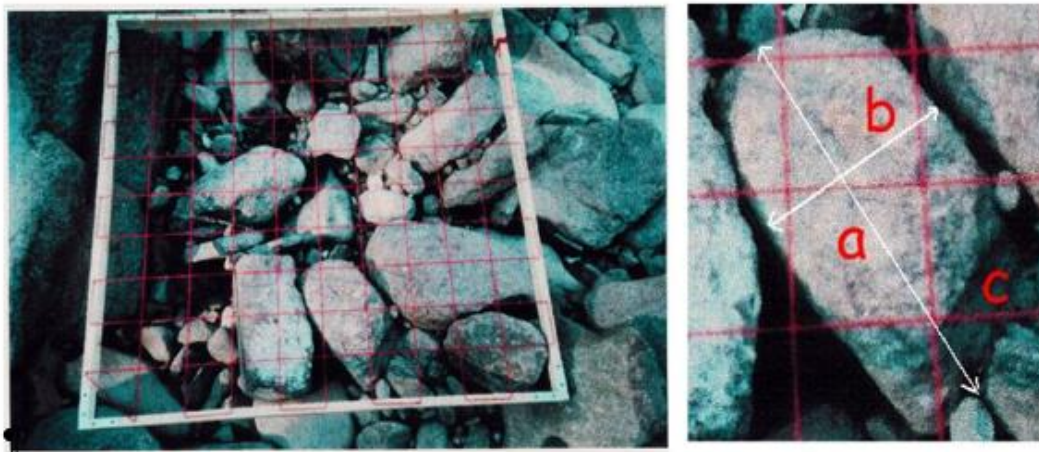
Per quanto concerne le modalità di esecuzione dei rilievi e delle misure si è fatto riferimento a quanto contenuto nelle specifiche tecniche di cui all'Annesso " Monitoraggio morfologico e del trasporto solido degli alvei" della relazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Il numero di campioni è adeguato alla rappresentazione delle caratteristiche del materiale e sono state impiegate metodiche di campionamento e analisi granulometrica del materiale adatte alla dimensione e dell'assortimento del materiale stesso.

Non sono stati prelevati campioni in sponda destra per la presenza del muro.

Viste le dimensioni dei massi in alveo si è optato per il metodo numerale, di seguito descritto.

La procedura per pesata si applica senza difficoltà ai corsi d'acqua caratterizzati da letti sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi, giacchè è sufficiente sottoporre ad un laboratorio geotecnico un campione prelevato in alveo di volume abbastanza modesto e dell'ordine, al più, di qualche decimetro cubo. Nel nostro caso invece si desiderava pervenire alla curva granulometria di un letto con sedimenti grossolani, aventi taglie granulometriche che vanno dalle sabbie a massi dell'ordine di 0.5-1.0 m (Figura 1) ed oltre, la metodologia anzidetta non è praticabile per tre ordini di motivi: per avere un campione sufficientemente rappresentativo occorrerebbe asportare dall'alveo e vagliare un volume di sedimenti dell'ordine di qualche metro cubo; la vagliatura di granulometrie così grossolane risulterebbe evidentemente onerosa, oltrechè evidentemente di non semplice esecuzione (accesso non agevole al luogo e difficoltà all'utilizzo di vagli di grosse dimensioni); infine, nell'asportazione di una così ingente quantità di materiale, si rischierebbe di non riuscire a differenziare la granulometria del materiale superficiale da quella del sottostrato.



**Figura 1** – Il letto di un torrente montano: le dimensioni dei sedimenti superano non di rado le decine di centimetri. La griglia sovrapposta indicano convenzionalmente con "a" il misura 10 cm di lato; (in questo caso è opportuno che il campionamento avvenga prefissando una dimensione della griglia di almeno 40 cm). Da notare la grande eterogeneità del materiale; la caratterizzazione granulometrica avviene attraverso la determinazione di diametri caratteristici ottenibili dalla curva granulometrica..

**Figura 2.** Dimensioni del ciottolo. Si indicano convenzionalmente con "a" il diametro massimo, con "b" quello intermedio e con "c" quello minore. Il riferimento per la classificazione granulometrica è il diametro intermedio "b".

Per risolvere il problema si è andato affermando un metodo che prevede la sostituzione della curva granulometrica costruita con il metodo ponderale precedentemente descritto con una curva granulometrica in cui le percentuali passanti si riferiscono a frequenze numerali dei diametri del campione anziché a frequenze in peso.

Ogni ciottolo può idealmente assimilarsi ad un ellissoide le cui dimensioni principali sono costituite dai tre diametri misurati in corrispondenza dei suoi assi principali. Si indicano convenzionalmente con "a" il diametro massimo, con "b" quello intermedio e con "c" quello minore (Fig.1). Nella operazione di setacciatura ponderale è la dimensione "b" quella che determina il passaggio o meno attraverso la maglia di un setaccio, quindi è a tale diametro che, anche le curve granulometriche ponderali, fanno riferimento.


Nella determinazione della granulometria numerale si prevede di non rimuovere i sedimenti dal letto ma di misurare sul campo il loro diametro intermedio "b".

Infine abbiamo integrato i risultati andando ad analizzare anche al componente più fine con metodo ponderale, il metodo universalmente adottato per la stima analitica della granulometria, che prevede il prelievo nell'alveo di una quantità di materiale sufficientemente rappresentativa della gamma granulometrica costituente il letto. Questo campione è quindi sottoposto ad un'analisi che consiste nel vagliare i sedimenti con dei setacci a maglie quadrate aventi dimensioni standard. La curva che sintetizza queste misure è appunto chiamata granulometrica ed esprime l'andamento delle percentuali in peso del campione che sono passate attraverso le maglie dei rispettivi vagli.

Si procede prelevando in zone omogenee un quantitativo minimo di 2 kg di materiale.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

#### **PUNTO DI INDAGINE Gb1**

<b>Committente:</b>	ANAS		
<b>Sito:</b>	Mondovì - Torrente Ermena (tra thalweg e sponda)		
<b>Punto di indagine</b>	<b>Gb1</b>		
<b>Coord. Geografiche</b>	44°22'49.9"N	<b>Condizioni meteo</b>	11°C - sereno
	7°49'15.0"E	<b>Rilevatori</b>	Frecchia-Marchisio
<b>Data rilevamento</b>	31/03/2021	<b>Metodo applicato</b>	La granulometria d'alveo
<b>Passo griglia (m)</b>	0,20		Il rilievo in campo e l'elaborazione dei dati Dalla Fontana - D'Agostino - UNIPD
<b>Ripetizioni griglia</b>	4	<b>Totale misure</b>	100
<b>Vista panoramica del punto di misura</b>			



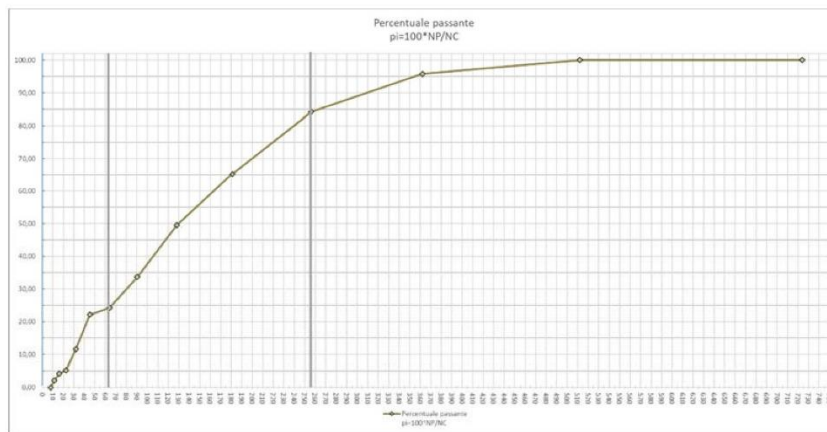
**Dettaglio punto di campionamento**



**Valori misurati (mm)**

378	113	263	74	39		
35	12	105	296	156		
189	189	233	152	296		
64	224	139	282	282		
126	213	345	55	119		
126	115	34	232	97		
126	139	<10	232	14		
180	41	27	185	31		
109	37	229	129	136		
117	189	39	89	24		
209	178	31	83	27		
209	114	115	145	151		
186	109	75	41	126		
295	295	398	398	173		
292	292	398	39	17		
169	115	33	90	25		
292	165	219	144	71		
209	195	219	62	64		
209	146	<10	89	35		
					NC=	95

**Curva granulometrica risultante da Metodo numerale**



D <sub>90</sub>	D <sub>84</sub>	D <sub>75</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>16</sub>	D <sub>10</sub>	U	G
309,00	254,07	219,54	163,33	129,77	80,19	37,54	29,65	5,509	2,707

Dove:

$$U = D_{60}/D_{10}$$

$$G = 0.5(D_{84}/D_{50} + D_{50}/D_{16})$$

**Punto campione per granulometria con metodo ponderale (frazione <2 cm)**



**Composizione percentuale**



Ciottoli grossi: 34,7%, Ciottoli piccoli: 25,3%, Massi medi e piccoli: 15,8%,  
Ghiaia molto grossa: 12,6%, Ghiaia grossa e media: 11,6%

**CONCLUSIONE**

**Ciottoli ghiaiosi-massosi**

• **Denominazione:** Siano A, B, ... i nomi delle frazioni principali (argilla, limo, sabbia e ghiaia). Siano p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>, .. le percentuali di A, B, ... presenti nella roccia in esame. Se ad es. p<sub>1</sub>>p<sub>2</sub>>p<sub>3</sub> la roccia viene denominata col nome della frazione A, seguito dai nomi delle frazioni B e C preceduti dalla congiunzione con se il corrispondente p è compreso fra il 50 e il 25%; seguiti dal suffisso oso se p è compreso fra il 25 e il 10% ed infine seguiti dal suffisso oso e preceduti da debolmente se p è compreso fra il 10 e il 5%. **Esempio:** limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso (L=55%, S=27%, A= 12%, G=6%)


**PUNTO DI INDAGINE Gb1b**

<b>Committente:</b>	ANAS		
<b>Sito:</b>	Mondovì - Torrente Ermena (in corrispondenza del thalweg)		
<b>Punto di indagine</b>	<b>Gb1-bis</b>		
<b>Coord. Geografiche</b>	44°22'49.8"N	<b>Condizioni meteo</b>	14°C - sereno
	7°49'14.9"E	<b>Rilevatori</b>	Frecchia-Marchisio
<b>Data rilevamento</b>	31/03/2021	<b>Metodo applicato</b>	La granulometria d'alveo
<b>Passo griglia (m)</b>	0,20		Il rilievo in campo e l'elaborazione dei dati Dalla Fontana - D'Agostino - UNIPD
<b>Ripetizioni griglia</b>	4	<b>Totale misure</b>	100
<b>Vista panoramica del punto di misura</b>			
<b>Dettaglio punto di campionamento</b>			







<p><b>Punto campione per granulometria con metodo ponderale (frazione &lt;2 cm)</b></p>	
<p><b>Composizione percentuale</b></p>	<p>Massi medi e piccoli: 49%, Ciottoli grossi: 25%, Ghiaia grossa e media: 12%, Ghiaia molto grossa: 6%, Ciottoli piccoli: 8%,</p>
<p><b>CONCLUSIONE</b></p>	<p><b>Massi con ciottoli ghiaiosi</b></p>
<p>• <b>Denominazione:</b> Siano A, B, ... i nomi delle frazioni principali (argilla, limo, sabbia e ghiaia). Siano p1, p2, ... le percentuali di A, B, ... presenti nella roccia in esame. Se ad es. p1&gt;p2&gt;p3 la roccia viene denominata col nome della frazione A, seguito dai nomi delle frazioni B e C preceduti dalla congiunzione <b>con</b> se il corrispondente p è compreso fra il <b>50</b> e il <b>25</b>; seguiti dal suffisso <b>oso</b> se p è compreso fra il <b>25</b> e il <b>10</b> ed infine seguiti dal suffisso <b>oso</b> e preceduti da <b>debolmente</b> se p è compreso fra il <b>10</b> e il <b>5</b>. <b>Esempio:</b> limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso (L=55%, S=27%, A= 12%, G=6%)</p>	

## 2.3 Caratteristiche morfologiche dell'alveo

Dall'analisi delle mappe digitali e delle elaborazioni eseguite è stato possibile caratterizzare ulteriormente i bacini attraverso l'uso di parametri morfometrici o valori globali che indicano le caratteristiche geomorfologiche dei bacini stessi.

### 2.3.1 Caratteristiche del bacino

#### Bacino del torrente Ermena

Per il bacino dell'Ermena chiuso alla quota 411 m s.l.m., ovvero in corrispondenza dell'attraversamento previsto nei pressi di paese Rione Borgato, risulta molto meno esteso presentando un'estensione di 17 km<sup>2</sup>.

Il bacino si estende tra la massima quota di circa 735 m s.l.m. fino alla sezione di chiusura (quota 411 m s.l.m. circa); la quota media del bacino, intesa come la media integrale della curva ipsografica risulta pari a 543 m s.l.m., mentre il rilievo del bacino (differenza delle quote estreme) corrisponde a circa 324 m.

Dalla curva ipsografica (*Figura 1*) si può notare come la distribuzione delle superfici nelle diverse fasce altimetriche faccia intendere il bacino in uno stadio maturo di equilibrio quindi in una fase di erosione stabile.

Per quanto riguarda la pendenza media dell'asta principale del corso d'acqua Ermena (*Figura 2*), la pendenza della retta di compenso tracciata corrisponde molto al profilo longitudinale dell'asta. Questo è dovuto al fatto che il

bacino in considerazione ha un'area di estensione relativamente piccola come lo è la differenza tra quota massima e minima. La pendenza così determinata risulta pari al 1,5%.

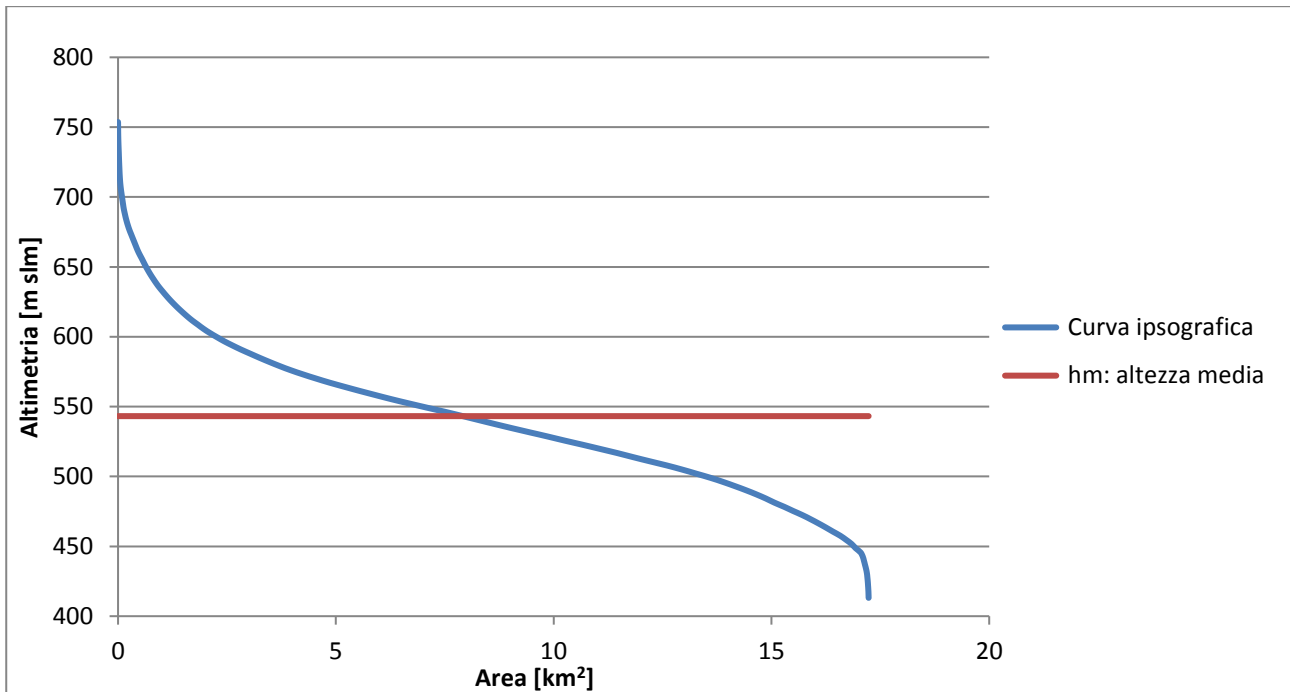


Figura 1: Curva ipsografica del bacino Ermena alla sezione di chiusura di progetto.

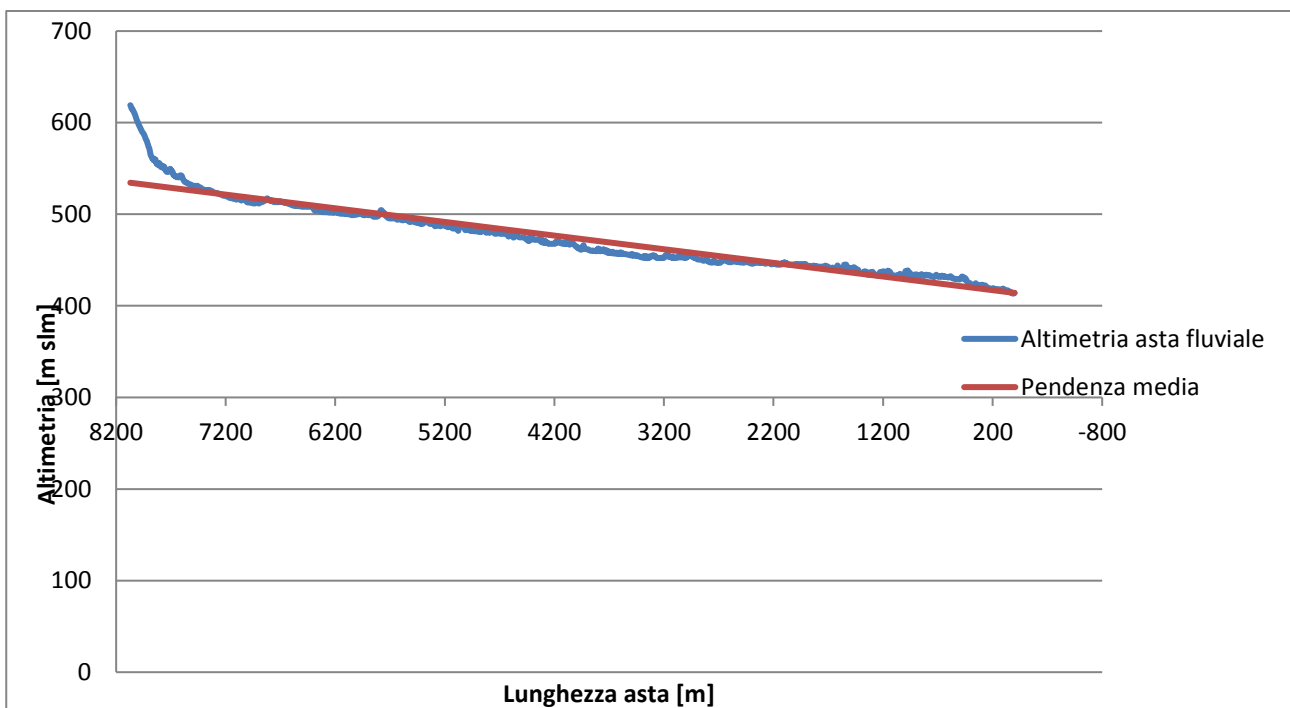


Figura 2: Pendenza media dell'asta fluviale del torrente Ermena eguagliando le aree come in grafico.

Nella tabella seguente vengono riassunte le caratteristiche geomorfologiche dei bacini presi in esame in questo studio alla sezione di chiusura intesa nell'intersezione del reticolo idrografico con l'opera progettuale.

**Oltre ai suddetti bacini sono stati determinati i dati del bacino che chiude in corrispondenza dell'idrometro di riferimento di Mondovì, nel quale sono state determinate le portate nel progetto "VAPI Piemonte".**

*Tabella 1: Riassunto dei dati morfologici dei due bacini.*

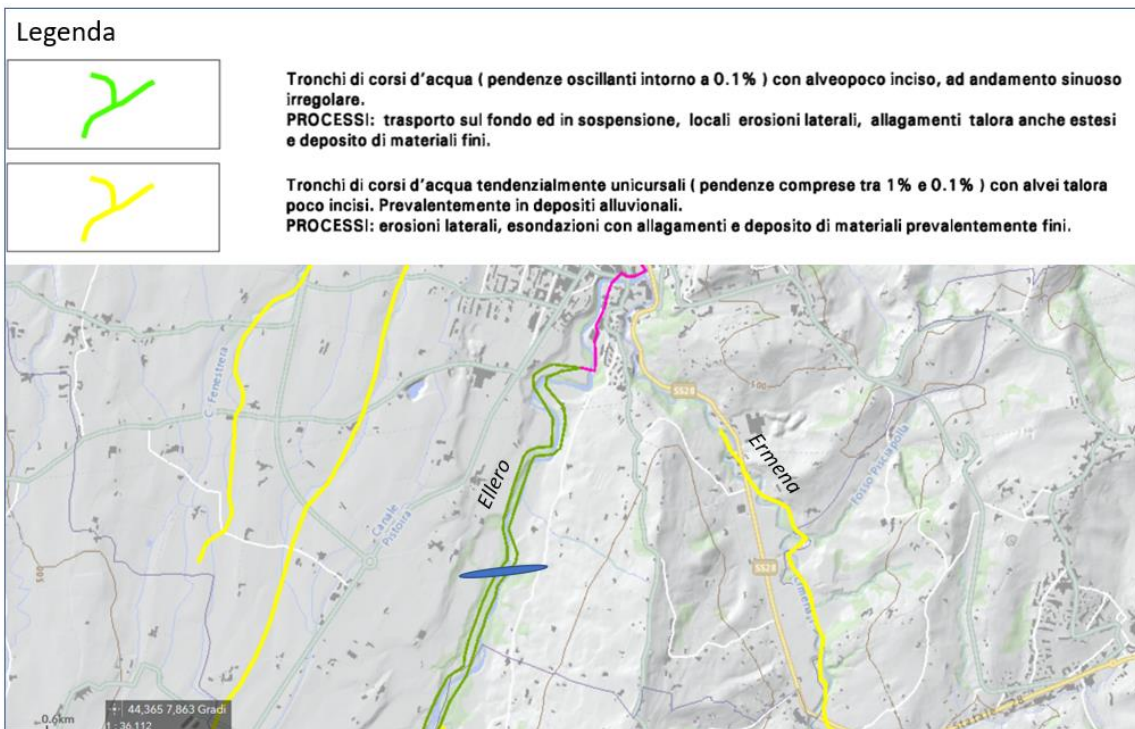
	<b>Bacino torrente Ermena</b>
<b>Area [km<sup>2</sup>]</b>	17
<b>Lunghezza asta fluviale [km]</b>	8
<b>Pendenza media [m/m]</b>	0.0149
<b>Quota media [m slm]</b>	543
<b>Quota min [m slm]</b>	411
<b>Quota max [m slm]</b>	735

### 2.3.2 Analisi delle documentazione a disposizione

Per quanto riguarda la caratterizzazione morfologica del torrente Ermena, si fa riferimento alle informazioni contenute nei seguenti documenti:

- "Analisi e valutazione degli aspetti morfologici - fiume Ellero - attività 2017-2018 Arpa Piemonte"
- "Carta alveo-tipi e portate – BDGeo100 – Arpa Piemonte"
- "Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi –Bacino del Tanaro- Autorità di bacino del fiume Po"

Nelle "Linee generali di assetto idrogeologico per il bacino del Tanaro – AdBPO", per il tratto a monte dell'oggetto di studio, il torrente Ermena è classificato come corso d'acqua tendenzialmente unicursale con alvei talora poco incisi, prevalentemente in depositi alluvionali. Sono attivi progressi di erosioni laterali, esondazioni con allagamenti e deposito di materiali prevalentemente fini.



Indicazione dei tronchi di corsi d'acqua estratto dalla Carta Alveo Tipi di Arpa Piemonte.

### 2.3.3 Analisi foto aeree storiche

Il corso d'acqua nel punto del nuovo attraversamento si trova in una zona di transizione perché ha principalmente le caratteristiche di un tratto montano, ma al tempo stesso alcune peculiarità dei tratti pedemontani.

Le pendenze sono elevate attorno al 1.5%, la sezione è incisa e profonda con una larghezza di circa 13.5 m appare stretta. Il materiale che caratterizza il fondo ha pezzature importanti e la corrente durante le piene appare veloce.

A queste caratteristiche che sono tipiche dei tratti montani si aggiunge la presenza in sinistra di un terrazzo ribassato rispetto al resto del paese che appare come una prima incisione del torrente, ormai abbandonata e irraggiungibile dalle piene.

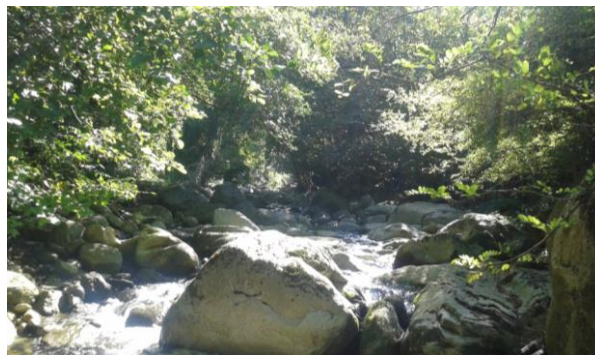


Foto sezione Ermena nella zona del nuovo attraversamento

Si riportano di seguito alcune ortofoto storiche del tratto in esame dalle quali emerge che pur essendo in un tratto con la tendenza all'erosione questa è stabile. L'erosione avviene prevalentemente sul fondo del torrente visto che

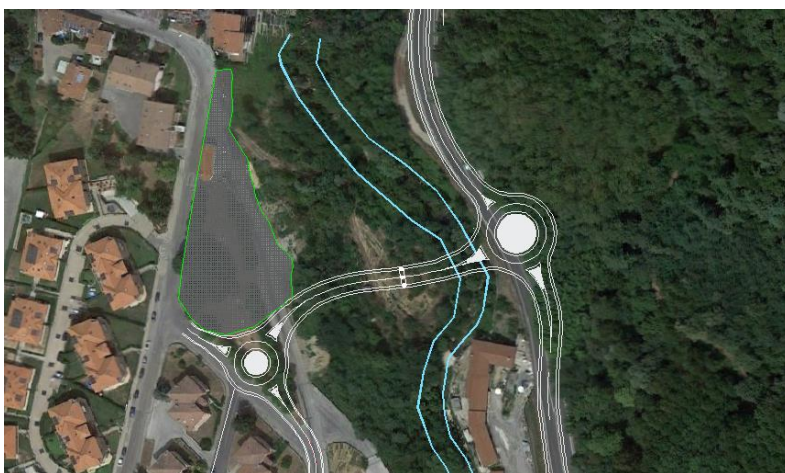


negli anni il corso d'acqua non ha subito modifiche di tracciato o non ha interessato durante le piene altre aree se non il suo alveo inciso.



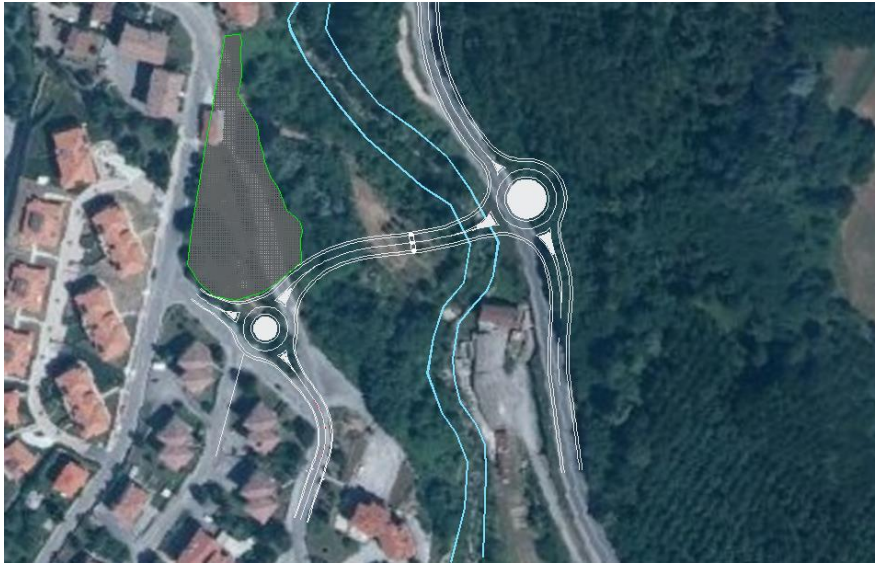
Ortofoto volo rilievo 2020

Nella foto in alto che rappresenta la situazione attuale riscontrata durante il rilievo aereo eseguito nel 2020, si sono messe in evidenza le linee che rappresentano le sommità spondali. Inoltre, è possibile vedere come la nuova pila si trovi all'esterno dell'alveo inciso in quella che è stata una prima sede del torrente ormai però abbandonata.

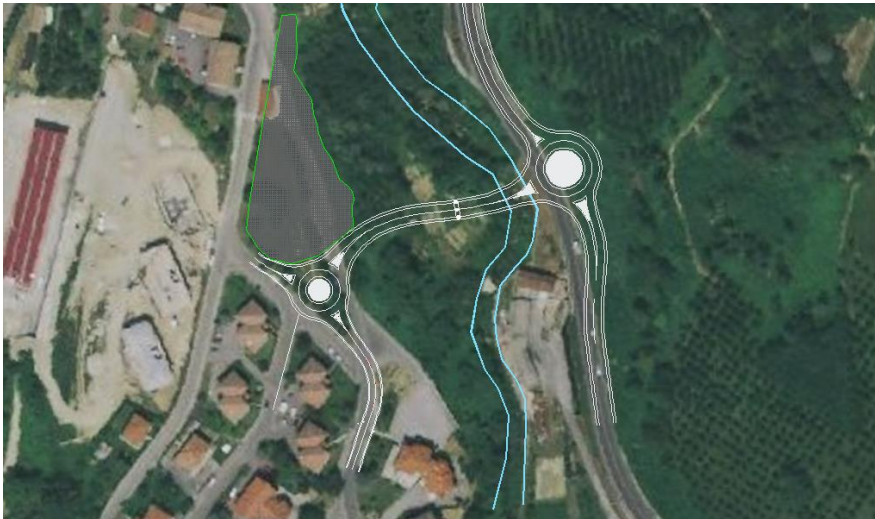


Ortofoto anno 2017

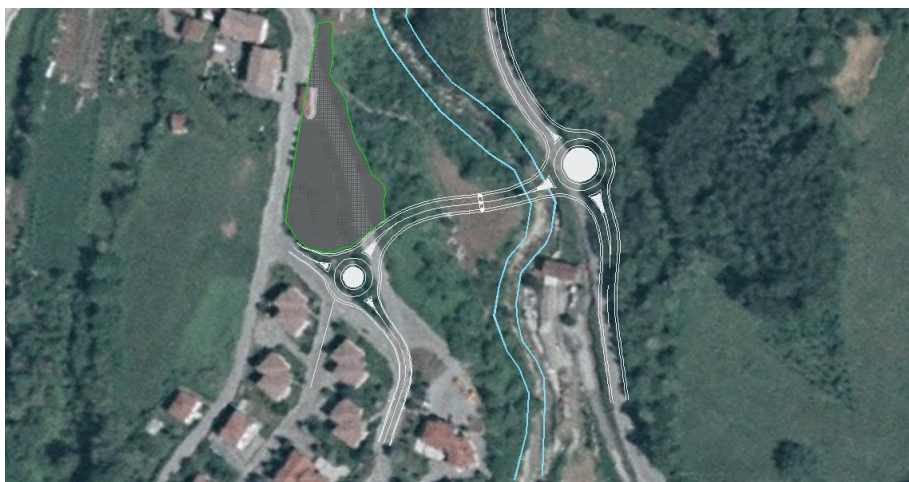




Ortofoto anno 2012



Ortofoto anno 2006



Ortofoto anno 2000



Ortofoto anno 1994



Ortofoto anno 1988

### 2.3.4 Caratteristiche morfologiche dell'alveo

L'alveo attivo ha una larghezza di circa 13.5 m e una profondità di incisione di circa 7 m rispetto al primo terrazzamento in sinistra. Dalle modellazioni idrauliche per eventi di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni si è potuto determinare il livello idrico che si instaura in alveo, pari a circa 1,90 m.

La stessa linea dell'energia totale della corrente non supera mai i 3.60-3.80 m dal fondo. Con questi dati è evidente che il livello di incisione dell'alveo è tale da non poter mai riattivare il primo terrazzo, che è sicuramente stata una forma fluviale ormai abbandonata.

Dal punto di vista del grado di stabilità dell'alveo inciso, in concomitanza a situazioni di piena, dall'analisi delle foto storiche è evidente con l'alveo non abbia subito negli ultimi 30 anni divagazioni trasversali, nonostante vi siano segni di erosione sulle sponde, in particolare quella in sinistra idraulica. Nonostante questo, la maggior parte degli alberi in sinistra sono abbastanza stabili, dritti e senza radici esposte.

In destra idraulica è presente un muro di contenimento della strada provinciale n. 28 Nord che non ha evidenti segni di scalzamento della fondazione.

I massi ciclopici in alveo, caratteristici delle zone a monte, sono sedimenti movimentati in ere precedenti in quanto oggi sarebbero difficilmente movimentabili dal torrente. I massi sono bene affossati nel terreno, con evidenti segni di levigazione delle superfici causati dalla corrente.

Quanto sopra lascia intendere che attualmente il torrente in questa zona ha una certa stabilità plano-altimetrica, con sostanziale equilibrio tra scavi durante le piene e i depositi al fine delle stesse.

### 2.3.5 Stima del trasporto solido

Il deflusso di un evento di piena, specie se contrassegnato da un elevato tempo di ritorno, è accompagnato dalla movimentazione di materiale solido trasportato dalla corrente liquida. Il trasporto solido può avvenire, a seconda delle dimensioni della granulometria dello stesso, per rotolamento sul fondo alveo o per galleggiamento all'interno del flusso liquido. Alla determinazione della portata solida concorrono numerosi fattori, fra tutti: l'idrogramma liquido di piena e l'attitudine del bacino idrografico alla produzione di materiale solido. Relativamente a quest'ultimo aspetto, gioca un ruolo determinante la caratterizzazione geologica e morfologica dei versanti che delimitano il corso del torrente, in particolare l'individuazione di aree in erosione, frane giacenti, ovvero di accumuli di materiale che potrebbero riversarsi nel greto del torrente durante gli eventi pluviometrici più intensi.

Sulla base dei sopralluoghi eseguiti, nel tratto di interesse l'apporto solido da parte dei versanti è alquanto modesto considerato il fatto che per lunghi tratti il torrente è stato oggetto nel corso degli anni da interventi di sistemazione idraulica, in particolare dalla realizzazione di opere di difesa spondale mediante muri o scogliere. Tali interventi di sistemazione idraulica di fatto impediscono l'erosione delle sponde e dunque l'apporto solido.

Ciò detto, si può affermare che il trasporto solido del t. Ermena in condizioni di piena sarà imputabile ai soli fenomeni di movimentazione del materiale solido presente lungo l'alveo del torrente. Per una quantificazione dello stesso sono state utilizzate alcune fra le più note relazioni presenti in letteratura, le quali dipendono da alcune grandezze idrauliche facilmente ricavabili ipotizzando l'instaurarsi di condizioni di deflusso prossime a quelle di moto uniforme e da alcuni parametri sedimentologici. Relativamente a questi ultimi, si è fatto riferimento all'analisi granulometrica eseguite nella campagna di indagini integrativa di Aprile 2021, posta in prossimità del nuovo attraversamento. Dall'analisi sono state ricavate le seguenti classi granulometriche per il materiale solido presente in alveo:

Analisi granulometrica dell'alveo del t. Ermena

Cadin di Sotto	
Dimetro passante	Dimetro [mm]
D10	30
D30	80
D50	130
D60	163



D75	220
D90	309

I risultati ottenuti dalle principali relazioni presenti in letteratura sono riportati nella tabella seguente:

Quantificazione della portata solida movimentata durante il deflusso della Q200.

	<i>Meyer - Peter</i>		<i>Smart - Jaeggi</i>		<i>Schoklitsch</i>	
<i>qs</i>	0.55	kg/sm	0.16	mc/s m -	0.078	mc/s m
<b>Qtot</b>	<b>2.79</b>	m <sup>3</sup> /s	<b>2.16</b>	m <sup>3</sup> /s	<b>1.05</b>	m <sup>3</sup> /s
	<b>3.00</b>					m <sup>3</sup> /s

I valori ottenuti sono fra loro paragonabili e portano a concludere che la portata solida movimentata durante il deflusso della piena centenaria e bicentenaria sarà verosimilmente approssimabile a 3.00 m<sup>3</sup>/s.

La portata totale che defluisce è data dalla somma fra la frazione liquida (Q200 = 112 m<sup>3</sup>/s ricavata nella Relazione Idrologica) e e quella solida e risulta pari a:

$$Q_{200} = 115 \text{ m}^3/\text{s}$$

## 2.4 Caratteristiche ambientali e paesistiche della regione fluviale

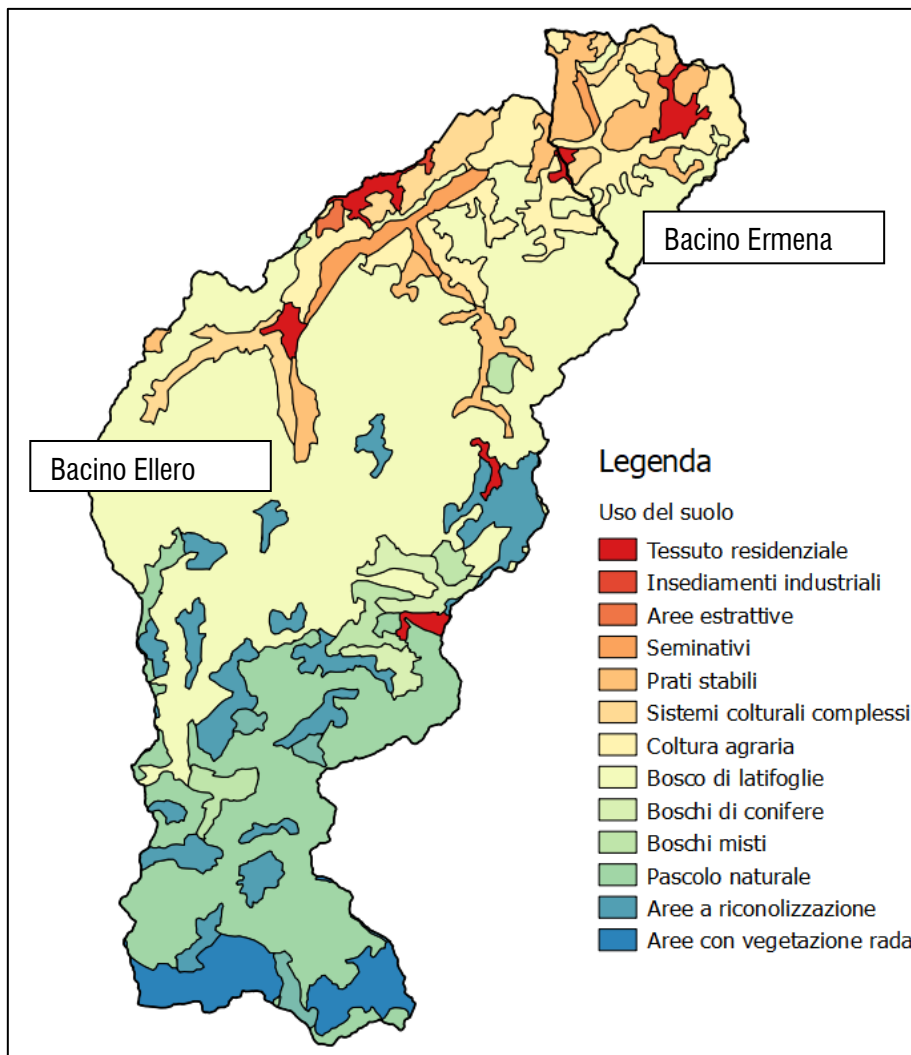
All'interno della Relazione Idrologica (cod. elaborato 04.02\_P00\_ID00\_IDR\_RE01) per il calcolo della portata liquida di progetto sono stati rilevati gli usi del suolo usando le informazioni contenute sulla mappatura effettuata con il progetto Corine Land Cover.

Il progetto Corine Land Cover (CLC) è nato a livello europeo specificamente per il rilevamento e il monitoraggio delle caratteristiche di copertura e uso del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela ambientale.

La prima realizzazione del progetto CLC risale al 1990 (CLC90), mentre gli aggiornamenti successivi si riferiscono all'anno 2000 tramite il progetto Image & Corine Land Cover 2000.

Con questo progetto si è inteso realizzare un mosaico Europeo all'anno 2012 basato su immagini satellitari, ed è stata derivata dalle stesse la cartografia digitale di uso/copertura del suolo all'anno 2012 e quella dei relativi cambiamenti.

Ad ogni codice tipologia di area è stato individuato un codice di uso del suolo UDS che individua valori di curve number diversi per ogni classe idrologica di suolo.

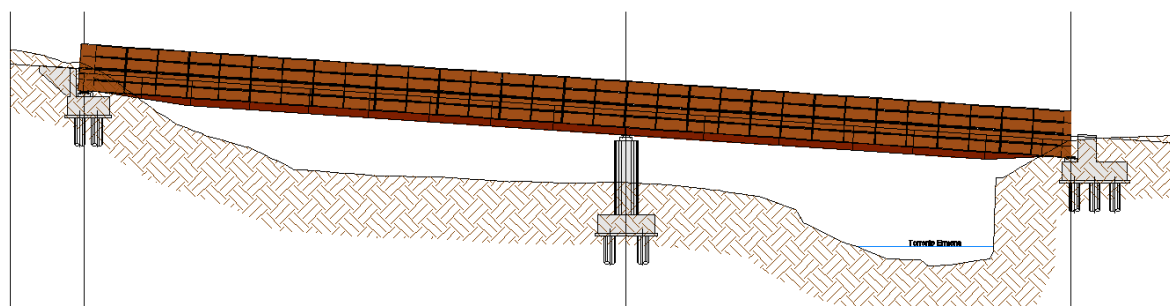


Aree di suddivisione rispetto all'uso al suolo - Progetto Corine Land Cover 2012

Nel merito del nuovo attraversamento, l'area di interesse è caratterizzata da vegetazione spontanea arborea in corrispondenza del terrazzo fluviale abbandonato in sinistra idraulica e sulla relativa sponda. La sponda destra invece appare antropizzata per la presenza di un insediamento industriale e della strada provinciale.

Come è possibile vedere dall'ortofoto sottostante e dal prospetto del nuovo ponte il tracciato attraversa un'area boscata che dovrà per forza di cosa essere rimossa per non interferire con la nuova opera. La pila è però posizionata in un'area priva di vegetazione.

PROSPETTO LONGITUDINALE  
SCALA 1:250





In conformità a quanto indicato dalla normativa di riferimento nazionale D.P.C.M. 12 dicembre 2005 e dalla normativa regionale in materia L.R. 1 dicembre 2008 n. 32 (art. 3) è stata predisposta una specifica Relazione Paesaggistica al fine di procedere all'acquisizione dell'autorizzazione paesaggistica, alla quale si rimanda per un maggior dettaglio.

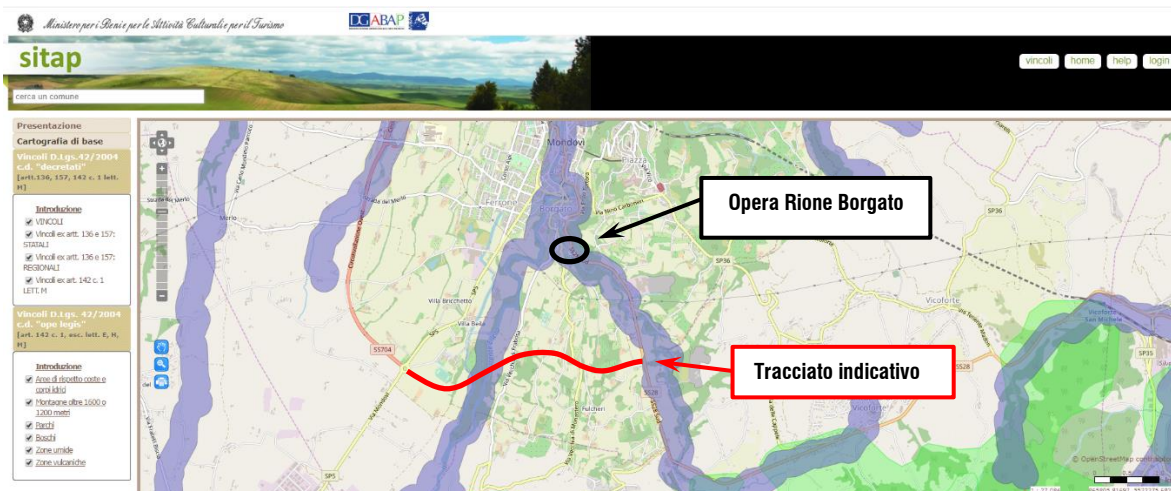


Figura 2.3 Vincoli D. Lgs. 42/2004

Aree di rispetto di 150 metri dalle sponde dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle Acque Pubbliche, e di 300 metri dalla linea di battigia costiera del mare e dei laghi, vincolate ai sensi dell'art.142 c. 1 lett. a), b), c) del Codice

Aree boscate acquisite dalle carte di uso del suolo disponibili al 1987 (acquisite per ogni regione in base alle cartografie disponibili), tutelate ai sensi dell'art. 142 c. 1 lettera g) del Codice

## 2.4.2 OPERE IN PROGETTO – ANALISI PAESAGGISTICA

Le modificazioni morfologiche sono legate principalmente agli sbancamenti necessari alla realizzazione dell'opera la quale in ogni caso sarà principalmente interrata per cui le modifiche previste sono state valutate come di lieve entità.

Le modifiche alla componente vegetazionale sono legate principalmente alla cantierizzazione in cui si prevede l'abbattimento di alcune zone alberate per la realizzazione degli interventi. In ogni caso si prevede la piantumazione di nuovi filari e aree boscate in fase di ripristino, nonché il rinverdimento delle scarpate mediante specie erbacee ed aree arbustive.

Le infrastrutture stradali di progetto rappresentano gli elementi che modificheranno in modo marginale la percezione visiva del contesto. In linea generale infatti gli interventi di progetto risultano poco visibili dalle arterie viabilistiche ed assolutamente non visibili dal punto panoramico di Rione Piazza.

Per quanto concerne l'alterazione dell'assetto scenico dell'intervento per la realizzazione del viadotto a Rione Borgato, questo avrà un connotato prevalentemente urbano con un'incidenza diretta sul quartiere e sulla percezione della zona dell'intervento. Tuttavia, anche qui non si sono evidenziati punti di vista panoramici da cui si possa



scorgere l'area. La percezione dell'intervento sarà pertanto limitata all'area in questione senza impatti significativi sulle aree limitrofe. Si ribadisce che l'intervento proposto non sarà apprezzabile dal Rione Piazza e dal sedime delle strade perimetrali.



Vista da via vecchia di Monastero - Ante operam.



Fotosimulazione da via vecchia di Monastero - Post operam.





Vista da SP 28 Nord - Ante operam.



Fotosimulazione vista da SP 28 Nord - Post operam.



### 3 MODELLAZIONE FLUVIALE

#### 3.1 Premessa

Il progetto della nuova *Tangenziale di Mondovì – III lotto* interseca in due punti la rete idrografica superficiale (Figura 4). Nello specifico si prevede l'attraversamento del fiume Ellero con un viadotto lungo 120 metri formato da quattro campate che poggiano sulle spalle dei versanti e su tre pilastri che trovano fondazione sul letto del fiume. L'altro attraversamento è previsto con un'opera secondaria nei pressi di Rione Borgato con un ponte a due campate e la pila posta in una parte golenale molto alta rispetto all'alveo. La presente relazione tratta del secondo attraversamento.

Nei pressi di quest'ultimo attraversamento è stato modellato l'andamento del fiume sottostante con il software HEC-RAS per determinare l'influenza delle opere sull'andamento del profilo idraulico e per garantire un franco di sicurezza. Le portate prese in considerazione considerano un tempo di ritorno pari a 200 anni.

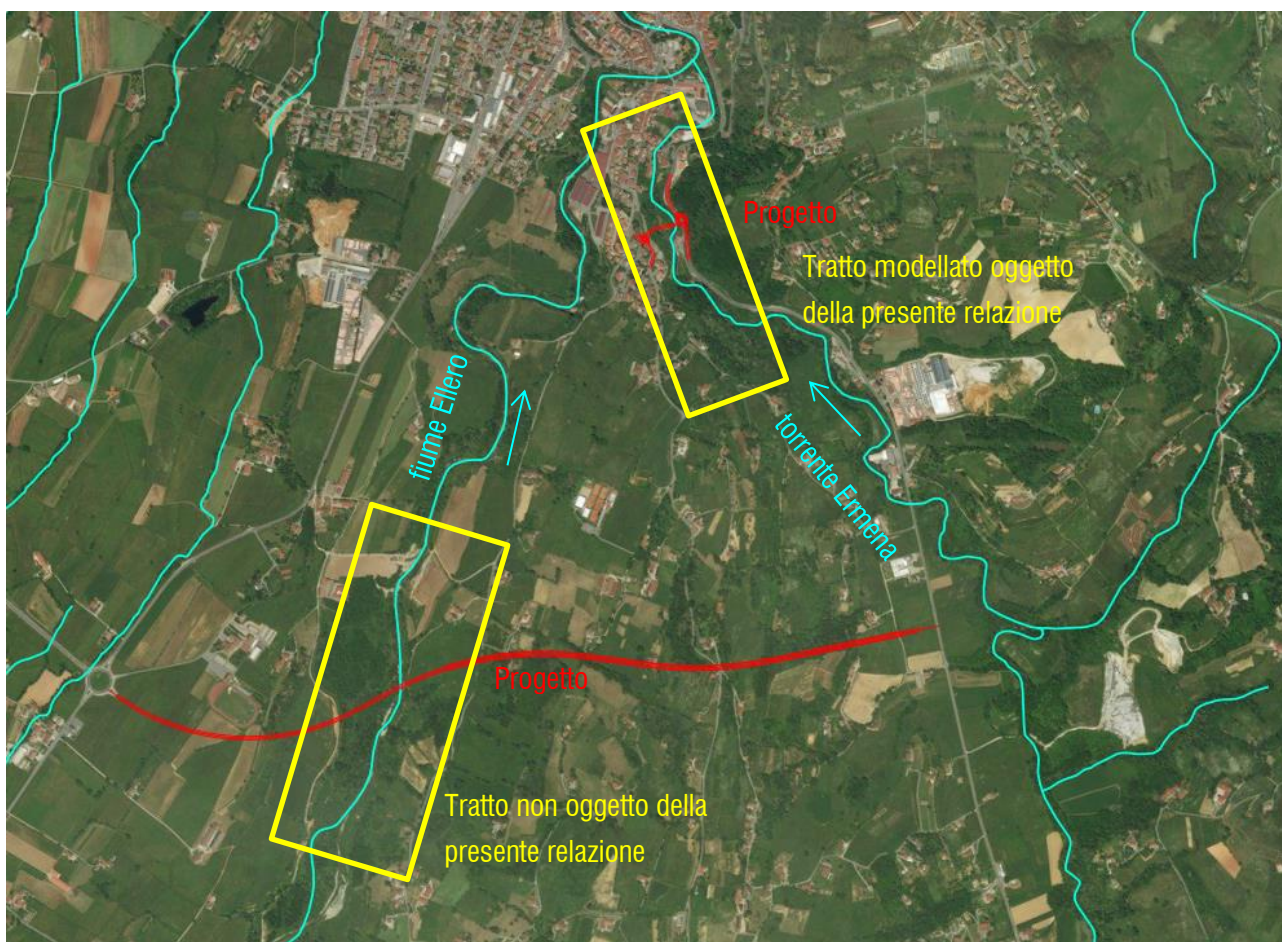


Figura 4: Inquadratura delle opere di attraversamento con messa in evidenza dell'opera prevista di progetto e il tratto di fiume modellato.

Il software utilizzato nel presente studio è HEC-RAS 5.0. Il pacchetto software HEC-RAS 5.0 (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), elaborato dall'U.S. Army Corps of Engineers è uno strumento di

calcolo idraulico monodimensionale dalla consolidata affidabilità, ampiamente utilizzato in campo internazionale e nazionale. HEC-RAS permette di condurre l'analisi idraulica monodimensionale sia a moto permanente che vario.

### 3.2 Opere in progetto

Il viadotto Ermena ha da due campate con luci pari a 39 m e 45 m per una lunghezza complessiva di 84 m con schema statico a trave continua. In sezione trasversale l'opera si compone di una sede stradale di tipo C2 e cordoli che ospitano i guard-rail di larghezza pari a 0.75 m.

Rispetto alla richiesta iniziale di una unica luce è stata inserita una pila posta in posizione comunque sicura nei confronti dell'alveo attivo del torrente; non era in ogni caso possibile superare altrimenti la luce di progetto che discende dalla necessità di posizionare l'attraversamento a monte rispetto alle ipotesi iniziali per garantire la funzionalità stradale del collegamento e minimizzarne l'impatto antropico.

Nel tratto iniziale dell'opera, in corrispondenza della spalla SpA, l'impalcato ha una geometria peculiare determinata dalla presenza della rotonda di inserimento sulla S.S. n. 28, con un significativo aumento della larghezza dell'impalcato.

L'impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo è realizzato con travi in acciaio auto-protetto tipo Corten, con sezione a doppio T, trasversalmente connesse da diaframmi.

Il montaggio dell'impalcato avverrà per sollevamento dal basso delle singole travi. I conci verranno saldati a piè d'opera fino a formare macroelementi in grado di superare la distanza tra spalla e pila. Successivamente tali elementi verranno portati in quota mediante l'ausilio di autogru poste in golena.

Lo schema di vincolamento prevede in corrispondenza della spalla SpA due appoggi fissi; questa scelta discende dal fatto che essa si trova all'interno della rotatoria ed ha un andamento bilatero con vertice al limite della aiuola centrale; il vincolo fisso permette di porre un giunto di sottopavimentazione invisibile agli utenti con la massima sicurezza per il traffico stradale.

Entrambe le spalle hanno fondazioni profonde intestate su pali trivellati rivestiti a tutta altezza con diametro 880 mm e lunghezza di 24 m e hanno altezza minima, tale da permettere di appoggiare l'impalcato direttamente sul dado di fondazione.

L'unica pila del viadotto ha una sezione a setto coi bordi stondati larga 2 m e lunga 10 m per ospitare le tre travi poste a un interasse di 3,5 m; la fondazione, profonda, si intesta su 10 pali trivellati rivestiti a tutta altezza con diametro 880 mm e lunghezza di 24 m.

### 3.3 Modellazione del torrente Ermena

La modellazione del torrente Ermena ha permesso di identificare il livello idrico che una portata con tempo ritorno di 200 anni assumerebbe in alveo. Per fare ciò è stato utilizzato un modello digitale del terreno che descrivesse molto dettagliatamente l'alveo che, in questo caso, è stato rilevato molto inciso. Una volta determinato l'andamento del fondo, sono state prese delle sezioni significative che potessero rappresentare tratti simili. Ne è stata definita la



scabrezza e le condizioni al contorno. In ultima, inserito il progetto del ponte per valutarne il franco di sicurezza e l'eventuale interazione con la pila del nuovo ponte che sarà inserita in una parte golenale del torrente molto alta.

Il codice di calcolo utilizzato per il profilo idrico in piena della corrente nel tratto di corso d'acqua è di tipo a moto stazionario monodimensionale (portata costante e geometria dell'alveo variabile). La scelta è ricaduta su tale modello visto che l'alveo appare monocorsuale, stretto e inciso e in queste condizioni consentono di ottenere risultati più che soddisfacenti per si tiene conto della variazione delle dimensioni dell'alveo e delle singolarità localizzate (rappresentate da manufatti, bruschi restringimenti o allargamenti, variazioni di scabrezza, salti di fondo), è generalmente adatto ad affrontare tutte le situazioni in cui la valutazione degli effetti degli interventi in progetto sulle condizioni di deflusso è rappresentabile unicamente in termini di modificazione del profilo idrico.

### 3.3.1 Scabrezza

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Mannig attribuiti rispettivamente al tratto di alveo alle aree golenali sono riportati nella seguente tabella.



Alveo Torrente Ermena

I valori sono stati estrapolati dalla Direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" dell'Autorità di Bacino del fiume Po. L'alveo inciso ha delle caratteristiche da torrente pedemontano con fondo con ciottoli e molti grossi massi. Mentre le aree golenali, ove presenti sono caratterizzate da folta vegetazione spontanea.

Tabella 2: Valori di scabrezza per l'alveo inciso e le aree golenali del fiume Ellero.

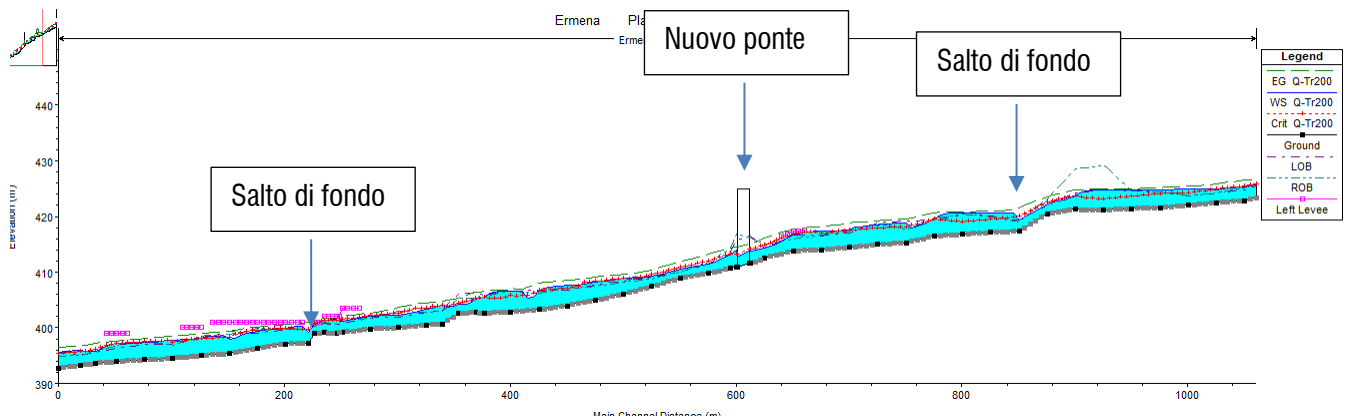
	<b>coefficienti di Manning [<math>m^{-1/3} \cdot s</math>]</b>	<b>coefficiente di Gauckler Strickler [<math>m/s^{-1/3}</math>]</b>
Alveo inciso	0.050	20
Aree golenali	0.0667	15

Il torrente Ermena presenta un alveo molto inciso e profondo, invadendo rare volte aree golenali presenti per alcuni tratti in sinistra idrografica.

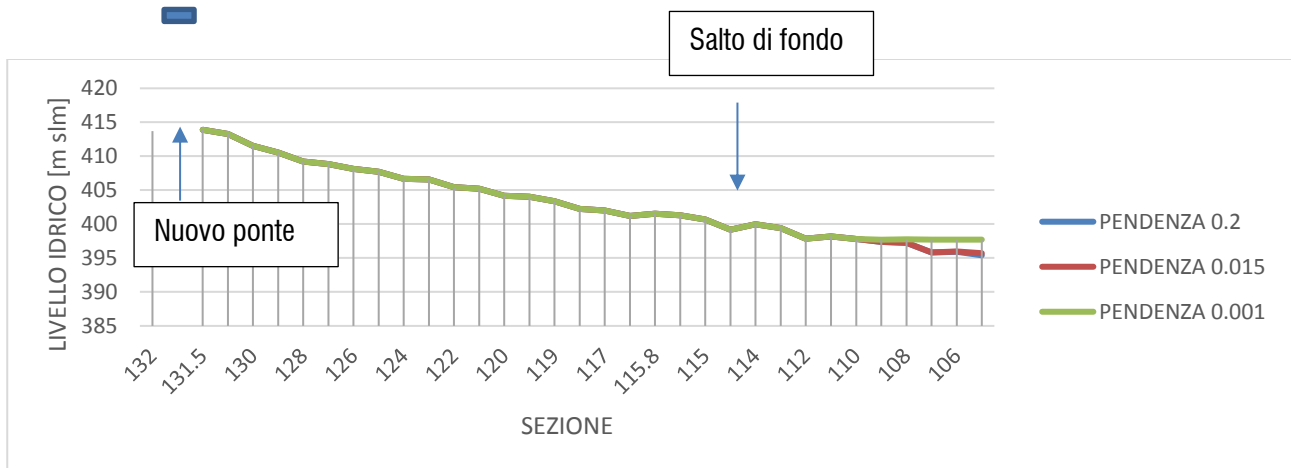
### 3.3.2 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto per l'implementazione del modello idraulico sono:

- una rappresentazione del modello del terreno con una sezione almeno ogni 50 metri che considerasse un tratto a monte di circa 800 m, mentre a valle dell'opera pari a circa 600 m, per una lunghezza complessiva di 1.40 km;
- il raggiungimento di moto uniforme nella prima e nell'ultima sezione inserita: tale impostazione si ritiene avvallabile viste le condizioni del tratto iniziale e terminale. Le pendenze dell'alveo, visto lo stato supercritico della corrente, sia a monte che a valle sono costanti per tratti sufficienti per stabilizzare i livelli, molto prima del nuovo attraversamento. Inoltre, il torrente nel tratto in progetto è isolato dalla presenza di due salti di fondo, che determinano altrettanti risalti della corrente.



Eseguendo una analisi di sensibilità sulla condizione al contorno di valle si può notare che il punto di attraversamento non ne risente.



- una portata di riferimento adottata per la modellazione idraulica:

Portata duecentennale:  $Q_{Tr200} = 115 \text{ m}^3/\text{s}$

### 3.3.3 Risultati della modellazione

Dalla modellazione del torrente Ermena, risulta che il profilo idraulico (Figura 5) sia principalmente di corrente veloce. Nei cambi di pendenza del fondo, invece, il profilo della corrente diventa di tipo lenta. Essendo il corso d'acqua con un alveo molto inciso, non ha molte possibilità di espandersi nelle are golenali che saltuariamente presenta ai lati. Poco prima del ponte di progetto, è presente un'area limitata dove, secondo il modello digitale del terreno, il torrente trova una piccola espansione laterale. In questa, zona è presente un'abitazione che risulta essere molto vicina al corso d'acqua in questione. Tuttavia, il ponte previsto nel progetto non peggiora la situazione attuale in quanto l'unica pila prevista nell'attraversamento risulta poggiare in un'area non interessata dalla corrente con una portata duecentennale.

Sempre nella sezione di attraversamento, si può notare che il tirante idrico raggiunge una quota pari a 413,36 m slm con portata duemtecentennale. Se si considera che la quota più bassa dell'intradosso del ponte sopra il fiume risulta essere di 420,66 m slm, si ottiene un franco di sicurezza pari a 7,30 m.

Per quanto riguarda l'area di esondazione (Figura 7), il torrente Ermena con portata con tempo di ritorno 200 anni, vede allagare limitate aree limitrofe al corso d'acqua presso le quali sono presenti poche abitazioni che si affacciano sulla sponda del torrente con appezzamenti terrieri o corti private. Queste aree potrebbero già presentare sul confine del torrente delle piccole opere, come muretti privati, per arginare il livello idrico che varia da un minimo di 0,10m a 1,50m.

In ogni caso, l'attraversamento di progetto non peggiora la situazione attuale in quanto la pila del ponte non viene interessata dalla corrente.

I risultati numerici tabulari della modellazione nelle principali sezioni sono riportati nell'*Allegato 1: Risultati modellazione Torrente Ermena*. Le sezioni sono riportate, invece, nell'elaborato 04.08\_P00\_ID00\_IDR\_SZ01.

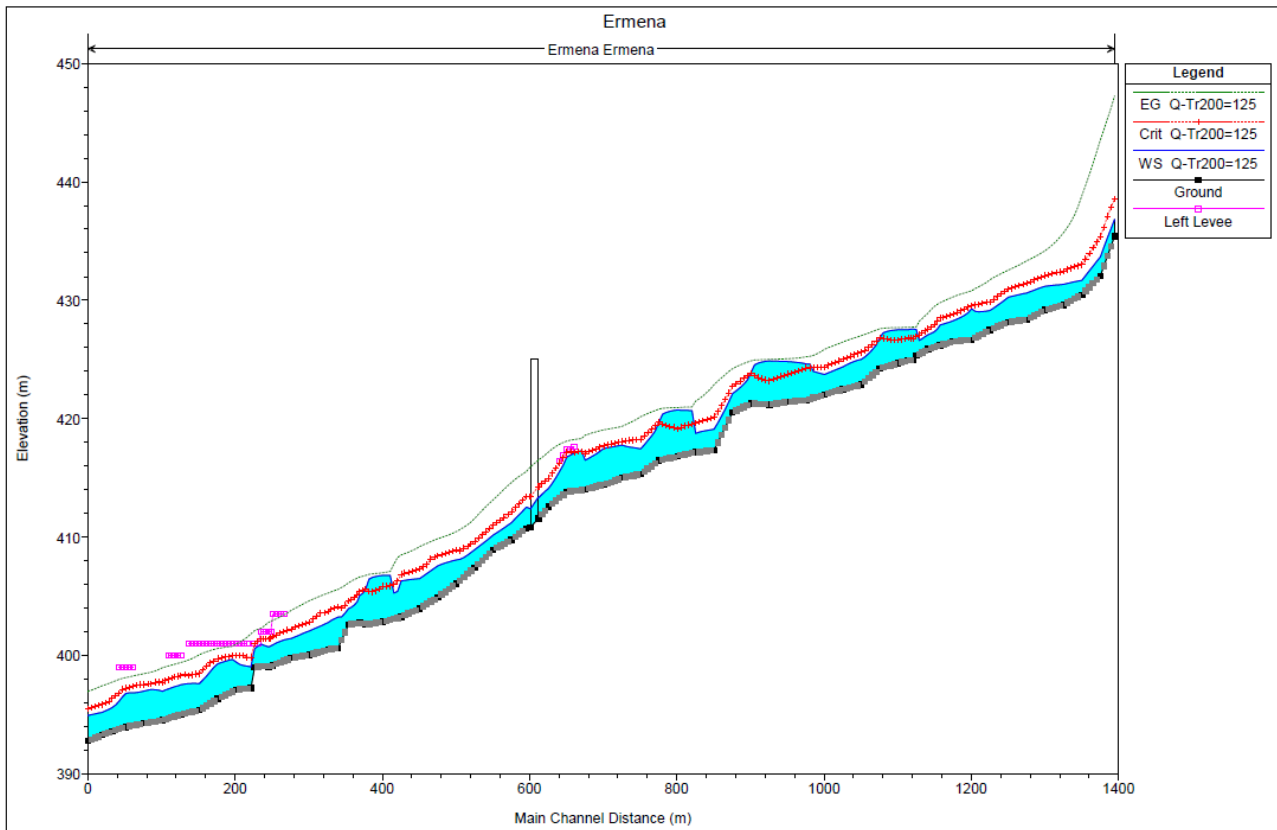


Figura 5: Profilo longitudinale del torrente Ermena con rappresentato il ponte di progetto.

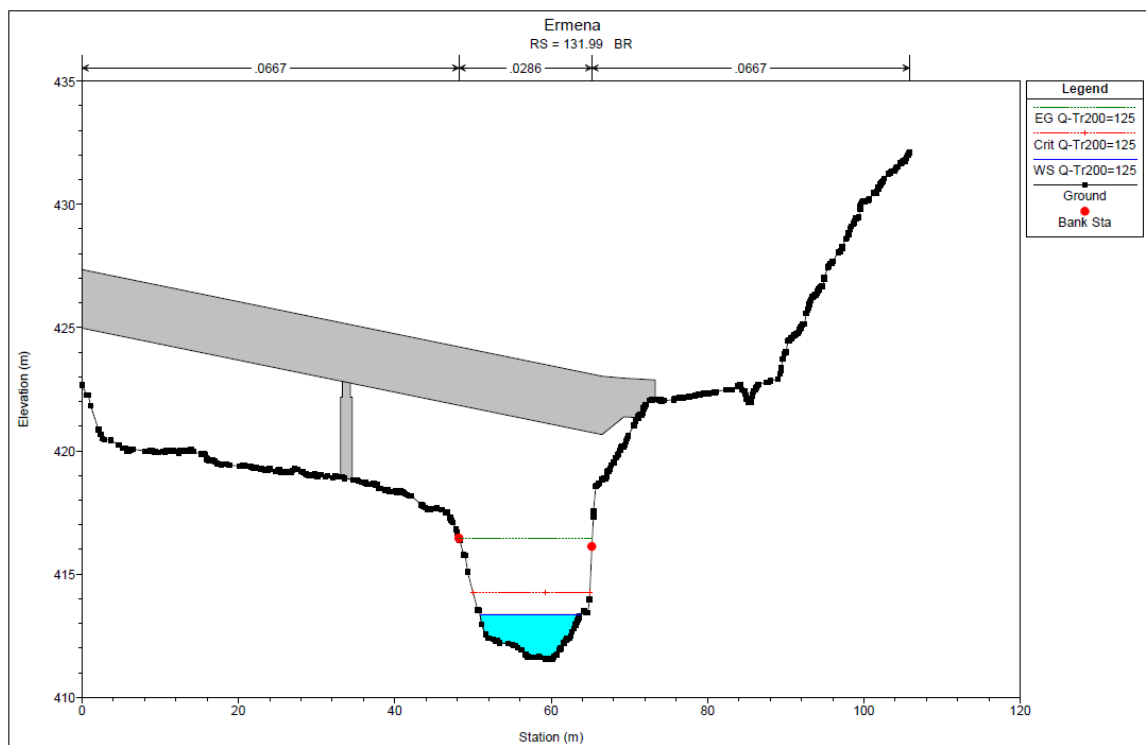


Figura 6. Livello idrico nella sezione del viadotto pari a 413,36m s.l.m con  $Q_{Tr200}$ .



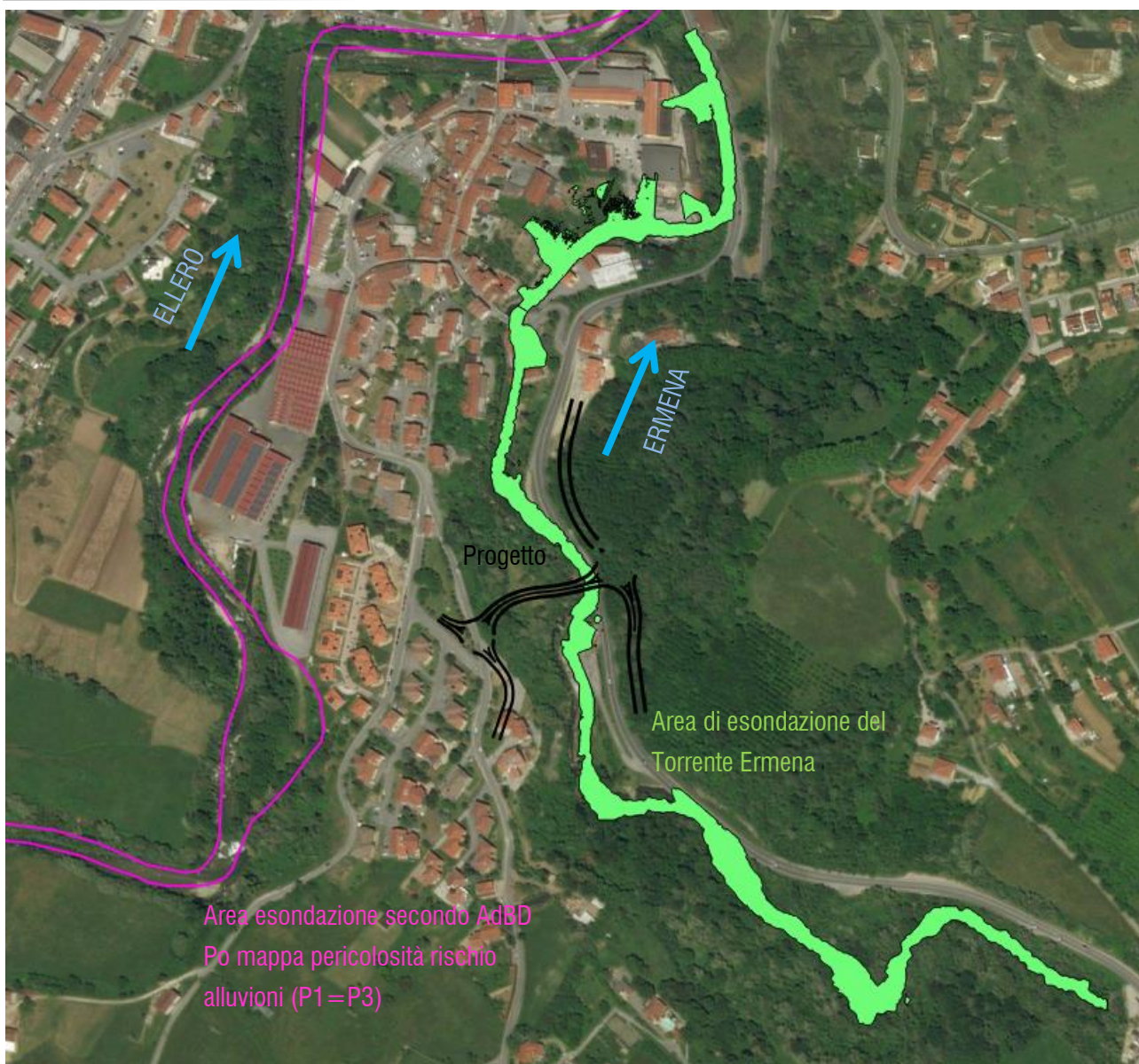


Figura 7: Area di esondazione modellata del torrente Ermena con  $Q_{Tr200} = 125 \text{ m}^3/\text{s}$ . Si evince l'assenza di mappatura inerente all'area di esondazione del AdBD del Po.

### 3.3.4 Opere di protezione

#### Premessa

La pila del nuovo viadotto si trova sul terrazzo fluviale abbandonato che non è interessato dalla piena a una distanza di 12 m dalla sommità della sponda e 16 circa dal fondo alveo. Il plinto si trova in prossimità dello strato di marne di S. Agata che ne garantisce una certa stabilità anche in caso la corrente lo possa raggiungere. Inoltre, da quanto visto in precedenza l'alveo appare alquanto stabile e senza tendenze alla migrazione laterale. Nonostante quanto descritto, nonostante nessuna pila sia interessata dal passaggio di una piena con portata bicentenaria, si prevede comunque una protezione spondale del torrente Ermena per evitare cedimenti spondali in sinistra idrografica. In destra, vista la presenza del muro di sostegno della strada provinciale esistente e visto che questo non presenta

segni di scalzamento della fondazione e che da un sopralluogo si è potuto appurare che non vi sono evidenze di sofferenze strutturali, non essendo presenti lesioni, si è ritenuto di non prevedere nuove opere di protezione. Tale scelta è avallata anche dalla presenza di un versante instabile a tergo della viabilità provinciale, e che il muro in questione fa parte di un più ampio intervento di consolidamento e stabilizzazione messo appunto in fase di costruzione della provinciale stessa. Dalla modellazione risulta una velocità della corrente pari a 5,50 m/s.

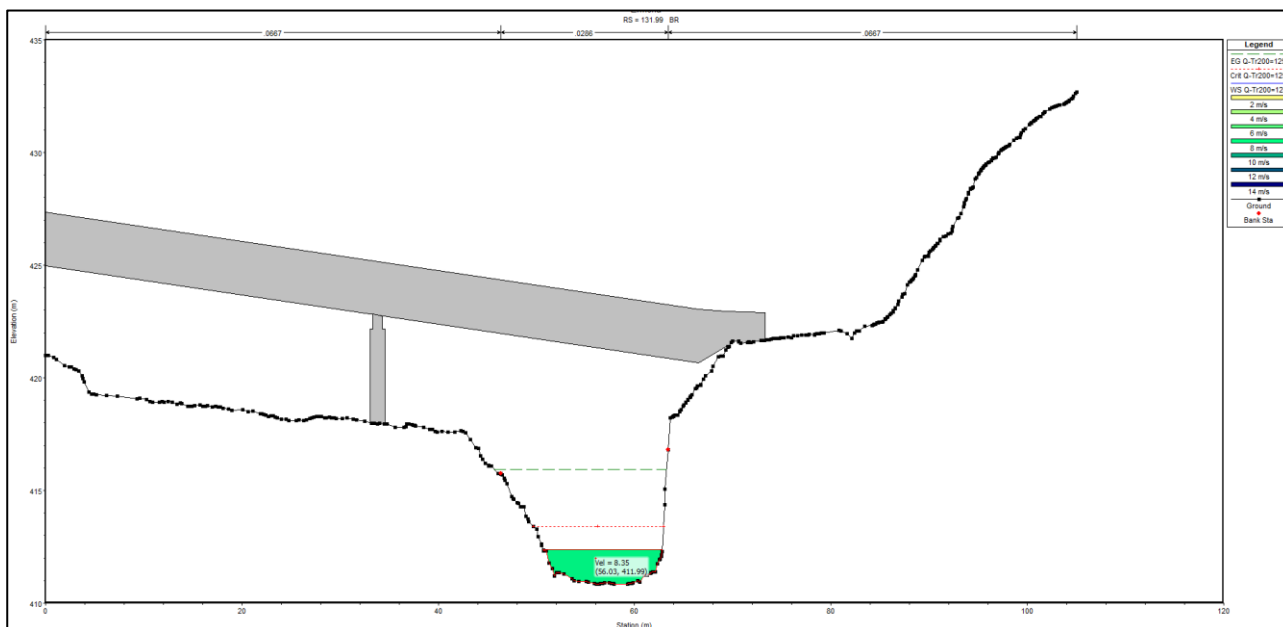
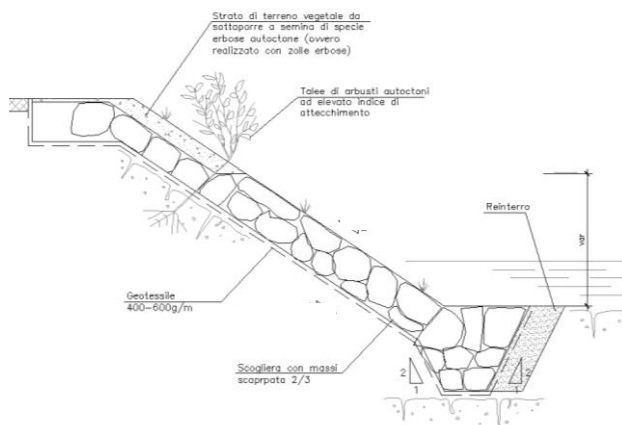


Figura 8: Distribuzione delle velocità nella sezione idraulica in prossimità del ponte sul torrente Ermena.

La tipologia di protezione scelta è quella visibile in sezione ove i massi verranno in ogni caso cementati per fornire una maggiore stabilità e resistenza al trascinamento.



La sezione può essere suddivisa, sotto il profilo funzionale in due parti: L'unghia al piede con quota di posa sempre al di sotto dello scavo per una profondità che consenta la posa di almeno due file di massi, così come il suo sviluppo all'interno dell'alveo. La seconda parte è il rivestimento spondale che avrà una pendenza non inferiore a 2 su 1, ma che in ogni caso non supererà la pendenza naturale del terreno della scarpata esistente. A tergo della protezione visto che si prevede che questa sia cementata si prevede l'inserimento di drenaggi per l'allontanamento dell'acqua allo scopo di ridurre le spinte esercitate. I rivestimenti spondali in massi cementati sono opere in grado

di resistere a pesanti sollecitazioni e solitamente sono caratterizzate da una buona durabilità; hanno però il difetto di eliminare totalmente le zone di ristagno e di bassa velocità della corrente che costituiscono dei microhabitat essenziali per la vita di molte specie presenti all'interno del corso d'acqua. Come per le altre tipologie di muro di sponda queste opere hanno un impatto negativo a causa dell'eliminazione della vegetazione lungo la riva.

Anche se l'opera, oltre ad un impatto paesaggistico, presenta una certa rigidità e impermeabilità in caso di cedimenti, l'opera è caratterizzata da elevata resistenza strutturale.

### Dimensionamento scogliere laterali

Dove si prevedono attraversamenti di corsi d'acqua, le cui strutture possono essere interessate dalla corrente, si prevede di intervenire attraverso la realizzazione di una protezione spondale, realizzata con scogliere opportunamente estese sia a monte, sia a valle delle strutture in progetto.

Il dimensionamento delle scogliere prevede di individuare, innanzitutto, il diametro d'equilibrio del materiale costituente le protezioni.

Stevens et al. (1976), dopo accurata analisi dei momenti delle forze agenti sull'elemento solido, giunsero alle seguenti espressioni utili per la determinazione del diametro d'equilibrio su sponda inclinata e quindi per la valutazione dell'opportunità di realizzare scogliere in massi di forma tondeggiante alla rinfusa.

$$\sigma = \frac{21\tau}{(\gamma_s / \gamma - 1)\gamma d_m} = \frac{0,30u_r^2}{(\gamma_s / \gamma - 1)gd_m} \quad (1)$$

$$\beta = \text{tg}^{-1} \left( \frac{\cos\lambda}{\frac{2\sin\Theta}{\sigma \text{tg}\phi} + \sin\lambda} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = \frac{1 + \sin(\lambda + \beta)}{2} \quad (3)$$

$$C_s = \frac{\cos\Theta \text{tg}\phi}{\sigma' \text{tg}\phi + \sin\Theta \cos\beta} \quad (4)$$

dove:

- $d_m$  è il diametro del masso;
- $C_s$  è il coefficiente di sicurezza al ribaltamento del masso rispetto al punto P di rotazione (rapporto tra il momento risultante delle forze stabilizzanti e il momento risultante delle forze ribaltanti);
- $\Theta$  è la pendenza adottata per la scarpata;
- $\phi$  è l'angolo di riposo in acqua dei massi;
- $\beta$  è l'angolo che la direzione di caduta del masso forma con la linea di massima pendenza della scarpata;

- $\lambda$  è l'angolo diedro tra il piano orizzontale ed il piano inclinato costituente il fondo dell'alveo ( $\text{tg } \lambda = i =$  pendenza del fondo);
- $\sigma$  e  $\sigma'$  sono i cosiddetti numeri di stabilità del masso rispettivamente su sponda inclinata ed orizzontale ( $\Theta = 0$ );
- $\tau$  è l'azione di trascinamento sul masso;
- $u_r$  è la velocità della corrente contro il masso.

La velocità  $u_r$  può essere desunta dalla legge logaritmica di distribuzione della velocità sulla verticale  $Y$  in un moto assolutamente turbolento (Keulegan, 1938):

$$u(Y) = 2,5 u^* \ln \left( 30,2 \frac{Y}{d_m} \right) \quad (5)$$

in cui:

$$u^* = (\tau/\rho)^{1/2} \quad (6)$$

Integrando la (5) sulla verticale si ottiene per la velocità media  $V$  della corrente:

$$V = 2,5 u^* \ln \left( 12,3 \frac{Y_o}{d_m} \right) \quad (7)$$

in cui  $Y_o$  è il tirante idrico.

Ammettendo che la velocità  $u_r$  sia corrispondente alla profondità  $Y = d_m$ , dalle (5) e (7) si ottiene l'espressione:

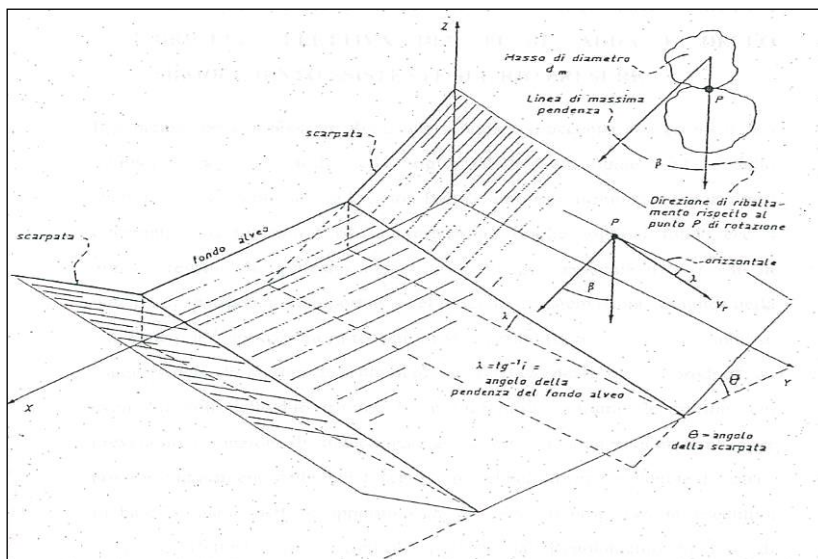
$$\frac{u_r}{V} = \frac{3,4}{\ln(12,3 Y_o/d_m)} \quad (8)$$

da utilizzare per il calcolo di  $u_r$ , avendo precedentemente determinato, con i criteri esposti, la velocità media  $V$  e la profondità  $Y_o$ . È però importante ricordare che le (5), (7) e (8) valgono per profondità relative  $Y_o/d_m > 6$ ; nel caso invece in cui la scabrezza sia macroscopica ( $Y_o/d_m < 6$ ) e conseguentemente molto alta la turbolenza e l'aerazione della corrente, si può assumere in via pratica:

$$u_r = V \quad (9)$$

In definitiva le espressioni precedenti consentono di verificare la stabilità di una scogliera. Dati infatti la dimensione  $d_m$  dei massi, l'angolo di scarpata  $\Theta$ , l'angolo di riposo  $\phi$ , calcolata con la (8), o con la (9), la velocità  $u_r$  e la sua direzione, applicando in successione le (1), (2), (3), (4) si giunge a calcolare il coefficiente di sicurezza  $C_s$ . Se questo è maggiore di 1, la scogliera ha sufficiente stabilità; se  $C_s = 1$ , l'equilibrio è al limite; se  $C_s < 1$ , la scogliera è soggetta a franamento. Per una buona sicurezza è auspicabile che  $C_s$  sia almeno pari a 1,30.





Parametri caratterizzanti la stabilità delle sponde.

Per il dimensionamento e la verifica delle scogliere a protezione delle opere di attraversamento poste in fregio all'alveo, si è considerata una pendenza di scogliera pari a  $1/2 (h/b)$ .

#### Verifica dei diametri dei massi ciclopici per la stabilità spondale.

Pendenza media	Portata	Velocità della corrente	Battente	Dim. dei massi	Angolo di scarpata	Angolo di attrito	Velocità contro il masso	peso specifico del masso $\gamma_s$	$\sigma$	$\beta$	$\sigma'$	Cs
i [%]	[m <sup>3</sup> /s]	v [m/s]	[m]	$d_m$ [cm]	$\theta$	$\phi$	$u_r$ [m/s]	[kg/m <sup>3</sup> ]				
5.42	115	5.5	2.31	<b>160</b>	26.6	42	5,50	2600	0,36	0,36	0,19	<b>1,30</b>

Nella tabella si riportano i valori delle dimensioni dei massi che consentono di ottenere un coefficiente di sicurezza pari o superiore a  $C_s = 1,30$ , ne consegue che occorre installare massi di almeno 160 cm con peso specifico 2600 kg/m<sup>3</sup>. Come sopra esposto a maggior cautela si prevede di cementare i massi.

La protezione si estenderà per una cinquantina di metri complessivi a cavallo dell'attraversamento, dei quali circa 35 m a monte e 15 m a valle. In questo modo sarà possibile proteggere tutto la curva.

#### Verifica dimensionamento scogliere laterali

Si verifica quanto osservato nel parere del CSLP, applicando altre metodologie di calcolo.

In letteratura sono disponibili varie formule per la stima della stabilità dei materiali di assegnata granulometria sottoposti all'azione di trascinarsi della corrente. Questi metodi si basano sulla determinazione dei valori critici della velocità o delle tensioni tangenziali (intesi come valori che corrispondono alle condizioni di moto incipiente per il materiale considerato) e sul confronto con i valori reali di tali grandezze.

Seguendo il criterio che si basa sulla definizione dello sforzo tangenziale esercitato dalle correnti sul materiale costituente il letto fluviale, la condizione di stabilità del fondo risulta quando  $t_{cr} \geq t_0$ , ovvero quando la tensione tangenziale critica è maggiore o uguale a quella esercitata dalla corrente.

La tensione tangenziale sul fondo dell'alveo è data dalla formula:

$$\tau_0 = \gamma \cdot R \cdot i$$

che, per alvei con base molto maggiore del tirante idrico ed in condizioni di moto permanente può scriversi:

$$\tau_0 = \gamma \cdot R \cdot J$$

dove:

$\gamma$  [kg/m<sup>3</sup>] è il peso specifico dell'acqua;

$R$  [m] è il raggio idraulico della sezione;

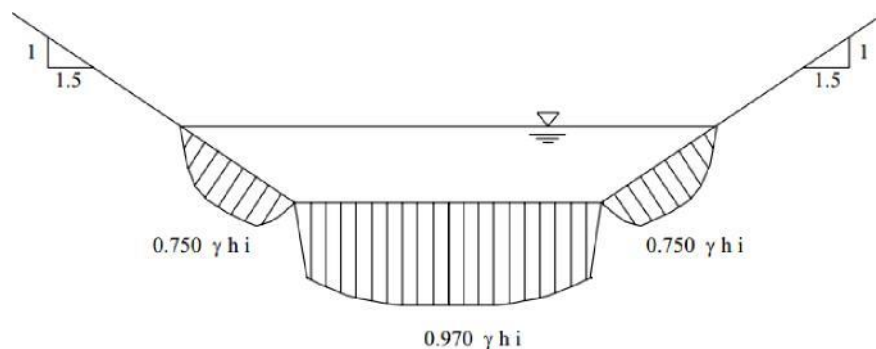
$h$  [m] è il tirante idrico;

$i$  [m/m] è la pendenza del fondo;

$J$  [m/m] è la cadente.

$$\tau_0 = \xi \cdot \gamma_w \cdot$$

Nella figura, sotto riportata, sono illustrati l'andamento degli sforzi tangenziali sul fondo e sulle sponde, nel caso di una particolare sezione trapezia.



Andamento tensioni tangenziali

La tensione tangenziale massima esercitata dalla corrente è espressa dalla relazione:

$$\tau_0 = \xi \cdot \gamma_w \cdot R_h \cdot i$$

con  $\xi$  coefficiente che tiene conto della distribuzione delle tensioni tangenziali; è assunto pari a 1 per il fondo alveo e 0.75 in corrispondenza delle sponde; dove:

$\gamma_w$  [kg/m<sup>3</sup>] è il peso specifico dell'acqua;

$R_h$  [m] è il raggio idraulico della sezione;

$i$  [m/m] è la pendenza del fondo;

I valori della  $\tau_0$  devono essere confrontati con le tensioni tangenziali critiche che mobilitano il materiale sul fondo e sulle sponde.

Il valore critico  $\tau_{cr}$  che mobilita un masso di diametro  $d$  con peso specifico  $gs$  in assenza di coesione ed in regime turbolento ha la seguente espressione, riferita alla teoria della tensione tangenziale critica (Shields, 1936) attraverso la valutazione della forza che determina il moto incipiente dei granuli, esprimibile in termini generali con la seguente relazione che esprime una condizione di equilibrio:

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} = \Theta(\text{Re}^*)$$

dove:

$\tau_{cr}$  = tensione tangenziale critica [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]

$gs$  = peso specifico materiale d'alveo [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$g$  = peso specifico dell'acqua [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$d$  = diametro del granulo [m]

$\Theta$  = parametro adimensionale dipendente dalle caratteristiche dei granuli e del letto fluviale e dal numero di Reynolds di grano ( $\text{Re}^*$ ) relativo alla velocità di attrito  $u^*$  :

$$u^* = \sqrt{\frac{\tau_{cr}}{\rho}}$$

La suddetta condizione di equilibrio è stata tradotta in termini empirici da osservazioni sperimentali, ciascuna caratterizzata da limiti e campi di applicabilità specifici che ne condizionano l'utilizzo. In particolare, alcuni autori hanno individuato valori empirici specifici del parametro di Shields:

$\Theta = 0.047$  nella espressione di Meyer-Peter, che considera nullo il termine relativo al trasporto solido;

$\Theta = 0.058 \div 0.060$  nella espressione originata di Shields per  $\text{Re}^* > 400$ ;

$\Theta = 0.116$  nella espressione di Kalinske, che considera un fattore di compattezza del materiale rappresentante l'effetto di mutuo incastro delle particelle.

Nel seguito sono riportate le principali formulazioni normalmente considerate, con riferimento ai rispettivi autori.

- Shields - Krey: la formula (1936) è stata sviluppata per moti in regime turbolento e per la condizione  $d \ll h$ , dove  $d$  è il diametro medio del materiale considerato e  $h$  è l'altezza d'acqua:

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} = 0.06$$

- Zeller: la formula (1963) è relativa a miscugli omogenei in regime di moto assolutamente turbolento:

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} = 0.047$$

- Armanini: la formula (1990) è applicabile quando la dimensione del materiale è dello stesso ordine di grandezza del tirante idrico:

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} = 0.06 \cdot \left[ 1 + 0.67 \cdot \left( \frac{d}{h} \right)^{0.5} \right]$$

Per le verifiche di stabilità delle sponde, la condizione di moto incipiente va espressa considerando le componenti attive del peso e della spinta idrodinamica in relazione alla pendenza della sponda ( $\alpha$ ) rispetto all'orizzontale.

Per tali verifiche viene normalmente utilizzata la seguente espressione (Lane 1953):

$$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \cdot \left[ \cos \alpha \cdot \sqrt{1 - \frac{\text{tg}^2 \alpha}{\text{tg}^2 \varphi}} \right]$$

dove  $\tau_{cr}$  è la tensione critica sul fondo,  $\alpha$  la pendenza delle sponde e  $\varphi$  l'angolo di attrito interno del materiale. La stabilità del sistema di protezione può essere giudicata sulla base di un confronto fra la tensione tangenziale ottenuta dal calcolo a quella massima ammissibile caratteristica dell'opera.

Per le verifiche di stabilità dei massi costituenti la scogliera, si è fatto riferimento all'espressione di Shields nella formulazione di Armanini. Per tenere conto dell'inclinazione del paramento si è utilizzata l'espressione di Lane (1953) su riportata.

Le scogliere sono state progettate con un'inclinazione del paramento esterno pari a 2/1 corrispondente ad un angolo sull'orizzontale di 26.6° ( $\alpha$ ); L'angolo di attrito interno del materiale da scogliera è stato assunto pari a: 42° ( $\varphi$ ).

I risultati delle verifiche sono riportati nella tabella seguente.

SFORZI TANGENZIALI		ARMANINI		SHIELDS		ZELLER		FATTORI DI SICUREZZA	
Fondo	Sponda	Fondo	Sponda	Fondo	Sponda	Fondo	Sponda	Fondo	Sponda
[N/m <sup>2</sup> ]	[N/m <sup>2</sup> ]	[N/m <sup>2</sup> ]	[N/m <sup>2</sup> ]	[N/m <sup>2</sup> ]	[N/m <sup>2</sup> ]	[N/m <sup>2</sup> ]	[N/m <sup>2</sup> ]		
483	362	2781	1104	1554	617	1217	483	<b>2.52</b>	<b>1.33</b>

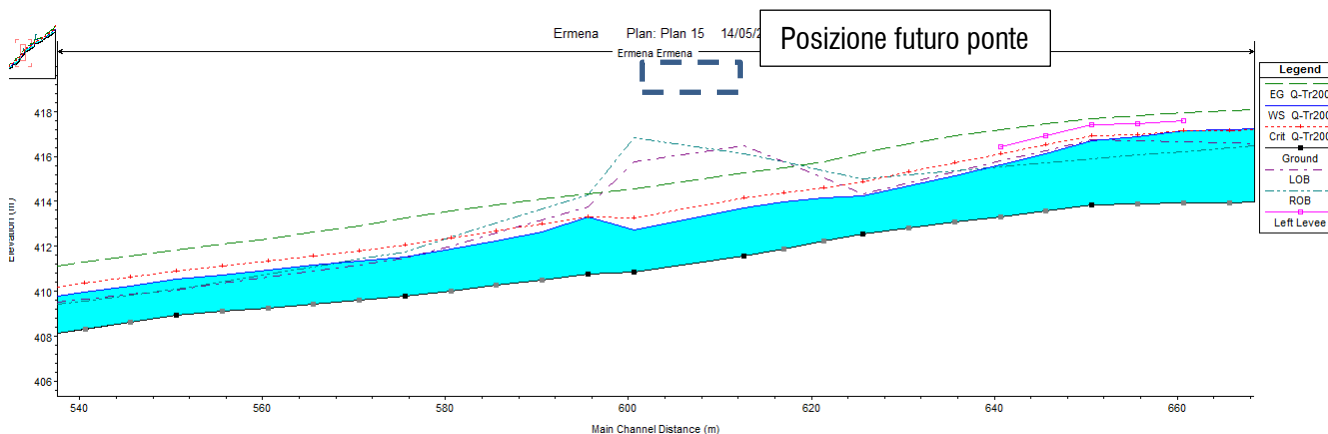
Nonostante la formulazione di Armanini abbia un'applicabilità più calzante sul caso in esame in quanto il diametro della protezione è molto simile al tirante in alveo si è voluto applicare anche le altre metodologie in quanto forniscono fattori di sicurezza inferiori, in particolare i valori riportati in tabella sono riferiti alla teoria di Zeller.

Avendo un fattore di sicurezza di 1.33 si ritiene che il dimensionamento dei massi possa essere considerato verificato.

## 4 ANALISI DEGLI EFFETTI

### 4.1 Effetto E.1.: Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena

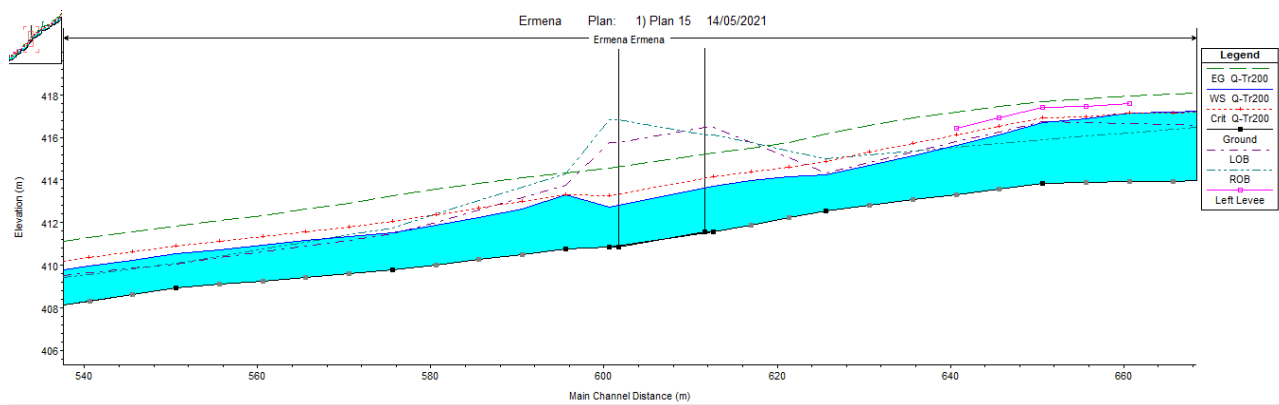
Rappresentano l'effetto di restringimenti di sezioni o di ostacoli al deflusso nel tratto di corso d'acqua interessato derivanti dall'intervento. Si riporta di seguito il confronto tra il profilo dello stato di fatto e quello di progetto per un evento caratterizzato da tempo di ritorno pari a 200 anni.



Profilo stato di fatto TR200

I livelli idrici nelle sezioni immediatamente a monte e a valle del nuovo attraversamento sono:

- Sezione di monte: n. 132 del modello                      413.71 m slm
- Sezione di valle: n. 131 del modello                      410.74 m slm



Profilo stato di progetto TR200

I livelli idrici nelle sezioni immediatamente a monte e a valle del nuovo attraversamento sono:

- Sezione di monte: n. 132 del modello                      413.71 m slm
- Sezione di valle: n. 131 del modello                      410.74 m slm

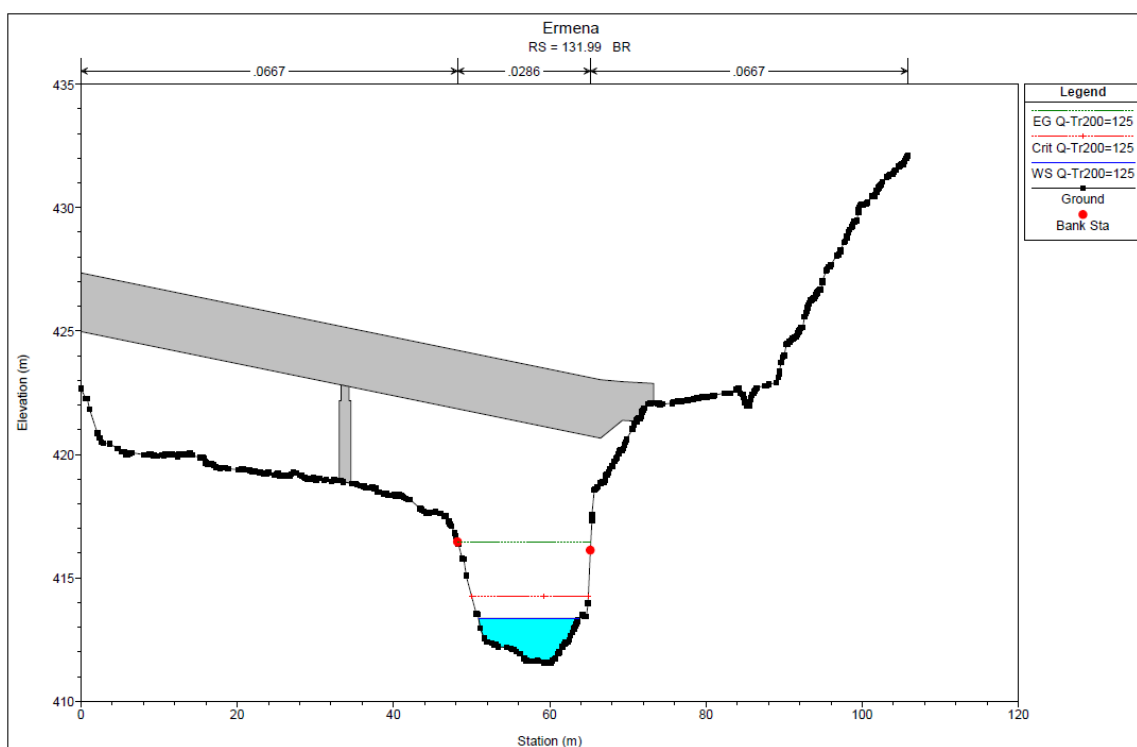
Dal confronto tra profilo dello stato di fatto e profilo del progetto è possibile vedere che non vi sono modifiche per la presenza delle nuove opere.



Inoltre, si possono escludere effetti temporanei dello stesso tipo connessi alle fasi di realizzazione dell'opera, in quanto le opere di progetto si trovano all'esterno dell'alveo e non interferiscono col deflusso. Le uniche opere in alveo sono le protezioni spondali in massi per le quali si potrà procedere alla loro posa dalla sommità spondale, senza quindi ridurre la capacità di deflusso dell'alveo.

#### 4.2 Effetto E.2.: Riduzione della capacità di invaso dell'alveo.

Non sono presenti riduzioni di superfici allagabili causate dalla realizzazione dell'intervento, quindi non vi sono effetti negativi delle nuove opere in termini di diminuzione della laminazione in alveo lungo il tratto fluviale, da come si può vedere la sezione in corrispondenza dell'alveo, riportata di seguito, le opere non interessano la corrente e quindi non occupano volume.

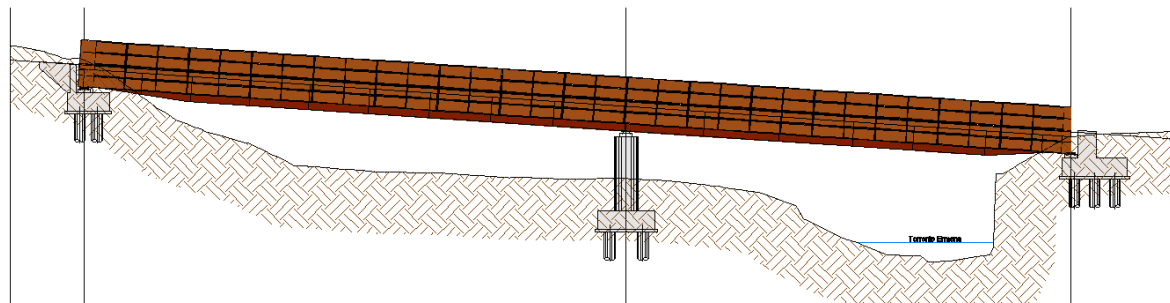


#### 4.3 Effetto E.3.: Interazioni con le opere di difesa idrauliche (opere di sponda e argini) esistenti.

Il viadotto Ermena ha da due campate con luci pari a 39 m e 45 m per una lunghezza complessiva di 84 m.

La pila posta in posizione comunque sicura nei confronti dell'alveo attivo del torrente, si trova a circa 12 m dalla sommità della sponda sinistra, distanza che consente di affermare che non ne pregiudichi la stabilità.

PROSPETTO LONGITUDINALE  
SCALA 1:250



La pila del viadotto ha una sezione a setto coi bordi stondati larga 2 m e lunga 10 m per ospitare le tre travi poste a un interasse di 3,5 m; la fondazione, profonda, si intesta su 10 pali trivellati rivestiti a tutta altezza con diametro 880 mm e lunghezza di 24 m. Il dato di fondazione è posto in prossimità dello strato di marne che ne garantisce il confinamento del tratto di torrente e l'impossibilità a migrare.

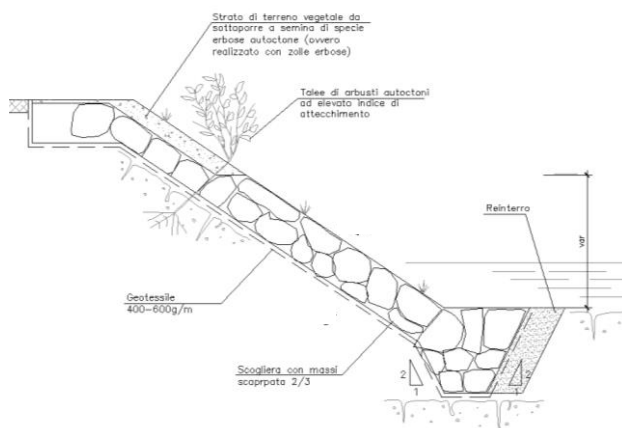
L'inserimento della pila è stato necessario perché non era in ogni caso possibile superare altrimenti la luce di progetto che discende dalla necessità di posizionare l'attraversamento a monte rispetto alle ipotesi iniziali per garantire la funzionalità stradale del collegamento e minimizzarne l'impatto antropico.

Nel tratto iniziale dell'opera, in corrispondenza della spalla SpA, l'impalcato ha una geometria peculiare determinata dalla presenza della rotonda di inserimento sulla S.S. n. 28, con un significativo aumento della larghezza dell'impalcato. Per tale motivo la spalla è posta a circa 5 m dalla sommità del muro di sponda. Entrambe le spalle hanno fondazioni profonde intestate su pali trivellati rivestiti a tutta altezza con diametro 880 mm e lunghezza di 24 m e hanno altezza minima, tale da permettere di appoggiare l'impalcato direttamente sul dado di fondazione.

Il montaggio dell'impalcato avverrà per sollevamento dal basso delle singole travi. I conci verranno saldati a piè d'opera fino a formare macroelementi in grado di superare la distanza tra spalla e pila. Successivamente tali elementi verranno portati in quota mediante l'ausilio di autogru poste in golena inattiva, non interessata da eventi di piena.

#### 4.4 Effetto E.4.: Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento.

Nel progetto al fine di garantire una maggiore stabilità della sponda sinistra si è scelta una protezione con massi cementati per una resistenza al trascinamento.



La sezione può essere suddivisa, sotto il profilo funzionale in due parti: L'unghia al piede con quota di posa sempre al di sotto dello scavo per una profondità che consenta la posa di almeno due file di massi, così come il suo sviluppo all'interno dell'alveo. La seconda parte è il rivestimento spondale che avrà una pendenza non inferiore a 2 su 1, adagiandosi sull'acclività della sponda esistente. A tergo della protezione visto che si prevede che questa sia cementata si prevede l'inserimento di drenaggi per l'allontanamento dell'acqua allo scopo di ridurre le spinte esercitate. I rivestimenti spondali in massi cementati sono opere in grado di resistere a pesanti sollecitazioni e solitamente sono caratterizzate da una buona durabilità.

La protezione si estenderà per una cinquantina di metri complessivi a cavallo dell'attraversamento, dei quali circa 35 m a monte e 15 m a valle. In questo modo sarà possibile proteggere tutto la curva.

Nei pressi del nuovo attraversamento non sono presenti opere idrauliche esistenti, se non il muro in sponda destra ma che non risente delle nuove opere di protezione che sono perfettamente integrabili.

Per un maggior dettaglio si rimanda alle sezioni tipo di posa e agli elaborati di dettaglio che mostrano l'applicabilità della sezione tipo al caso in esame.

#### **4.5 Effetto E.5.: Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo di inciso e di piena.**

L'alveo attivo ha una larghezza di circa 13.5 m e una profondità di incisione di circa 7 m rispetto al primo terrazzamento in sinistra. Dalle modellazioni idrauliche per eventi di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni si è potuto determinare il livello idrico che si instaura in alveo, pari a circa 1,90 m.

La stessa linea dell'energia totale della corrente non supera mai i 3.60-3.80 m dal fondo. Con questi dati è evidente che il livello di incisione dell'alveo è tale da non poter mai riattivare il primo terrazzo, che è sicuramente stata una forma fluviale ormai abbandonata.

Dal punto di vista del grado di stabilità dell'alveo inciso, in concomitanza a situazioni di piena, dall'analisi delle foto storiche è evidente che l'alveo non abbia subito negli ultimi 30 anni divagazioni trasversali, nonostante vi siano segni di erosione sulle sponde, in particolare quella in sinistra idraulica. La maggior parte degli alberi in sinistra sono abbastanza stabili, dritti e senza radici esposte.

In destra idraulica è presente un muro di contenimento della strada provinciale n. 28 Nord che non ha evidenti segni di scalzamento della fondazione.

Le opere di progetto essendo completamente esterne all'alveo attivo non possono in nessun modo modificarne l'evoluzione naturale.

I massi ciclopici presenti in alveo, caratteristici delle zone a monte, sono sedimenti movimentati in ere precedenti in quanto ad oggi sarebbero difficilmente movimentabili dal torrente, viste le sue caratteristiche di pendenza longitudinale e di velocità della corrente. I massi sono bene affossati nel terreno, con evidenti segni di levigazione delle superfici causati dalla corrente.

Quanto sopra lascia intendere che attualmente il torrente in questa zona ha una certa stabilità plano-altimetrica, con sostanziale equilibrio tra scavi durante le piene e depositi alla fine delle stesse.

Non pare vi sia la possibilità, vista l'incisione importante, di attivazione di vie di deflusso preferenziali incompatibili con l'assetto e le opere esistenti e di progetto.

#### **4.6 Effetto E.6.: Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.**

Le modificazioni morfologiche sono legate principalmente agli sbancamenti necessari alla realizzazione dell'opera la quale in ogni caso sarà principalmente interrata per cui le modifiche previste sono state valutate come di lieve entità.

Le modifiche alla componente vegetazionale sono legate principalmente alla cantierizzazione in cui si prevede l'abbattimento di alcune zone alberate per la realizzazione degli interventi. In ogni caso si prevede la piantumazione di nuovi filari e aree boscate in fase di ripristino, nonché il rinverdimento delle scarpate mediante specie erbacee ed aree arbustive.

Le infrastrutture stradali di progetto rappresentano gli elementi che modificheranno in modo marginale la percezione visiva del contesto. In linea generale infatti gli interventi di progetto risultano poco visibili dalle arterie viabilistiche ed assolutamente non visibili dal punto panoramico di Rione Piazza.

Per quanto concerne l'alterazione dell'assetto scenico dell'intervento per la realizzazione del viadotto a Rione Borgato, questo avrà un connotato prevalentemente urbano con un'incidenza diretta sul quartiere e sulla percezione della zona dell'intervento. Tuttavia, anche qui non si sono evidenziati punti di vista panoramici da cui si possa scorgere l'area. La percezione dell'intervento sarà pertanto limitata all'area in questione senza impatti significativi sulle aree limitrofe. Si ribadisce che l'intervento proposto non sarà apprezzabile dal Rione Piazza e dal sedime delle strade perimetrali.



#### **4.7 Effetto E.7.: Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.**

Le strutture di progetto essendo esterne all'alveo e non essendo interessate dalla corrente non subiranno sollecitazioni derivanti dalle condizioni di deflusso in piena. La distanza dei vari elementi e l'impiego delle protezioni spondali precludono anche gli effetti derivanti dell'azione erosiva della corrente sulle strutture e le fondazioni.

Le opere di progetto e la loro cantierizzazione non producono condizioni di pericolo per le persone e di danno per i beni, tanto meno la riduzione temporanee di funzionalità dell'intervento connesse al verificarsi di un evento di piena.

## **5 CONCLUSIONI**

Le modellazioni hanno dato esito positivo per l'interazione tra l'opera di progetto e il corso d'acqua.

Si ritiene che il nuovo attraversamento rispetti quanto richiesto dalla Circolare 21.01.2019, n. 7 C.S.LL.PP del D.M. 17.01.2018 («Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"»), e alla Direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B".

La portata di progetto usata nello studio è caratterizzata da un tempo di ritorno di 200 anni ed è stata suddivisa nella sua componente liquida e solida.

Il franco idraulico tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso è pari a 7.30 m, quindi superiore a quanto richiesto al punto C5.1.2.3 della Circolare 21.01.2019, n. 7 C.S.LL.PP che prevede un franco minimo di 1.5 m e da quello previsto nella Direttiva che deve essere minimo un metro o non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente, che nel nostro caso è pari a 0.77 m. Il valore del franco è assicurato su tutta la lunghezza del nuovo attraversamento. Non essendo un corso d'acqua arginato non si hanno ulteriori restrizioni da rispettare sul franco.

Il nuovo attraversamento non interessa le zone di deflusso della piena e non modifica l'assetto morfologico dell'alveo. L'orientamento delle pile, e delle spalle, anche se esterne alla regione fluviale è sostanzialmente ortogonale all'alveo e al filone principale della corrente, anche se ci troviamo su una curva, si è visto che la posizione planimetrica del torrente è stabile. Non essendo un corso d'acqua arginato la pila e le spalle sono state poste al di fuori delle sponde incise dell'alveo. La pila si trova a circa 12 m dalla sommità spondale sinistra e la spalla e la spalla a circa 5.50 m dalla sommità del muro spondale in destra.

Il nuovo attraversamento è inserito in un tratto non interessato da altre opere di attraversamento poste in adiacenza, a monte o a valle, il salto di fondo più vicino è posto 233 m a monte del nuovo ponte e il risalto che si forma si esaurisce molto prima di raggiungere la nuova opera. La luce effettiva disponibile non è ridotta da parte del nuovo ponte.

La nuova struttura consente il mantenimento della continuità della pista di servizio in fregio. In destra idraulica non sono previste piste specifiche e la continuità è dalla presenza della strada provinciale, in sinistra la situazione è analoga ma è comunque garantito tra piano campagna e sottotrave tra i 4,20 e 4,50 m, adeguati per il passaggio di eventuali mezzi di manutenzione.

La soluzione progettuale per il ponte e per i relativi rilevati di accesso non hanno effetti negativi indotti sulle modalità di deflusso in piena. Il profilo idrico di rigurgito della corrente non viene alterato dalla presenza del ponte in quanto non vi sono restrizioni di sezione o opere in alveo, se non le difese spondali di sinistra che comunque mantengono la geometria dell'esistente. Le condizioni di rischio idraulico per il territorio circostante restano immutate. Vi è assenza di riduzione della superficie delle aree allagabili per effetto del ponte al fine di evitare effetti di minore laminazione della piena lungo l'asta fluviale.

Tra fondo alveo e sottotrave impalcato vi sono circa 9 m, maggiori rispetto a i 6-7 m raccomandati dalla Circolare 21.01.2019, n. 7 C.S.LL.PP, che rende l'opera compatibile con gli effetti indotti da possibili ostruzioni delle luci ad opera di corpi flottanti trasportati dalla piena ovvero di deposito anomalo di materiale derivante dal trasporto solido.

L'unica opera idraulica collegata al ponte è la protezione di sponda sinistra con massi ciclopici cementati, per la quale si rimanda agli elaborati di dettaglio specifico.

Per le verifiche della stabilità strutturale, necessarie a garantire le condizioni di sicurezza idraulica del ponte si rimandano alle relazioni di calcolo statico.

I cantieri non interessano zone di alveo attive e quindi non sono state effettuate verifiche specifiche. Le uniche opere che interessano l'alveo sono le scogliere posate in sinistra per le quali si opererà dalla sponda sinistra senza interessare l'alveo attivo.

## Allegato 1: Risultati modellazione Torrente Ermena

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 167 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	438.96	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.70	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	438.26	Reach Len. (m)	4.84	4.84	4.84
Crit W.S. (m)	438.36	Flow Area (m2)	8.59	22.26	9.04
E.G. Slope (m/m)	0.015003	Area (m2)	8.59	22.26	9.04
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	11.74	91.37	11.89
Top Width (m)	38.10	Top Width (m)	14.10	9.55	14.45
Vel Total (m/s)	2.88	Avg. Vel. (m/s)	1.37	4.10	1.31
Max Chl Dpth (m)	2.84	Hydr. Depth (m)	0.61	2.33	0.63
Conv. Total (m3/s)	938.9	Conv. (m3/s)	95.8	746.0	97.1
Length Wtd. (m)	4.84	Wetted Per. (m)	14.25	10.26	14.92
Min Ch El (m)	435.42	Shear (N/m2)	88.73	319.09	89.15
Alpha	1.66	Stream Power (N/m s)	4678.11	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	5.83	43.04	1.06
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	10.57	20.81	2.46

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 166 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	437.57	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	3.32	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	434.25	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	435.24	Flow Area (m2)	0.16	14.16	0.14
E.G. Slope (m/m)	0.103997	Area (m2)	0.16	14.16	0.14
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.24	114.53	0.22
Top Width (m)	10.60	Top Width (m)	0.79	9.19	0.62
Vel Total (m/s)	7.95	Avg. Vel. (m/s)	1.48	8.09	1.57
Max Chl Dpth (m)	2.18	Hydr. Depth (m)	0.21	1.54	0.23
Conv. Total (m3/s)	356.6	Conv. (m3/s)	0.8	355.2	0.7
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.96	10.08	0.77
Min Ch El (m)	432.06	Shear (N/m2)	172.95	1432.78	187.99
Alpha	1.03	Stream Power (N/m s)	4675.13	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.45	Cum Volume (1000 m3)	5.80	42.71	1.03
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	10.50	20.63	2.40

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 165 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	434.82	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.71	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	432.10	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	432.89	Flow Area (m2)	0.41	15.58	0.04
E.G. Slope (m/m)	0.101931	Area (m2)	0.41	15.58	0.04
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.84	114.12	0.04
Top Width (m)	13.65	Top Width (m)	1.39	12.02	0.24
Vel Total (m/s)	7.17	Avg. Vel. (m/s)	2.03	7.33	1.00
Max Chl Dpth (m)	1.63	Hydr. Depth (m)	0.30	1.30	0.16
Conv. Total (m3/s)	360.2	Conv. (m3/s)	2.6	357.4	0.1
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	1.50	12.68	0.40
Min Ch El (m)	430.47	Shear (N/m2)	276.56	1228.18	95.57
Alpha	1.04	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.51	Cum Volume (1000 m3)	5.79	42.33	1.03
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	10.48	20.36	2.39

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 164 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	433.42	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.86	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	432.56	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	432.35	Flow Area (m2)	1.08	27.38	0.59
E.G. Slope (m/m)	0.014536	Area (m2)	1.08	27.38	0.59
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	1.27	113.18	0.54



Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 164 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Top Width (m)	14.07	Top Width (m)	1.69	11.31	1.07
Vel Total (m/s)	3.96	Avg. Vel. (m/s)	1.17	4.13	0.93
Max Chl Dpth (m)	2.96	Hydr. Depth (m)	0.64	2.42	0.55
Conv. Total (m3/s)	953.8	Conv. (m3/s)	10.5	938.8	4.5
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	2.08	12.19	1.60
Min Ch El (m)	429.60	Shear (N/m2)	74.46	320.05	52.25
Alpha	1.07	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	5.77	41.77	1.02
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.44	20.07	2.37

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 163 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	433.01				
Vel Head (m)	1.03	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	431.98	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	431.98	Flow Area (m2)	0.11	25.19	0.82
E.G. Slope (m/m)	0.020853	Area (m2)	0.11	25.19	0.82
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.07	113.96	0.97
Top Width (m)	13.65	Top Width (m)	0.57	11.31	1.77
Vel Total (m/s)	4.40	Avg. Vel. (m/s)	0.64	4.52	1.18
Max Chl Dpth (m)	2.80	Hydr. Depth (m)	0.20	2.23	0.46
Conv. Total (m3/s)	796.4	Conv. (m3/s)	0.5	789.2	6.7
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.69	12.85	2.02
Min Ch El (m)	429.18	Shear (N/m2)	32.89	400.96	82.51
Alpha	1.05	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	5.76	41.09	1.00
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.41	19.79	2.33

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 162 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	432.37				
Vel Head (m)	1.23	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	431.14	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	431.34	Flow Area (m2)	0.76	23.03	0.17
E.G. Slope (m/m)	0.027643	Area (m2)	0.76	23.03	0.17
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.94	113.90	0.15
Top Width (m)	14.04	Top Width (m)	2.07	11.31	0.65
Vel Total (m/s)	4.80	Avg. Vel. (m/s)	1.24	4.95	0.89
Max Chl Dpth (m)	2.78	Hydr. Depth (m)	0.37	2.04	0.26
Conv. Total (m3/s)	691.7	Conv. (m3/s)	5.7	685.1	0.9
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	2.19	12.70	0.80
Min Ch El (m)	428.36	Shear (N/m2)	94.57	491.65	58.23
Alpha	1.05	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.13	Cum Volume (1000 m3)	5.75	40.49	0.99
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.38	19.50	2.31

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 161 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	431.83				
Vel Head (m)	1.01	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	430.82	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	430.82	Flow Area (m2)	0.10	25.78	0.05
E.G. Slope (m/m)	0.021826	Area (m2)	0.10	25.78	0.05
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.07	114.92	0.01
Top Width (m)	13.27	Top Width (m)	0.44	12.73	0.11
Vel Total (m/s)	4.44	Avg. Vel. (m/s)	0.67	4.46	0.31
Max Chl Dpth (m)	2.66	Hydr. Depth (m)	0.23	2.03	0.43
Conv. Total (m3/s)	778.4	Conv. (m3/s)	0.5	777.9	0.1
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.62	13.91	0.87
Min Ch El (m)	428.16	Shear (N/m2)	35.39	396.60	11.20

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 161 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.11	Cum Volume (1000 m3)	5.74	39.85	0.99
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	10.35	19.20	2.30

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 160 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	430.88	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.40	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	430.48	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	429.78	Flow Area (m2)	0.77	39.00	3.17
E.G. Slope (m/m)	0.006470	Area (m2)	0.77	39.00	3.17
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.54	110.85	3.62
Top Width (m)	19.85	Top Width (m)	1.22	15.91	2.72
Vel Total (m/s)	2.68	Avg. Vel. (m/s)	0.69	2.84	1.14
Max Chl Dpth (m)	2.98	Hydr. Depth (m)	0.64	2.45	1.17
Conv. Total (m3/s)	1429.7	Conv. (m3/s)	6.7	1378.0	45.0
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	1.78	16.61	3.44
Min Ch El (m)	427.50	Shear (N/m2)	27.59	149.00	58.43
Alpha	1.09	Stream Power (N/m s)	4911.51	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.03	Cum Volume (1000 m3)	5.73	39.25	0.98
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	10.34	18.84	2.29

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 159 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	430.55	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.13	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	429.42	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	429.42	Flow Area (m2)		24.42	
E.G. Slope (m/m)	0.025931	Area (m2)		24.42	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	10.84	Top Width (m)		10.84	
Vel Total (m/s)	4.71	Avg. Vel. (m/s)		4.71	
Max Chl Dpth (m)	2.76	Hydr. Depth (m)		2.25	
Conv. Total (m3/s)	714.1	Conv. (m3/s)		714.1	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		13.81	
Min Ch El (m)	426.66	Shear (N/m2)		449.74	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.13	Cum Volume (1000 m3)	5.73	38.39	0.96
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	10.33	18.51	2.25

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 158 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	429.68	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.05	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	428.63	Reach Len. (m)	4.38	4.38	4.38
Crit W.S. (m)	428.76	Flow Area (m2)	0.01	25.28	0.10
E.G. Slope (m/m)	0.028548	Area (m2)	0.01	25.28	0.10
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.00	114.92	0.07
Top Width (m)	15.31	Top Width (m)	0.10	14.85	0.35
Vel Total (m/s)	4.53	Avg. Vel. (m/s)	0.30	4.55	0.72
Max Chl Dpth (m)	2.11	Hydr. Depth (m)	0.06	1.70	0.29
Conv. Total (m3/s)	680.6	Conv. (m3/s)	0.0	680.2	0.4
Length Wtd. (m)	4.38	Wetted Per. (m)	0.17	16.21	0.68
Min Ch El (m)	426.52	Shear (N/m2)	11.38	436.76	42.28
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	4151.25	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.13	Cum Volume (1000 m3)	5.73	37.79	0.96
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	10.33	18.19	2.25



Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 157 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	429.19	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.03	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	428.15	Reach Len. (m)	4.16	4.16	4.16
Crit W.S. (m)	428.44	Flow Area (m2)	2.62	24.66	0.06
E.G. Slope (m/m)	0.034795	Area (m2)	2.62	24.66	0.06
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	2.64	112.33	0.03
Top Width (m)	29.56	Top Width (m)	12.05	17.32	0.19
Vel Total (m/s)	4.21	Avg. Vel. (m/s)	1.01	4.56	0.56
Max Chl Dpth (m)	1.96	Hydr. Depth (m)	0.22	1.42	0.29
Conv. Total (m3/s)	616.5	Conv. (m3/s)	14.2	602.2	0.2
Length Wtd. (m)	4.16	Wetted Per. (m)	12.11	18.28	0.61
Min Ch El (m)	426.19	Shear (N/m2)	73.87	460.36	30.71
Alpha	1.15	Stream Power (N/m s)	4546.83	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.14	Cum Volume (1000 m3)	5.72	37.34	0.96
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.30	17.91	2.25

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 156 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	428.09	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.75	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	427.34	Reach Len. (m)	3.96	3.96	3.96
Crit W.S. (m)	427.52	Flow Area (m2)	0.77	29.56	0.16
E.G. Slope (m/m)	0.046588	Area (m2)	0.77	29.56	0.16
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.94	113.91	0.16
Top Width (m)	38.71	Top Width (m)	3.30	34.61	0.81
Vel Total (m/s)	3.77	Avg. Vel. (m/s)	1.22	3.85	1.02
Max Chl Dpth (m)	1.46	Hydr. Depth (m)	0.23	0.85	0.19
Conv. Total (m3/s)	532.8	Conv. (m3/s)	4.3	527.7	0.7
Length Wtd. (m)	3.96	Wetted Per. (m)	3.32	35.06	0.88
Min Ch El (m)	425.88	Shear (N/m2)	105.55	385.25	80.59
Alpha	1.03	Stream Power (N/m s)	5205.66	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.22	Cum Volume (1000 m3)	5.71	36.92	0.96
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)	10.25	17.47	2.24

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 155 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	427.77	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.16	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	427.61	Reach Len. (m)	4.55	4.55	4.55
Crit W.S. (m)	426.85	Flow Area (m2)	1.64	61.20	4.02
E.G. Slope (m/m)	0.003753	Area (m2)	1.64	61.20	4.02
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.96	110.95	3.09
Top Width (m)	41.45	Top Width (m)	2.92	33.58	4.95
Vel Total (m/s)	1.72	Avg. Vel. (m/s)	0.58	1.81	0.77
Max Chl Dpth (m)	2.30	Hydr. Depth (m)	0.56	1.82	0.81
Conv. Total (m3/s)	1877.2	Conv. (m3/s)	15.7	1811.0	50.5
Length Wtd. (m)	4.55	Wetted Per. (m)	3.23	34.00	5.24
Min Ch El (m)	425.31	Shear (N/m2)	18.69	66.24	28.23
Alpha	1.08	Stream Power (N/m s)	5259.96	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	5.69	36.15	0.93
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	10.19	16.93	2.19

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 154 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	427.75	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.12	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	427.62	Reach Len. (m)	3.24	3.24	3.24
Crit W.S. (m)	426.71	Flow Area (m2)	0.10	73.52	0.02
E.G. Slope (m/m)	0.002917	Area (m2)	0.10	73.52	0.02
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.01	114.99	0.00



Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 154 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Top Width (m)	43.02	Top Width (m)	2.15	40.66	0.22
Vel Total (m/s)	1.56	Avg. Vel. (m/s)	0.11	1.56	0.14
Max Chl Dpth (m)	2.70	Hydr. Depth (m)	0.05	1.81	0.10
Conv. Total (m3/s)	2129.1	Conv. (m3/s)	0.2	2128.8	0.1
Length Wtd. (m)	3.24	Wetted Per. (m)	2.16	42.20	0.29
Min Ch El (m)	424.92	Shear (N/m2)	1.39	49.84	2.06
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	5305.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	5.69	35.84	0.92
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.18	16.77	2.18

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 153 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	427.72				
Vel Head (m)	0.16	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	427.57	Reach Len. (m)	4.57	4.57	4.57
Crit W.S. (m)	426.75	Flow Area (m2)	0.01	65.51	0.10
E.G. Slope (m/m)	0.003757	Area (m2)	0.01	65.51	0.10
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.00	114.98	0.02
Top Width (m)	37.30	Top Width (m)	0.11	36.41	0.78
Vel Total (m/s)	1.75	Avg. Vel. (m/s)	0.12	1.75	0.23
Max Chl Dpth (m)	2.63	Hydr. Depth (m)	0.10	1.80	0.13
Conv. Total (m3/s)	1876.2	Conv. (m3/s)	0.0	1875.8	0.4
Length Wtd. (m)	4.57	Wetted Per. (m)	0.22	38.25	0.82
Min Ch El (m)	424.94	Shear (N/m2)	1.76	63.11	4.63
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	5486.23	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	5.69	35.39	0.92
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.18	16.52	2.18

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 152 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	427.67				
Vel Head (m)	0.15	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	427.52	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	426.54	Flow Area (m2)	0.66	66.87	0.02
E.G. Slope (m/m)	0.003365	Area (m2)	0.66	66.87	0.02
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.14	114.86	0.00
Top Width (m)	41.73	Top Width (m)	5.50	35.98	0.25
Vel Total (m/s)	1.70	Avg. Vel. (m/s)	0.21	1.72	0.14
Max Chl Dpth (m)	2.85	Hydr. Depth (m)	0.12	1.86	0.07
Conv. Total (m3/s)	1982.5	Conv. (m3/s)	2.4	1980.1	0.0
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	5.53	37.12	0.29
Min Ch El (m)	424.67	Shear (N/m2)	3.96	59.44	2.03
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	5309.95	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	5.68	34.49	0.92
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.16	16.02	2.17

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 151 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	427.46				
Vel Head (m)	0.70	Wt. n-Val.	0.067	0.050	
W.S. Elev (m)	426.76	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	426.76	Flow Area (m2)	0.07	31.04	
E.G. Slope (m/m)	0.023551	Area (m2)	0.07	31.04	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.03	114.98	
Top Width (m)	23.45	Top Width (m)	1.01	22.44	
Vel Total (m/s)	3.70	Avg. Vel. (m/s)	0.37	3.70	
Max Chl Dpth (m)	2.53	Hydr. Depth (m)	0.07	1.38	
Conv. Total (m3/s)	749.4	Conv. (m3/s)	0.2	749.2	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	1.02	23.42	
Min Ch El (m)	424.23	Shear (N/m2)	15.13	306.15	

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 151 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4301.21	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	5.65	33.16	0.92
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.03	15.29	2.16

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 150 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	426.51	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.19	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	425.31	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	425.48	Flow Area (m2)	0.20	23.69	0.05
E.G. Slope (m/m)	0.028920	Area (m2)	0.20	23.69	0.05
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.19	114.78	0.03
Top Width (m)	13.56	Top Width (m)	0.77	12.37	0.42
Vel Total (m/s)	4.80	Avg. Vel. (m/s)	0.94	4.85	0.57
Max Chl Dpth (m)	2.43	Hydr. Depth (m)	0.26	1.91	0.12
Conv. Total (m3/s)	676.2	Conv. (m3/s)	1.1	675.0	0.2
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.90	13.93	0.48
Min Ch El (m)	422.88	Shear (N/m2)	63.11	482.21	29.88
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.14	Cum Volume (1000 m3)	5.65	32.54	0.92
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)	10.02	14.86	2.16

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 149 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	425.86	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.12	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	424.74	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	424.91	Flow Area (m2)	0.21	24.38	0.21
E.G. Slope (m/m)	0.028187	Area (m2)	0.21	24.38	0.21
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.18	114.61	0.21
Top Width (m)	15.27	Top Width (m)	0.90	13.79	0.58
Vel Total (m/s)	4.64	Avg. Vel. (m/s)	0.86	4.70	1.00
Max Chl Dpth (m)	2.26	Hydr. Depth (m)	0.23	1.77	0.36
Conv. Total (m3/s)	685.0	Conv. (m3/s)	1.1	682.7	1.2
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	1.04	14.71	0.84
Min Ch El (m)	422.48	Shear (N/m2)	54.74	457.96	68.88
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.14	Cum Volume (1000 m3)	5.65	31.91	0.91
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.99	14.53	2.15

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 148 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	425.42	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.49	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	424.94	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	424.26	Flow Area (m2)	0.28	36.86	0.88
E.G. Slope (m/m)	0.007714	Area (m2)	0.28	36.86	0.88
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.13	114.27	0.59
Top Width (m)	16.89	Top Width (m)	0.47	14.50	1.92
Vel Total (m/s)	3.02	Avg. Vel. (m/s)	0.48	3.10	0.67
Max Chl Dpth (m)	2.89	Hydr. Depth (m)	0.60	2.54	0.46
Conv. Total (m3/s)	1309.4	Conv. (m3/s)	1.5	1301.1	6.7
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	1.31	15.72	2.39
Min Ch El (m)	422.05	Shear (N/m2)	16.41	177.35	27.72
Alpha	1.04	Stream Power (N/m s)	4927.06	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	5.64	31.12	0.90
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.98	14.18	2.12



Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 147 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	425.21	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.44	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	424.77	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	424.14	Flow Area (m2)	0.21	39.02	0.14
E.G. Slope (m/m)	0.008654	Area (m2)	0.21	39.02	0.14
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.10	114.86	0.04
Top Width (m)	20.27	Top Width (m)	1.03	18.03	1.21
Vel Total (m/s)	2.92	Avg. Vel. (m/s)	0.46	2.94	0.31
Max Chl Dpth (m)	3.21	Hydr. Depth (m)	0.21	2.16	0.11
Conv. Total (m3/s)	1236.2	Conv. (m3/s)	1.0	1234.7	0.5
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	1.11	19.61	1.30
Min Ch El (m)	421.56	Shear (N/m2)	16.16	168.85	9.10
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	5.63	30.17	0.88
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	9.96	13.77	2.08

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 146 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	425.00	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.21	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	424.80	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	423.67	Flow Area (m2)	0.12	57.15	0.02
E.G. Slope (m/m)	0.003604	Area (m2)	0.12	57.15	0.02
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.03	114.97	0.00
Top Width (m)	25.38	Top Width (m)	0.77	24.39	0.21
Vel Total (m/s)	2.01	Avg. Vel. (m/s)	0.25	2.01	0.15
Max Chl Dpth (m)	3.37	Hydr. Depth (m)	0.16	2.34	0.09
Conv. Total (m3/s)	1915.5	Conv. (m3/s)	0.5	1915.0	0.0
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.82	26.36	0.28
Min Ch El (m)	421.42	Shear (N/m2)	5.22	76.64	2.39
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	5.63	28.97	0.88
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	9.94	13.24	2.06

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 145 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	424.91	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.11	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	424.80	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	423.13	Flow Area (m2)		76.81	
E.G. Slope (m/m)	0.001731	Area (m2)		76.81	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	27.27	Top Width (m)		27.27	
Vel Total (m/s)	1.50	Avg. Vel. (m/s)		1.50	
Max Chl Dpth (m)	3.61	Hydr. Depth (m)		2.82	
Conv. Total (m3/s)	2764.4	Conv. (m3/s)		2764.4	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		31.82	
Min Ch El (m)	421.19	Shear (N/m2)		40.97	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	5.63	27.30	0.88
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.93	12.60	2.06

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 144 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	424.71	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.97	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	423.73	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	423.73	Flow Area (m2)		26.31	
E.G. Slope (m/m)	0.024412	Area (m2)		26.31	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 144 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Top Width (m)	13.59	Top Width (m)		13.59	
Vel Total (m/s)	4.37	Avg. Vel. (m/s)		4.37	
Max Chl Dpth (m)	2.46	Hydr. Depth (m)		1.94	
Conv. Total (m3/s)	736.0	Conv. (m3/s)		736.0	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		15.90	
Min Ch El (m)	421.27	Shear (N/m2)		396.13	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	5009.41	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	5.63	25.92	0.88
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	9.93	12.08	2.06

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 143 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	423.56	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.25	Wt. n-Val.	0.067	0.050	
W.S. Elev (m)	422.31	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	422.63	Flow Area (m2)	0.14	23.21	
E.G. Slope (m/m)	0.049479	Area (m2)	0.14	23.21	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.17	114.83	
Top Width (m)	18.68	Top Width (m)	0.52	18.16	
Vel Total (m/s)	4.92	Avg. Vel. (m/s)	1.14	4.95	
Max Chl Dpth (m)	1.79	Hydr. Depth (m)	0.28	1.28	
Conv. Total (m3/s)	517.0	Conv. (m3/s)	0.7	516.3	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.72	19.79	
Min Ch El (m)	420.52	Shear (N/m2)	97.05	569.14	
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.25	Cum Volume (1000 m3)	5.63	25.35	0.88
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	9.93	11.68	2.06

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 142 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	421.57	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.23	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	419.34	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	420.06	Flow Area (m2)	0.00	17.32	0.19
E.G. Slope (m/m)	0.080317	Area (m2)	0.00	17.32	0.19
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.00	114.78	0.22
Top Width (m)	13.26	Top Width (m)	0.04	12.02	1.20
Vel Total (m/s)	6.57	Avg. Vel. (m/s)	0.26	6.63	1.20
Max Chl Dpth (m)	2.00	Hydr. Depth (m)	0.02	1.44	0.16
Conv. Total (m3/s)	405.8	Conv. (m3/s)	0.0	405.0	0.8
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.06	13.70	1.25
Min Ch El (m)	417.34	Shear (N/m2)	11.97	995.53	118.03
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	4055.69	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.41	Cum Volume (1000 m3)	5.63	24.87	0.88
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	9.92	11.31	2.06

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 141 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	420.97	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.31	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	420.66	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	419.49	Flow Area (m2)	0.08	46.45	0.86
E.G. Slope (m/m)	0.004693	Area (m2)	0.08	46.45	0.86
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.02	114.58	0.40
Top Width (m)	19.45	Top Width (m)	0.28	16.62	2.55
Vel Total (m/s)	2.43	Avg. Vel. (m/s)	0.26	2.47	0.47
Max Chl Dpth (m)	3.50	Hydr. Depth (m)	0.28	2.80	0.34
Conv. Total (m3/s)	1678.7	Conv. (m3/s)	0.3	1672.5	5.8
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.62	19.23	2.79
Min Ch El (m)	417.16	Shear (N/m2)	5.78	111.16	14.13



Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 141 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Alpha	1.03	Stream Power (N/m s)	5120.78	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	5.62	23.91	0.82
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	9.91	10.95	1.93

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 140 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	420.84	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.18	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	420.66	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	419.02	Flow Area (m2)	0.15	60.71	0.06
E.G. Slope (m/m)	0.002695	Area (m2)	0.15	60.71	0.06
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.04	114.95	0.01
Top Width (m)	23.30	Top Width (m)	0.68	21.92	0.71
Vel Total (m/s)	1.89	Avg. Vel. (m/s)	0.26	1.89	0.14
Max Chl Dpth (m)	3.83	Hydr. Depth (m)	0.22	2.77	0.09
Conv. Total (m3/s)	2215.2	Conv. (m3/s)	0.7	2214.2	0.2
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.79	24.65	0.78
Min Ch El (m)	416.83	Shear (N/m2)	5.02	65.09	2.11
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	5000.99	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	5.62	22.58	0.81
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.90	10.47	1.89

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 139 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	420.61	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.05	Wt. n-Val.	0.067	0.050	
W.S. Elev (m)	419.56	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	419.56	Flow Area (m2)	0.09	25.32	
E.G. Slope (m/m)	0.025981	Area (m2)	0.09	25.32	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.05	114.95	
Top Width (m)	12.69	Top Width (m)	0.80	11.89	
Vel Total (m/s)	4.52	Avg. Vel. (m/s)	0.57	4.54	
Max Chl Dpth (m)	3.11	Hydr. Depth (m)	0.12	2.13	
Conv. Total (m3/s)	713.5	Conv. (m3/s)	0.3	713.1	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.83	15.15	
Min Ch El (m)	416.45	Shear (N/m2)	29.16	425.77	
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	4742.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.13	Cum Volume (1000 m3)	5.61	21.41	0.80
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.87	10.04	1.87

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 138 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	419.56	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.70	Wt. n-Val.		0.050	0.067
W.S. Elev (m)	418.86	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	418.11	Flow Area (m2)		30.87	0.43
E.G. Slope (m/m)	0.011436	Area (m2)		30.87	0.43
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		114.69	0.31
Top Width (m)	10.48	Top Width (m)		9.86	0.63
Vel Total (m/s)	3.68	Avg. Vel. (m/s)		3.72	0.74
Max Chl Dpth (m)	3.55	Hydr. Depth (m)		3.13	0.68
Conv. Total (m3/s)	1075.4	Conv. (m3/s)		1072.4	2.9
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		13.48	1.37
Min Ch El (m)	415.31	Shear (N/m2)		256.80	34.92
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.06	Cum Volume (1000 m3)	5.61	20.86	0.80
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.87	9.78	1.87

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 137 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	419.25	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.71	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	418.53	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	417.92	Flow Area (m2)		30.74	
E.G. Slope (m/m)	0.014149	Area (m2)		30.74	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	11.08	Top Width (m)		11.08	
Vel Total (m/s)	3.74	Avg. Vel. (m/s)		3.74	
Max Chl Dpth (m)	3.53	Hydr. Depth (m)		2.77	
Conv. Total (m3/s)	966.8	Conv. (m3/s)		966.8	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		15.59	
Min Ch El (m)	415.00	Shear (N/m2)		273.58	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4582.43	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	5.61	20.08	0.80
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.87	9.51	1.86

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 136 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	418.80	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.20	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	417.60	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	417.55	Flow Area (m2)	0.12	23.62	0.01
E.G. Slope (m/m)	0.023910	Area (m2)	0.12	23.62	0.01
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.09	114.91	0.00
Top Width (m)	9.70	Top Width (m)	0.39	9.19	0.12
Vel Total (m/s)	4.84	Avg. Vel. (m/s)	0.72	4.86	0.33
Max Chl Dpth (m)	3.18	Hydr. Depth (m)	0.31	2.57	0.11
Conv. Total (m3/s)	743.7	Conv. (m3/s)	0.6	743.1	0.0
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.68	11.97	0.26
Min Ch El (m)	414.42	Shear (N/m2)	40.83	462.62	12.38
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	4768.06	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	5.61	19.37	0.80
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	9.86	9.26	1.86

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 135 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	418.19	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.75	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	417.44	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	416.95	Flow Area (m2)	0.15	29.16	3.26
E.G. Slope (m/m)	0.012515	Area (m2)	0.15	29.16	3.26
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.07	112.80	2.13
Top Width (m)	24.86	Top Width (m)	0.31	10.25	14.29
Vel Total (m/s)	3.53	Avg. Vel. (m/s)	0.47	3.87	0.66
Max Chl Dpth (m)	3.41	Hydr. Depth (m)	0.47	2.84	0.23
Conv. Total (m3/s)	1028.0	Conv. (m3/s)	0.6	1008.3	19.1
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.99	12.83	14.48
Min Ch El (m)	414.03	Shear (N/m2)	18.11	278.92	27.61
Alpha	1.18	Stream Power (N/m s)	4699.60	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	5.60	18.73	0.79
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.85	9.01	1.80

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 134 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	417.68	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.98	Wt. n-Val.		0.050	0.067
W.S. Elev (m)	416.70	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	416.92	Flow Area (m2)		18.87	10.82
E.G. Slope (m/m)	0.029587	Area (m2)		18.87	10.82
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		90.60	24.40



Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 134 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Top Width (m)	21.61	Top Width (m)	8.74	12.86
Vel Total (m/s)	3.87	Avg. Vel. (m/s)	4.80	2.26
Max Chl Dpth (m)	2.87	Hydr. Depth (m)	2.16	0.84
Conv. Total (m3/s)	668.6	Conv. (m3/s)	526.7	141.9
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	11.44	13.23
Min Ch El (m)	413.83	Shear (N/m2)	478.49	237.34
Alpha	1.28	Stream Power (N/m s)	4692.55	2236.86
Frctn Loss (m)	0.13	Cum Volume (1000 m3)	5.60	18.12
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.85	8.78

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 133 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	416.15				
Vel Head (m)	1.89	Wt. n-Val.		0.050	0.067
W.S. Elev (m)	414.26	Reach Len. (m)	4.33	4.33	4.33
Crit W.S. (m)	414.89	Flow Area (m2)		18.76	0.36
E.G. Slope (m/m)	0.086495	Area (m2)		18.76	0.36
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		114.57	0.43
Top Width (m)	18.62	Top Width (m)		16.22	2.40
Vel Total (m/s)	6.01	Avg. Vel. (m/s)		6.11	1.20
Max Chl Dpth (m)	1.71	Hydr. Depth (m)		1.16	0.15
Conv. Total (m3/s)	391.0	Conv. (m3/s)		389.6	1.5
Length Wtd. (m)	4.33	Wetted Per. (m)		17.74	2.57
Min Ch El (m)	412.55	Shear (N/m2)		897.07	119.06
Alpha	1.03	Stream Power (N/m s)	4323.00	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.40	Cum Volume (1000 m3)	5.60	17.65	0.51
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.85	8.46	1.25

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 132 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	415.26				
Vel Head (m)	1.54	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	413.71	Reach Len. (m)	1.00	1.00	1.00
Crit W.S. (m)	414.14	Flow Area (m2)		20.90	
E.G. Slope (m/m)	0.052274	Area (m2)		20.90	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	14.35	Top Width (m)		14.35	
Vel Total (m/s)	5.50	Avg. Vel. (m/s)		5.50	
Max Chl Dpth (m)	2.16	Hydr. Depth (m)		1.46	
Conv. Total (m3/s)	503.0	Conv. (m3/s)		503.0	
Length Wtd. (m)	1.00	Wetted Per. (m)		15.84	
Min Ch El (m)	411.55	Shear (N/m2)		676.58	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	5065.48	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.23	Cum Volume (1000 m3)	5.60	17.39	0.51
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.85	8.27	1.25

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 131.99 BR U Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	415.13				
Vel Head (m)	1.27	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	413.86	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	414.14	Flow Area (m2)		23.04	
E.G. Slope (m/m)	0.038920	Area (m2)		23.04	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	14.53	Top Width (m)		14.53	
Vel Total (m/s)	4.99	Avg. Vel. (m/s)		4.99	
Max Chl Dpth (m)	2.31	Hydr. Depth (m)		1.59	
Conv. Total (m3/s)	582.9	Conv. (m3/s)		582.9	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		16.19	
Min Ch El (m)	411.55	Shear (N/m2)		543.15	

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 131.99 BR U Profile: Q-Tr200 (Continued)

Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	5065.48	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	5.60	17.36	0.51
C & E Loss (m)	0.08	Cum SA (1000 m2)	9.85	8.25	1.25

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 131.99 BR D Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	414.59	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.89	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	412.70	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	413.26	Flow Area (m2)		18.90	
E.G. Slope (m/m)	0.064043	Area (m2)		18.90	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	12.43	Top Width (m)		12.43	
Vel Total (m/s)	6.08	Avg. Vel. (m/s)		6.08	
Max Chl Dpth (m)	1.87	Hydr. Depth (m)		1.52	
Conv. Total (m3/s)	454.4	Conv. (m3/s)		454.4	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		14.34	
Min Ch El (m)	410.83	Shear (N/m2)		827.67	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	5027.17	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.49	Cum Volume (1000 m3)	5.60	17.36	0.51
C & E Loss (m)	0.06	Cum SA (1000 m2)	9.85	8.25	1.25

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 131.5 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	414.45	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.57	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	413.89	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	413.25	Flow Area (m2)		34.53	
E.G. Slope (m/m)	0.011249	Area (m2)		34.53	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	14.14	Top Width (m)		14.14	
Vel Total (m/s)	3.33	Avg. Vel. (m/s)		3.33	
Max Chl Dpth (m)	3.06	Hydr. Depth (m)		2.44	
Conv. Total (m3/s)	1084.3	Conv. (m3/s)		1084.3	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		17.55	
Min Ch El (m)	410.83	Shear (N/m2)		217.02	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	5027.17	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.06	Cum Volume (1000 m3)	5.60	17.36	0.51
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)	9.85	8.25	1.25

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 131 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	414.33	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.04	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	413.29	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	413.30	Flow Area (m2)		25.49	
E.G. Slope (m/m)	0.025076	Area (m2)		25.49	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	12.45	Top Width (m)		12.45	
Vel Total (m/s)	4.51	Avg. Vel. (m/s)		4.51	
Max Chl Dpth (m)	2.55	Hydr. Depth (m)		2.05	
Conv. Total (m3/s)	726.2	Conv. (m3/s)		726.2	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		15.00	
Min Ch El (m)	410.74	Shear (N/m2)		418.05	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4989.83	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.08	Cum Volume (1000 m3)	5.60	17.21	0.51
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	9.85	8.18	1.25



Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 130 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	413.26	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.75	Wt. n-Val.	0.067	0.050	
W.S. Elev (m)	411.52	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	412.05	Flow Area (m2)	0.01	19.64	
E.G. Slope (m/m)	0.064286	Area (m2)	0.01	19.64	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.00	115.00	
Top Width (m)	15.02	Top Width (m)	0.28	14.73	
Vel Total (m/s)	5.85	Avg. Vel. (m/s)	0.35	5.85	
Max Chl Dpth (m)	1.76	Hydr. Depth (m)	0.03	1.33	
Conv. Total (m3/s)	453.6	Conv. (m3/s)	0.0	453.6	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.29	15.83	
Min Ch El (m)	409.76	Shear (N/m2)	17.38	782.09	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.31	Cum Volume (1000 m3)	5.60	16.79	0.51
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.85	7.92	1.25

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 129 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	411.83	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.31	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	410.53	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	410.88	Flow Area (m2)	0.40	22.52	0.09
E.G. Slope (m/m)	0.047022	Area (m2)	0.40	22.52	0.09
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.55	114.37	0.08
Top Width (m)	19.02	Top Width (m)	1.19	17.32	0.51
Vel Total (m/s)	5.00	Avg. Vel. (m/s)	1.39	5.08	0.85
Max Chl Dpth (m)	1.61	Hydr. Depth (m)	0.33	1.30	0.18
Conv. Total (m3/s)	530.3	Conv. (m3/s)	2.5	527.4	0.4
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	1.41	17.78	0.68
Min Ch El (m)	408.92	Shear (N/m2)	129.55	584.17	61.86
Alpha	1.03	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.24	Cum Volume (1000 m3)	5.60	16.26	0.51
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	9.82	7.51	1.25

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 128 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	410.40	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.19	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	409.21	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	409.56	Flow Area (m2)	0.03	23.63	0.36
E.G. Slope (m/m)	0.056554	Area (m2)	0.03	23.63	0.36
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.02	114.51	0.46
Top Width (m)	24.22	Top Width (m)	0.31	22.27	1.64
Vel Total (m/s)	4.79	Avg. Vel. (m/s)	0.68	4.85	1.28
Max Chl Dpth (m)	1.79	Hydr. Depth (m)	0.10	1.06	0.22
Conv. Total (m3/s)	483.6	Conv. (m3/s)	0.1	481.5	2.0
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.36	22.98	1.69
Min Ch El (m)	407.42	Shear (N/m2)	46.25	570.30	119.11
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	4780.61	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.28	Cum Volume (1000 m3)	5.59	15.69	0.50
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	9.80	7.02	1.22

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 127 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	409.57	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.73	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	408.84	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	408.84	Flow Area (m2)	0.15	27.29	7.12
E.G. Slope (m/m)	0.015725	Area (m2)	0.15	27.29	7.12
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.10	106.70	8.20

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 127 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Top Width (m)	26.73	Top Width (m)	0.44	11.67	14.63
Vel Total (m/s)	3.33	Avg. Vel. (m/s)	0.65	3.91	1.15
Max Chl Dpth (m)	2.78	Hydr. Depth (m)	0.34	2.34	0.49
Conv. Total (m3/s)	917.1	Conv. (m3/s)	0.8	850.9	65.4
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.74	14.02	14.86
Min Ch El (m)	406.06	Shear (N/m2)	31.20	300.16	73.89
Alpha	1.29	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.08	Cum Volume (1000 m3)	5.59	15.01	0.46
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.79	6.60	1.11

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 126 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	409.10	Element			
Vel Head (m)	0.95	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	408.15	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	408.37	Flow Area (m2)	0.08	24.76	5.55
E.G. Slope (m/m)	0.020713	Area (m2)	0.08	24.76	5.55
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.04	109.53	5.43
Top Width (m)	28.94	Top Width (m)	0.28	10.61	18.05
Vel Total (m/s)	3.78	Avg. Vel. (m/s)	0.54	4.42	0.98
Max Chl Dpth (m)	3.22	Hydr. Depth (m)	0.27	2.33	0.31
Conv. Total (m3/s)	799.1	Conv. (m3/s)	0.3	761.0	37.7
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.61	12.99	18.20
Min Ch El (m)	404.93	Shear (N/m2)	25.29	387.00	61.98
Alpha	1.30	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	5.59	14.37	0.31
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.78	6.32	0.71

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 125 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	408.50	Element			
Vel Head (m)	0.80	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	407.70	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	407.15	Flow Area (m2)	0.71	28.74	1.03
E.G. Slope (m/m)	0.014998	Area (m2)	0.71	28.74	1.03
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.42	114.26	0.32
Top Width (m)	27.74	Top Width (m)	3.44	9.55	14.76
Vel Total (m/s)	3.77	Avg. Vel. (m/s)	0.60	3.98	0.31
Max Chl Dpth (m)	3.74	Hydr. Depth (m)	0.21	3.01	0.07
Conv. Total (m3/s)	939.0	Conv. (m3/s)	3.4	933.0	2.6
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	3.79	13.90	15.28
Min Ch El (m)	403.96	Shear (N/m2)	27.37	304.15	9.93
Alpha	1.10	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.08	Cum Volume (1000 m3)	5.58	13.72	0.26
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	9.77	6.06	0.37

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 124 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	408.03	Element			
Vel Head (m)	1.33	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	406.69	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	406.69	Flow Area (m2)	0.00	22.46	0.07
E.G. Slope (m/m)	0.027915	Area (m2)	0.00	22.46	0.07
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	0.00	114.96	0.04
Top Width (m)	8.80	Top Width (m)	0.07	8.49	0.24
Vel Total (m/s)	5.10	Avg. Vel. (m/s)	0.23	5.12	0.58
Max Chl Dpth (m)	3.44	Hydr. Depth (m)	0.05	2.65	0.28
Conv. Total (m3/s)	688.3	Conv. (m3/s)	0.0	688.1	0.2
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	0.12	11.85	0.61
Min Ch El (m)	403.25	Shear (N/m2)	7.48	519.01	30.49



Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 124 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	5.58	13.05	0.25
C & E Loss (m)	0.12	Cum SA (1000 m2)	9.74	5.84	0.33

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 123 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	406.80	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.23	Wt. n-Val.		0.059	
W.S. Elev (m)	406.57	Reach Len. (m)	4.69	4.69	4.69
Crit W.S. (m)	405.77	Flow Area (m2)		54.25	
E.G. Slope (m/m)	0.007168	Area (m2)		54.25	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	27.91	Top Width (m)		27.91	
Vel Total (m/s)	2.12	Avg. Vel. (m/s)		2.12	
Max Chl Dpth (m)	3.74	Hydr. Depth (m)		1.94	
Conv. Total (m3/s)	1358.3	Conv. (m3/s)		1358.3	
Length Wtd. (m)	4.69	Wetted Per. (m)		31.70	
Min Ch El (m)	402.83	Shear (N/m2)		120.30	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4155.09	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.03	Cum Volume (1000 m3)	5.58	12.20	0.25
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.74	5.40	0.33

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 122 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	406.56	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.11	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	405.45	Reach Len. (m)	3.93	3.93	3.93
Crit W.S. (m)	405.44	Flow Area (m2)		24.68	
E.G. Slope (m/m)	0.025075	Area (m2)		24.68	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	11.05	Top Width (m)		11.05	
Vel Total (m/s)	4.66	Avg. Vel. (m/s)		4.66	
Max Chl Dpth (m)	2.82	Hydr. Depth (m)		2.23	
Conv. Total (m3/s)	726.2	Conv. (m3/s)		726.2	
Length Wtd. (m)	3.93	Wetted Per. (m)		13.83	
Min Ch El (m)	402.63	Shear (N/m2)		438.77	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4662.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	5.58	11.08	0.25
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.73	4.93	0.27

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 121 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	406.35	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.14	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	405.21	Reach Len. (m)	3.77	3.77	3.77
Crit W.S. (m)	405.27	Flow Area (m2)		24.27	
E.G. Slope (m/m)	0.028207	Area (m2)		24.27	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	11.71	Top Width (m)		11.71	
Vel Total (m/s)	4.74	Avg. Vel. (m/s)		4.74	
Max Chl Dpth (m)	2.45	Hydr. Depth (m)		2.07	
Conv. Total (m3/s)	684.7	Conv. (m3/s)		684.7	
Length Wtd. (m)	3.77	Wetted Per. (m)		14.49	
Min Ch El (m)	402.76	Shear (N/m2)		463.40	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4662.35	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	5.58	10.89	0.25
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.73	4.85	0.27

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 120 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	405.36	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.17	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	404.18	Reach Len. (m)	4.80	4.80	4.80
Crit W.S. (m)	404.49	Flow Area (m2)		23.95	
E.G. Slope (m/m)	0.054115	Area (m2)		23.95	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	20.75	Top Width (m)		20.75	
Vel Total (m/s)	4.80	Avg. Vel. (m/s)		4.80	
Max Chl Dpth (m)	1.57	Hydr. Depth (m)		1.15	
Conv. Total (m3/s)	494.4	Conv. (m3/s)		494.4	
Length Wtd. (m)	4.80	Wetted Per. (m)		22.83	
Min Ch El (m)	402.61	Shear (N/m2)		556.53	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.22	Cum Volume (1000 m3)	5.58	10.56	0.25
C & E Loss (m)	0.08	Cum SA (1000 m2)	9.73	4.60	0.27

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 119.5 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	404.76	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.73	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	404.03	Reach Len. (m)	4.50	4.50	4.50
Crit W.S. (m)	404.03	Flow Area (m2)	10.22	25.90	0.22
E.G. Slope (m/m)	0.013654	Area (m2)	10.22	25.90	0.22
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	11.91	102.96	0.13
Top Width (m)	28.45	Top Width (m)	18.67	9.40	0.38
Vel Total (m/s)	3.16	Avg. Vel. (m/s)	1.17	3.97	0.58
Max Chl Dpth (m)	3.42	Hydr. Depth (m)	0.55	2.76	0.58
Conv. Total (m3/s)	984.2	Conv. (m3/s)	101.9	881.2	1.1
Length Wtd. (m)	4.50	Wetted Per. (m)	18.83	11.68	1.14
Min Ch El (m)	400.61	Shear (N/m2)	72.66	297.01	25.61
Alpha	1.43	Stream Power (N/m s)	4979.29	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.06	Cum Volume (1000 m3)	5.55	10.22	0.25
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.69	4.39	0.27

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 119 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	404.47	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.12	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	403.35	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	403.60	Flow Area (m2)	3.56	23.37	0.03
E.G. Slope (m/m)	0.023765	Area (m2)	3.56	23.37	0.03
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	3.58	111.41	0.01
Top Width (m)	21.93	Top Width (m)	12.26	9.55	0.12
Vel Total (m/s)	4.27	Avg. Vel. (m/s)	1.01	4.77	0.35
Max Chl Dpth (m)	2.84	Hydr. Depth (m)	0.29	2.45	0.27
Conv. Total (m3/s)	746.0	Conv. (m3/s)	23.2	722.7	0.1
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	12.39	12.16	0.55
Min Ch El (m)	400.51	Shear (N/m2)	66.89	447.95	13.73
Alpha	1.21	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	5.46	9.89	0.24
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	9.47	4.26	0.27

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 118 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	403.61	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.38	Wt. n-Val.	0.067	0.050	
W.S. Elev (m)	402.22	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	402.65	Flow Area (m2)	9.42	19.01	
E.G. Slope (m/m)	0.045492	Area (m2)	9.42	19.01	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	11.04	103.96	



Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 118 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Top Width (m)	53.22	Top Width (m)	41.72	11.50	
Vel Total (m/s)	4.05	Avg. Vel. (m/s)	1.17	5.47	
Max Chl Dpth (m)	2.17	Hydr. Depth (m)	0.23	1.65	
Conv. Total (m3/s)	539.2	Conv. (m3/s)	51.7	487.4	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	42.43	13.10	
Min Ch El (m)	400.05	Shear (N/m2)	99.01	647.44	
Alpha	1.66	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.21	Cum Volume (1000 m3)	5.34	9.35	0.24
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	8.92	4.00	0.27

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 117 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	402.70	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.67	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	402.02	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	402.19	Flow Area (m2)	9.00	28.48	0.03
E.G. Slope (m/m)	0.020294	Area (m2)	9.00	28.48	0.03
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	7.98	107.01	0.01
Top Width (m)	54.04	Top Width (m)	36.08	17.68	0.28
Vel Total (m/s)	3.07	Avg. Vel. (m/s)	0.89	3.76	0.42
Max Chl Dpth (m)	2.24	Hydr. Depth (m)	0.25	1.61	0.11
Conv. Total (m3/s)	807.3	Conv. (m3/s)	56.0	751.2	0.1
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	36.39	18.80	0.36
Min Ch El (m)	399.78	Shear (N/m2)	49.21	301.44	17.44
Alpha	1.40	Stream Power (N/m s)	4888.52	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	5.08	8.75	0.24
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	7.92	3.63	0.26

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 116 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	402.04	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.83	Wt. n-Val.	0.067	0.050	
W.S. Elev (m)	401.21	Reach Len. (m)	2.75	2.75	2.75
Crit W.S. (m)	401.48	Flow Area (m2)	10.25	24.34	
E.G. Slope (m/m)	0.029907	Area (m2)	10.25	24.34	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	11.52	103.48	
Top Width (m)	51.44	Top Width (m)	35.19	16.25	
Vel Total (m/s)	3.32	Avg. Vel. (m/s)	1.12	4.25	
Max Chl Dpth (m)	2.05	Hydr. Depth (m)	0.29	1.50	
Conv. Total (m3/s)	665.0	Conv. (m3/s)	66.6	598.4	
Length Wtd. (m)	2.75	Wetted Per. (m)	36.10	17.87	
Min Ch El (m)	399.16	Shear (N/m2)	83.24	399.60	
Alpha	1.48	Stream Power (N/m s)	4787.79	295.89	0.00
Frctn Loss (m)	0.15	Cum Volume (1000 m3)	4.84	8.10	0.24
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	7.06	3.21	0.26

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 115.8 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	401.80	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.28	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	401.52	Reach Len. (m)	3.47	3.47	3.47
Crit W.S. (m)	401.31	Flow Area (m2)	25.39	34.05	0.72
E.G. Slope (m/m)	0.007824	Area (m2)	25.39	34.05	0.72
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	25.89	88.69	0.42
Top Width (m)	56.37	Top Width (m)	36.35	17.80	2.22
Vel Total (m/s)	1.91	Avg. Vel. (m/s)	1.02	2.60	0.59
Max Chl Dpth (m)	2.47	Hydr. Depth (m)	0.70	1.91	0.32
Conv. Total (m3/s)	1300.1	Conv. (m3/s)	292.7	1002.7	4.8
Length Wtd. (m)	3.47	Wetted Per. (m)	37.67	19.05	2.43
Min Ch El (m)	399.05	Shear (N/m2)	51.72	137.10	22.58

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 115.8 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Alpha	1.50	Stream Power (N/m s)	4768.64	289.66	0.00
Frctn Loss (m)	0.03	Cum Volume (1000 m3)	4.76	7.95	0.24
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	6.87	3.11	0.26

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 115.4 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	401.69	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.40	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	401.28	Reach Len. (m)	4.50	4.50	4.50
Crit W.S. (m)	401.28	Flow Area (m2)	18.02	30.61	0.14
E.G. Slope (m/m)	0.015812	Area (m2)	18.02	30.61	0.14
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	21.08	93.85	0.07
Top Width (m)	59.32	Top Width (m)	36.30	22.20	0.82
Vel Total (m/s)	2.36	Avg. Vel. (m/s)	1.17	3.07	0.54
Max Chl Dpth (m)	2.18	Hydr. Depth (m)	0.50	1.38	0.17
Conv. Total (m3/s)	914.5	Conv. (m3/s)	167.6	746.3	0.6
Length Wtd. (m)	4.50	Wetted Per. (m)	36.86	22.73	0.90
Min Ch El (m)	399.10	Shear (N/m2)	75.79	208.78	23.71
Alpha	1.42	Stream Power (N/m s)	4671.35	172.36	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	4.52	7.60	0.24
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	6.50	2.91	0.24

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 115 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	401.42	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.75	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	400.67	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	400.88	Flow Area (m2)	16.08	20.22	0.10
E.G. Slope (m/m)	0.033387	Area (m2)	16.08	20.22	0.10
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	27.94	86.99	0.07
Top Width (m)	47.14	Top Width (m)	31.36	15.20	0.57
Vel Total (m/s)	3.16	Avg. Vel. (m/s)	1.74	4.30	0.76
Max Chl Dpth (m)	1.67	Hydr. Depth (m)	0.51	1.33	0.17
Conv. Total (m3/s)	629.4	Conv. (m3/s)	152.9	476.1	0.4
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	31.86	15.84	0.66
Min Ch El (m)	399.00	Shear (N/m2)	165.29	418.11	47.48
Alpha	1.48	Stream Power (N/m s)	4676.91	326.52	0.00
Frctn Loss (m)	0.14	Cum Volume (1000 m3)	4.38	7.38	0.24
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	6.20	2.74	0.23

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 114.9 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	401.07	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.91	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	399.16	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	399.76	Flow Area (m2)		18.81	
E.G. Slope (m/m)	0.073445	Area (m2)		18.81	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	14.42	Top Width (m)		14.42	
Vel Total (m/s)	6.12	Avg. Vel. (m/s)		6.12	
Max Chl Dpth (m)	1.94	Hydr. Depth (m)		1.30	
Conv. Total (m3/s)	424.3	Conv. (m3/s)		424.3	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		15.69	
Min Ch El (m)	397.22	Shear (N/m2)		863.12	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4137.12	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.24	Cum Volume (1000 m3)	4.34	7.28	0.24
C & E Loss (m)	0.12	Cum SA (1000 m2)	6.12	2.66	0.23



Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 114 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	400.57	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.61	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	399.96	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	399.96	Flow Area (m2)	10.48	29.19	0.10
E.G. Slope (m/m)	0.013224	Area (m2)	10.48	29.19	0.10
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	9.91	105.04	0.05
Top Width (m)	38.09	Top Width (m)	25.63	12.02	0.43
Vel Total (m/s)	2.89	Avg. Vel. (m/s)	0.95	3.60	0.51
Max Chl Dpth (m)	2.85	Hydr. Depth (m)	0.41	2.43	0.23
Conv. Total (m3/s)	1000.1	Conv. (m3/s)	86.2	913.4	0.4
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	25.78	14.92	0.62
Min Ch El (m)	397.11	Shear (N/m2)	52.70	253.76	20.71
Alpha	1.42	Stream Power (N/m s)	4791.14	739.23	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	4.16	6.65	0.23
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	5.68	2.38	0.22

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 113 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	400.15	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.72	Wt. n-Val.	0.067	0.050	
W.S. Elev (m)	399.43	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	399.62	Flow Area (m2)	14.90	23.59	
E.G. Slope (m/m)	0.018259	Area (m2)	14.90	23.59	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	18.90	96.10	
Top Width (m)	40.13	Top Width (m)	30.72	9.41	
Vel Total (m/s)	2.99	Avg. Vel. (m/s)	1.27	4.07	
Max Chl Dpth (m)	3.11	Hydr. Depth (m)	0.48	2.51	
Conv. Total (m3/s)	851.0	Conv. (m3/s)	139.9	711.2	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	30.89	12.75	
Min Ch El (m)	396.32	Shear (N/m2)	86.35	331.36	
Alpha	1.58	Stream Power (N/m s)	5072.52	732.05	0.00
Frctn Loss (m)	0.09	Cum Volume (1000 m3)	3.83	5.99	0.23
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	4.96	2.12	0.22

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 112 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	399.40	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.54	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	397.86	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	398.26	Flow Area (m2)		20.90	
E.G. Slope (m/m)	0.042127	Area (m2)		20.90	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)		115.00	
Top Width (m)	11.51	Top Width (m)		11.51	
Vel Total (m/s)	5.50	Avg. Vel. (m/s)		5.50	
Max Chl Dpth (m)	2.50	Hydr. Depth (m)		1.82	
Conv. Total (m3/s)	560.3	Conv. (m3/s)		560.3	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		13.47	
Min Ch El (m)	395.36	Shear (N/m2)		641.12	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	5125.62	805.79	0.00
Frctn Loss (m)	0.20	Cum Volume (1000 m3)	3.71	5.40	0.23
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	4.59	1.84	0.22

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 111 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	398.94	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.78	Wt. n-Val.	0.067	0.050	
W.S. Elev (m)	398.16	Reach Len. (m)	4.20	4.20	4.20
Crit W.S. (m)	398.08	Flow Area (m2)	2.61	28.71	
E.G. Slope (m/m)	0.017217	Area (m2)	2.61	28.71	
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	1.61	113.39	

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 111 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Top Width (m)	33.38	Top Width (m)	20.07	13.30	
Vel Total (m/s)	3.67	Avg. Vel. (m/s)	0.62	3.95	
Max Chl Dpth (m)	3.14	Hydr. Depth (m)	0.13	2.16	
Conv. Total (m3/s)	876.4	Conv. (m3/s)	12.2	864.2	
Length Wtd. (m)	4.20	Wetted Per. (m)	20.19	15.54	
Min Ch El (m)	395.02	Shear (N/m2)	21.80	311.81	
Alpha	1.14	Stream Power (N/m s)	4787.79	111.08	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	3.58	4.65	0.23
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	4.12	1.52	0.22

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 110 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	398.51				
Vel Head (m)	0.72	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	397.79	Reach Len. (m)	4.96	4.96	4.96
Crit W.S. (m)	397.39	Flow Area (m2)	5.17	29.01	0.28
E.G. Slope (m/m)	0.012640	Area (m2)	5.17	29.01	0.28
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	3.84	110.97	0.19
Top Width (m)	28.83	Top Width (m)	17.32	10.96	0.55
Vel Total (m/s)	3.34	Avg. Vel. (m/s)	0.74	3.82	0.70
Max Chl Dpth (m)	3.28	Hydr. Depth (m)	0.30	2.65	0.50
Conv. Total (m3/s)	1022.9	Conv. (m3/s)	34.1	987.0	1.7
Length Wtd. (m)	4.96	Wetted Per. (m)	17.68	13.08	1.03
Min Ch El (m)	394.51	Shear (N/m2)	36.24	275.00	33.13
Alpha	1.27	Stream Power (N/m s)	3534.96	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.06	Cum Volume (1000 m3)	3.50	3.93	0.23
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	3.58	1.21	0.22

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 109 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	398.10				
Vel Head (m)	0.40	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	397.70	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	397.48	Flow Area (m2)	17.96	32.98	0.03
E.G. Slope (m/m)	0.008445	Area (m2)	17.96	32.98	0.03
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	16.19	98.80	0.01
Top Width (m)	53.17	Top Width (m)	39.19	13.79	0.19
Vel Total (m/s)	2.26	Avg. Vel. (m/s)	0.90	3.00	0.25
Max Chl Dpth (m)	3.43	Hydr. Depth (m)	0.46	2.39	0.15
Conv. Total (m3/s)	1251.4	Conv. (m3/s)	176.2	1075.1	0.1
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	39.64	15.84	0.35
Min Ch El (m)	394.27	Shear (N/m2)	37.52	172.38	6.55
Alpha	1.54	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	3.27	3.18	0.23
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	2.86	0.90	0.21

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 108 Profile: Q-Tr200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	397.90				
Vel Head (m)	0.14	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	397.75	Reach Len. (m)	4.62	4.62	4.62
Crit W.S. (m)	397.13	Flow Area (m2)	52.63	32.19	0.32
E.G. Slope (m/m)	0.003046	Area (m2)	52.63	32.19	0.32
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	48.69	66.22	0.10
Top Width (m)	54.41	Top Width (m)	43.52	9.90	0.99
Vel Total (m/s)	1.35	Avg. Vel. (m/s)	0.93	2.06	0.30
Max Chl Dpth (m)	3.80	Hydr. Depth (m)	1.21	3.25	0.32
Conv. Total (m3/s)	2083.8	Conv. (m3/s)	882.2	1199.9	1.7
Length Wtd. (m)	4.62	Wetted Per. (m)	44.52	12.65	1.42
Min Ch El (m)	393.95	Shear (N/m2)	35.31	75.99	6.66



Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 108 Profile: Q-Tr200 (Continued)

Alpha	1.53	Stream Power (N/m s)	4787.79	49.31	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	2.39	2.35	0.23
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	1.80	0.61	0.19

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 107 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	397.85	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.12	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	397.73	Reach Len. (m)	4.60	4.60	4.60
Crit W.S. (m)	396.10	Flow Area (m2)	48.07	47.23	1.81
E.G. Slope (m/m)	0.001617	Area (m2)	48.07	47.23	1.81
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	30.38	83.83	0.79
Top Width (m)	58.96	Top Width (m)	43.84	13.08	2.04
Vel Total (m/s)	1.18	Avg. Vel. (m/s)	0.63	1.77	0.44
Max Chl Dpth (m)	4.11	Hydr. Depth (m)	1.10	3.61	0.89
Conv. Total (m3/s)	2859.9	Conv. (m3/s)	755.6	2084.7	19.6
Length Wtd. (m)	4.60	Wetted Per. (m)	44.79	14.41	2.93
Min Ch El (m)	393.62	Shear (N/m2)	17.02	51.98	9.79
Alpha	1.71	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	1.46	1.62	0.21
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.99	0.39	0.17

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 106 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	397.83	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.11	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	397.71	Reach Len. (m)	4.77	4.77	4.77
Crit W.S. (m)	395.72	Flow Area (m2)	42.17	48.45	4.77
E.G. Slope (m/m)	0.001311	Area (m2)	42.17	48.45	4.77
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	30.22	82.15	2.63
Top Width (m)	41.24	Top Width (m)	25.81	11.67	3.76
Vel Total (m/s)	1.21	Avg. Vel. (m/s)	0.72	1.70	0.55
Max Chl Dpth (m)	4.44	Hydr. Depth (m)	1.63	4.15	1.27
Conv. Total (m3/s)	3176.5	Conv. (m3/s)	834.7	2269.2	72.6
Length Wtd. (m)	4.77	Wetted Per. (m)	27.80	13.52	4.67
Min Ch El (m)	393.27	Shear (N/m2)	19.50	46.06	13.14
Alpha	1.51	Stream Power (N/m s)	3834.21	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	0.82	0.96	0.16
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.51	0.22	0.12

Plan: Plan 15 Ermena Ermena RS: 105 Profile: Q-Tr200

E.G. Elev (m)	397.80	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.09	Wt. n-Val.	0.067	0.050	0.067
W.S. Elev (m)	397.71	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	395.40	Flow Area (m2)	43.44	52.21	15.89
E.G. Slope (m/m)	0.001000	Area (m2)	43.44	52.21	15.89
Q Total (m3/s)	115.00	Flow (m3/s)	27.04	78.74	9.22
Top Width (m)	50.17	Top Width (m)	27.22	11.67	11.28
Vel Total (m/s)	1.03	Avg. Vel. (m/s)	0.62	1.51	0.58
Max Chl Dpth (m)	4.94	Hydr. Depth (m)	1.60	4.48	1.41
Conv. Total (m3/s)	3636.1	Conv. (m3/s)	855.0	2489.8	291.4
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	28.88	14.18	11.75
Min Ch El (m)	392.77	Shear (N/m2)	14.76	36.11	13.27
Alpha	1.58	Stream Power (N/m s)	3921.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

## Allegato 2: Descrizione del modello di calcolo usato – HEC-RAS

Il software utilizzato nel presente studio è HEC-RAS 5.0. Il pacchetto software HEC-RAS 5.0 (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), elaborato dall'U.S. Army Corps of Engineers è uno strumento di calcolo idraulico monodimensionale dalla consolidata affidabilità, ampiamente utilizzato in campo internazionale e nazionale. HEC-RAS permette di condurre l'analisi idraulica monodimensionale sia a moto permanente che vario.

Il modello a moto permanente, costruito con il codice di calcolo HEC-RAS permette di valutare tutte le grandezze idrauliche di interesse per una corrente gradualmente variata in regime subcritico, supercritico o misto.

Tale codice di calcolo è basato essenzialmente sull'integrazione, alle differenze finite, dell'equazione dell'energia di una corrente. Le perdite di energia sono valutate mediante il coefficiente di scabrezza di Manning per le perdite distribuite e mediante i coefficienti di contrazione ed espansione della corrente per valutare le perdite concentrate dovute alla variazione della sezione trasversale. Nella simulazione del moto vario il modello utilizza il motore di calcolo UNET sviluppato dal Dr. Robert L. Barkau's. UNET risolve le equazioni complete di De St. Venant utilizzando uno schema di risoluzione implicito alle differenze finite. Tale schema di calcolo è stato sviluppato per il moto vario in corrente subcritica.

Lo schema di risoluzione utilizza il metodo di Newton-Raphson iterativo per risolvere equazioni non lineari. Tale codice di calcolo, comunque, pur utilizzando una soluzione linearizzata, per una corrente subcritica fornisce risultati affidabili e stabili, avendo l'accortezza di utilizzare intervalli di calcolo sufficientemente ridotti. Permette inoltre di simulare in modo efficace le singolarità introdotte nel modello: ponti, tratti tominati, invasi in linea e in derivazione, sfioratori in linea, sfioratori laterali, luci a battente.

I profili di corrente sono calcolati risolvendo, mediante procedura iterativa (standard step method) la seguente equazione del bilancio dell'energia fra due sezioni:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

- Y1, Y2: Altezze idriche in corrispondenza delle sezioni 1 e 2
- Z1, Z2: Quote dei punti di thalweg in corrispondenza delle sezioni 1 e 2
- V1, V2: Velocità medie
- $\alpha_1, \alpha_2$ : Coefficienti di perdita
- g: Accelerazione di gravità
- he: Perdite fra le sezioni calcolate con la seguente espressione:

$$h_e = LS_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

dove:

- L: Distanza fra le sezioni pesata sulle portate,  
Sf: Pendenza della linea dell'energia per le perdite distribuite,  
C: Coefficiente di espansione o contrazione.

Per distanza fra le sezioni pesata sulle portate si intende la lunghezza calcolata con la seguente formula:

$$L = \frac{L_{lob} Q_{lob} + L_{ch} Q_{ch} + L_{rob} Q_{rob}}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}}$$

dove:

- Llob, Lch, Llor: Distanza fra le sezioni specificata rispettivamente per la golena sinistra, per l'alveo e per la golena destra;
- Qlob, Qch, Qlor: Somme aritmetiche delle portate defluenti rispettivamente nella golena sinistra, nell'alveo e nella golena destra.

Le ipotesi alla base del modello sono le seguenti:

- Si ipotizza che il moto sia gradualmente variato, ovvero che, in corrispondenza di ciascuna sezione, vi sia una distribuzione idrostatica delle pressioni.
- In prossimità di singolarità, dove il moto diventa rapidamente variato, il programma utilizza in automatico, invece dell'equazione dell'energia, l'equazione dell'equilibrio delle spinte o altre equazioni empiriche.
- Il moto è ipotizzato monodimensionale.
- La pendenza del corso idrico è generalmente modesta.

Con il supporto del software HEC-RAS, è possibile calcolare, in tutte le sezioni di interesse del modello, le principali caratteristiche della corrente sia in moto permanente che vario. I dati necessari per la costruzione del modello sono i dati geometrici relativi alle sezioni, le distanze fra le sezioni, i coefficienti di scabrezza, i coefficienti di espansione e contrazione, la descrizione geometrica ed i parametri idraulici di eventuali strutture aggiuntive (ponti, traverse, sfioratori etc.). Oltre a questi dati occorre inserire le condizioni al contorno per il dominio di calcolo, che possono essere ad esempio l'altezza critica, l'altezza di moto uniforme etc..

Nell'inserimento dei dati relativi alla geometria, HEC-RAS permette di georeferenziare sia il tracciato dell'asta fluviale, sia le sezioni fluviali, permettendo così la costruzione di una visualizzazione prospettica del modello e dei suoi risultati in termini di livelli idrici.

L'opzione "Ineffective Areas" permette di definire, per ciascuna sezione, una porzione della stessa che non partecipa attivamente al deflusso: in tali aree, soggette comunque ad allagamento, la velocità di deflusso è molto prossima allo zero. Il volume invasato è incluso nell'equazione di continuità, ma la porzione di perimetro bagnato relativo a tali aree non partecipa al calcolo delle perdite distribuite. Tali aree vengono di solito utilizzate in prossimità



di strutture che ingombrano parte della sezione di deflusso e creano delle zone dove effettivamente la velocità di deflusso è prossima allo zero.

È inoltre possibile fissare una quota di disattivazione di tali aree; ovvero quando il livello idrico nella sezione raggiunge o supera tale valore la porzione di sezione viene attivata e partecipa al deflusso.

La contrazione e l'espansione della vena liquida fra due sezioni adiacenti è causa di perdite di carico valutate dal codice di calcolo come concentrate con l'utilizzo di opportuni valori del coefficiente C.

Tipici valori, nel caso di correnti lente variano fra 0.1 e 0.3 per il coefficiente di contrazione e fra 0.3 e 0.5 per il coefficiente di espansione. I valori più elevati sono tipici in prossimità dei restringimenti causati dall'ingombro delle spalle e delle pile dei manufatti di attraversamento.

Tali coefficienti sono quindi utilizzati per valutare le perdite di energia a valle e a monte dei ponti inseriti nel modello. Il programma ha la capacità di utilizzare approcci di calcolo differenti per simulare le diverse configurazioni del passaggio della corrente a seconda che l'altezza idrica interessi l'impalcato del ponte e che il deflusso sia in regime di corrente lenta o veloce o passi lo stato critico in corrispondenza dell'attraversamento.

Nel caso di corrente completamente subcritica che non interessa l'impalcato dei ponti, l'effetto di rigurgito indotto dalla presenza delle spalle può essere valutato dal programma mediante diverse opzioni:

- 1 - Standard Step Method,
- 2 - Bilancio delle spinte,
- 3 - L'equazione empirica di Yarnell,
- 4 - Il metodo FHWA WSPRO.

Nel modello costruito si sono valutate le perdite con la formula dell'energia (Standard Step Method).

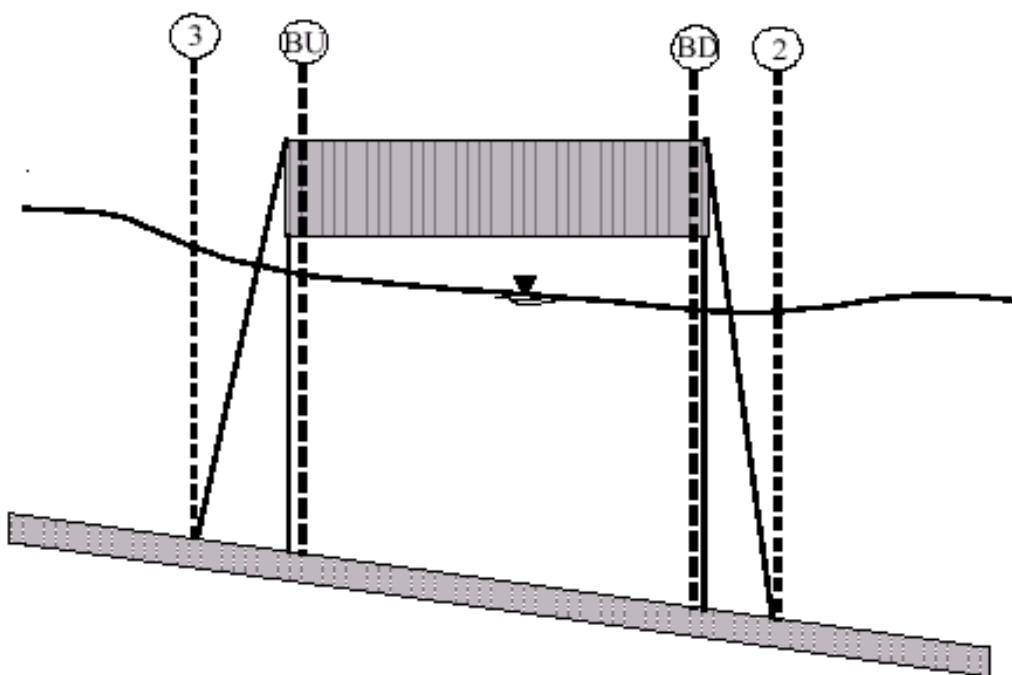


Figura 9: Profilo in corrispondenza di un ponte. (dal manuale di HEC-RAS)

