

**Comune di STELLA**

*Provincia di SAVONA*

**OGGETTO: PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO**

*Intervento di sistemazione idraulica di un tratto di Rio Ravezza  
a valle del ponte, sito in Località Ritani e della soprastante strada comunale*

**COMMITTENTE :**

**COMUNE DI STELLA** *Località Roviato Superiore, 17040*

*RUP. Geom. Danilo Delfino*

*(timbro)*

*Descrizione della tavola :*

**RELAZIONE STUDIO IDRAULICO**

scala

-

*Tav. n°:*

**RH**

*Il progettista:  
Ing. M. Acatte*

*(timbro)*

*Il progettista:*

**Geom. L. Baglietto**

*Geometri e Geometri Laureati  
di Savona*

*Iscrizione Albo  
N. 972*

*Geometra  
Baglietto*

*(timbro)*

*Il Coordinatore della progettazione:  
Geol. G.B. Vezzolla*



*(timbro)*

1	settembre 2018	I emissione		
REV.	DATA	CAUSALE	DISEGNATORE	APPROVATO

# **COMUNE DI STELLA**

**Opere di sistemazione idraulica del tratto del Rio Ravezza,  
immediatamente a valle del ponte in loc. Ritani,  
e della soprastante strada comunale**

**Comune di Stella**

**Provincia di Savona**

## **RELAZIONE IDRAULICA**



Giambattista VEZZOLLA

L'INGEGNERE

Marco ACATTE

---

Geol. Giambattista VEZZOLLA  
Via Bottini, 27  
17015 Celle Ligure

Ing. Marco ACATTE  
Via Casarino 35  
17011 Albisola Superiore

**INDICE**

<b>1. PREMESSE .....</b>	<b>2</b>
<b>2. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO E PIANI DI BACINO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO E PORTATA DI PIENA.....</b>	<b>5</b>
<b>4. VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	<b>7</b>
<b>5. ANALISI RISULTATI MODELLAZIONE E CONCLUSIONI.....</b>	<b>12</b>

**ALLEGATI FUORI TESTO**

1. Tav. H1: Planimetria generale con tracce di sezioni idrauliche, sezioni idrauliche, scala 1:200;

## 1. PREMESSE

Il Comune di Stella (SV) ha incaricato gli scriventi di redigere uno studio idraulico al fine di valutare le criticità afferenti un tratto del Rio Ravezza, in loc. Ritani, a valle del ponte esistente lungo a strada comunale, al fine del progetto di sistemazione e di ripristino delle sponde nella configurazione precedente alla serie di fenomeni di dissesto, reiteratisi nel tempo.

Tali dissesti, provocati sia dall'erosione spondale del corso d'acqua che dall'erosione concentrata sul versante da parte delle acque meteoriche, hanno interessato la sede stradale, ad oggi parzialmente interrotta, arrivando ad ostruire parzialmente il deflusso delle acque in alveo, con il materiale franato tra cui alcuni massi ciclopici.

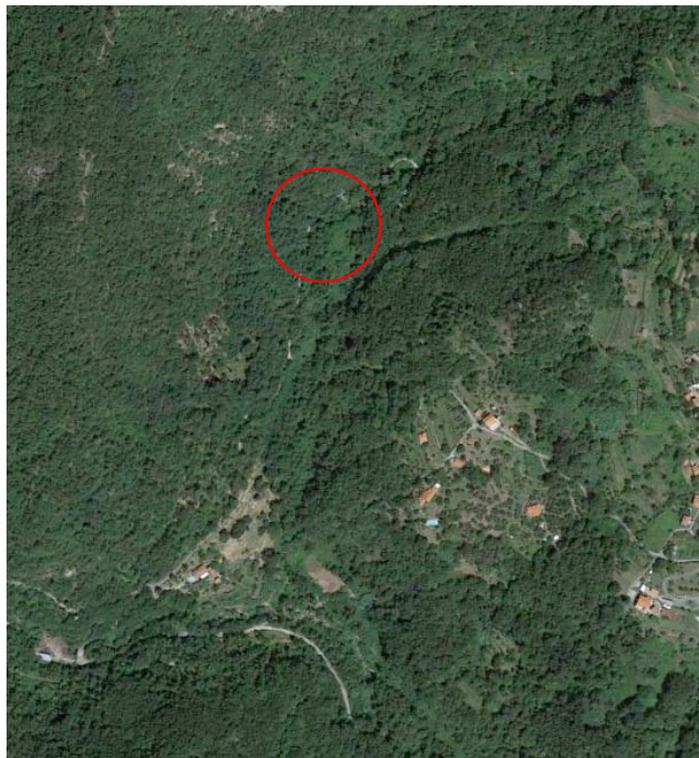


Figura 1: inquadramento intervento su ortofotocarta (fonte Google Earth)

Si redige la presente al fine di ottenere il rilascio dell'autorizzazione idraulica al fedele ripristino delle sponde del Rio Ravezza, ai sensi del R.D. 523/1904 ss.mm.ii.

Il progetto, redatto in collaborazione tra lo Studio Prisma di Albisola Superiore e gli scriventi, ed al quale si fa completo riferimento, prevede la riapertura dell'alveo del tratto di Rio Ravezza alle condizioni ante eventi franosi, da realizzarsi preliminarmente con lo sgombero del materiale detritico presente e, successivamente con la posa di due tratti di scogliera in massi naturali, su entrambe le sponde.

Ulteriori interventi sono previsti sul versante soprastante la sponda destra; in particolare il ripristino di un tratto di scogliera franata e la realizzazione di un canale antiersivo, al fine di incanalare le acque meteoriche e drenarle verso l'alveo del corso d'acqua.

Geometricamente, i due tratti di scogliera d'argine presentano una lunghezza pari rispettivamente a 34 m, in sponda destra, e 38 m, in sponda sinistra, con un'altezza variabile tra 2.0-2.50 m.

La modellazione allegata alla presente relazione è stata svolta sulla base del rilievo aggiornato del corso d'acqua, realizzato con stazione totale dallo Studio Prisma, ampliato sino a

comprendere un tratto significativo del corso d'acqua, in particolare sul lato di monte, sino a comprendere il ponte esistente sul Rio Ravezza.

La verifica effettuata ha preso avvio a monte di quest'ultima opera d'arte.

Nel rilievo sono riportate le sezioni trasversali utilizzate per lo studio idraulico (sez. 1-14), alcune delle quali utilizzate anche a fini progettuali (sez. 3-9).

Obiettivo del presente studio è, quindi, quello di verificare idraulicamente i due tratti di scogliera d'argine, le cui altezze sono definite in base al pelo libero dell'acqua previsto con un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Verificando tale circostanza, con la presente viene richiesto al competente Ente il rilascio di parere di competenza, in merito alla definizione delle fasce contenuta nella presente.

## 2. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO E PIANI DI BACINO

L'intervento in progetto ricade nel Piano di Bacino Stralcio sul rischio idrogeologico, Ambito Letimbro, Bacino Sansobbia.

Per quanto riguarda gli elaborati di piano si rileva che:

- a) Carta della suscettività al dissesto dei versanti: l'intervento interessa un'area Pg4, a suscettività al dissesto molto alta – frana attiva.

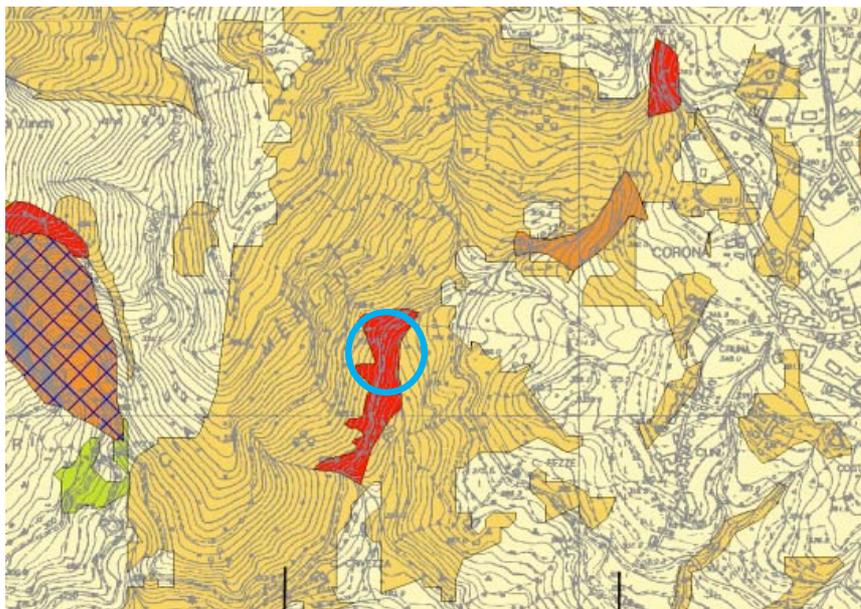


Fig.2 : carta della suscettività al dissesto

- b) Carta delle fasce d'inondabilità: il rio Ravezza non è stato indagato idraulicamente dal Piano di Bacino del Torrente Sansobbia.
- c) Carta degli interventi: la sistemazione della frana attiva è stata individuata, dal Piano di Bacino, come intervento n.17.

RIO RAVEZZA

rif. CARTA INTERVENTI N°17

Il tratto in esame presenta problemi di stabilità.

**Definizione degli interventi***Interventi strutturali*

Consolidamenti ed ingegneria naturalistica.

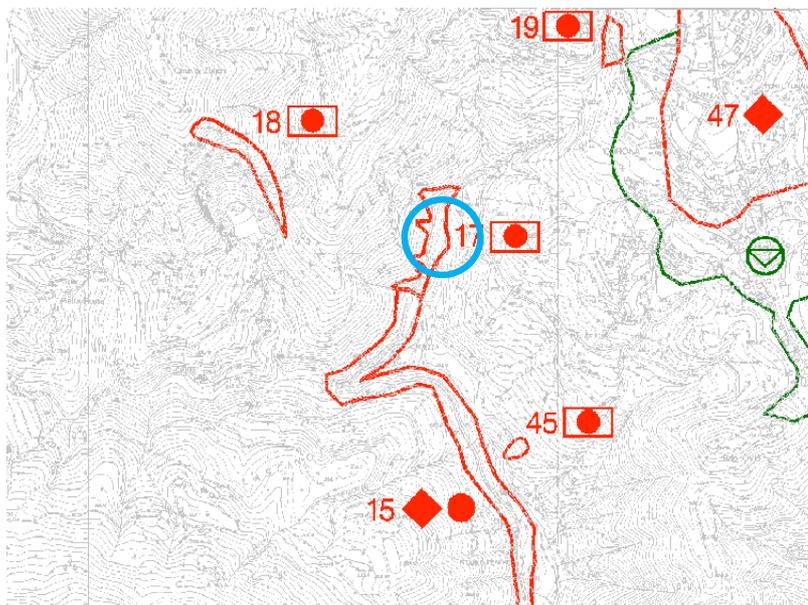


Fig. 3 : carta degli interventi

- d) Reticolo idrografico regionale: il rio Ravezza è individuato sul reticolo idrografico regionale (ancora in fase di approvazione).

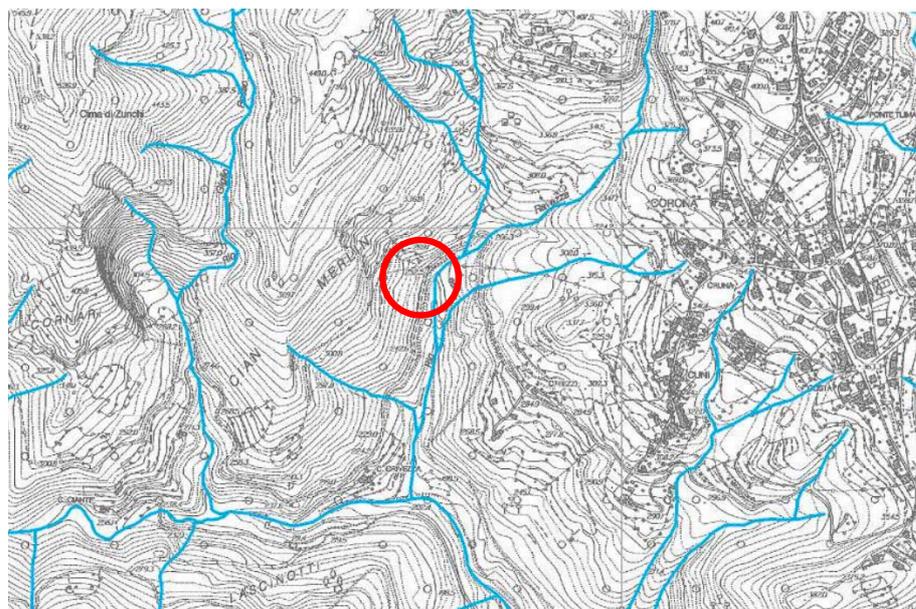


Fig. 4 : Reticolo idrografico regionale

### 3. BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO E PORTATA DI PIENA

Il corso d'acqua interessato dallo studio idraulico è il Rio Ravezza, corso d'acqua demaniale, che, al primo nodo di confluenza sottende una superficie scolante del bacino idrografico superiore a 1 Km<sup>2</sup> ( $S = 1,09 \text{ Km}^2$ ) e pertanto, ai sensi del Regolamento Regionale n. 3/2011, può essere classificato nel reticolo idrografico di **primo livello**.

Per quanto riguarda l'uso del suolo, il bacino si presenta scarsamente urbanizzato per l'80% dell'estensione, con folta presenza di zone boschive e a prato, ad esclusione del nucleo abitato di Stella Corona.

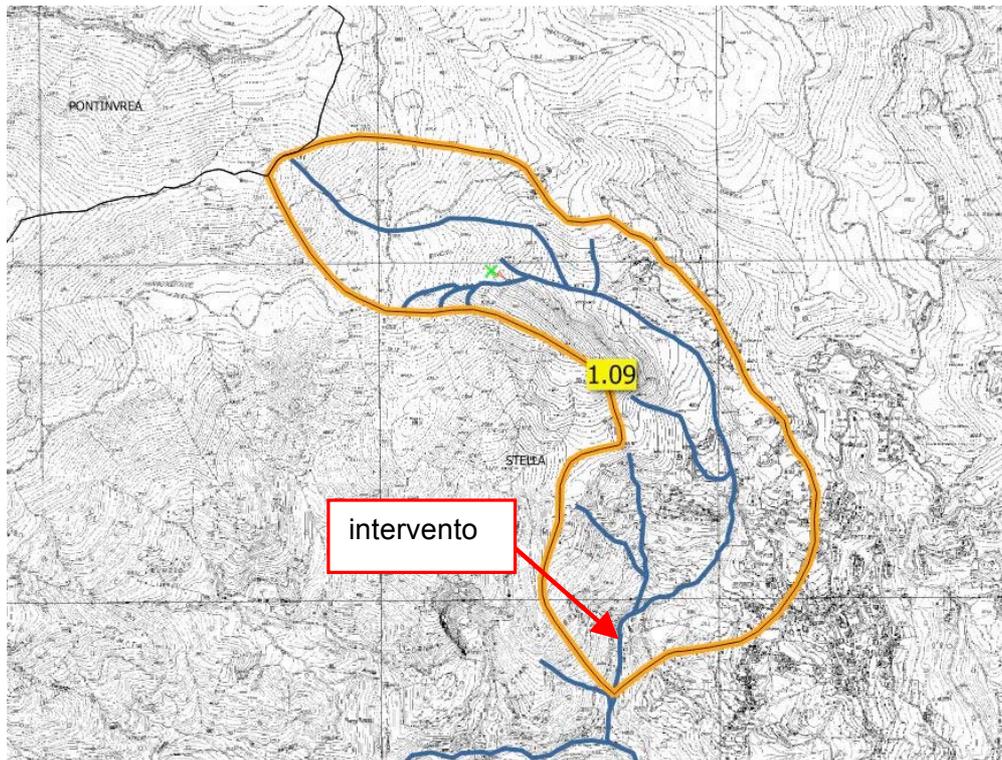


Figura 5: Tracciamento del Bacino idrografico (fuori scala)

Per svolgere la modellazione idraulica è stato esaminato e rilevato un tratto d'alveo ritenuto idraulicamente significativo e sufficiente ad individuare i profili idrici che si determinano nel corso d'acqua.

In particolare, il tratto del Rio Ravezza oggetto di studio si estende per una lunghezza complessiva pari a circa 130 m ed una pendenza media di circa il 17%.

Le sezioni dell'alveo risultano essere naturali a forma circa trapezia, notevolmente incassate, con sponde e fondo in roccia affiorante e con presenza di notevole vegetazione in alveo e sulle sponde, oltre a detriti anche ciclopici.

La documentazione fotografica nel seguito esemplifica quanto descritto.



Foto 1 – particolare del masso in alveo



Foto 2 – alveo del Rio Ravezza nel tratto d'intervento

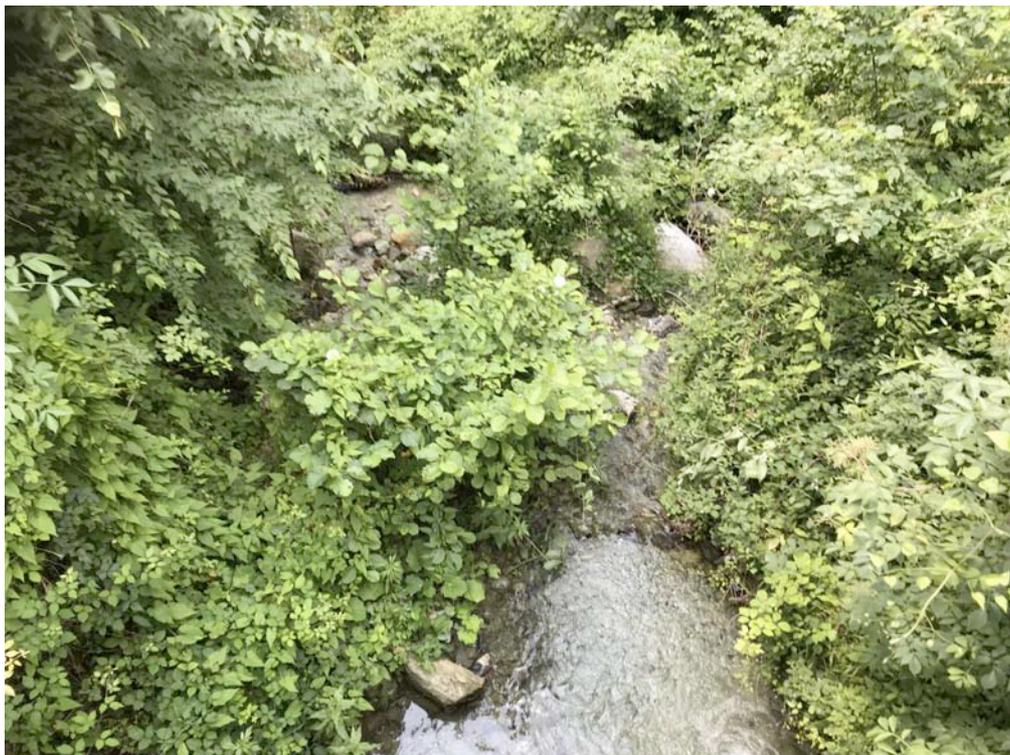


Foto 3 – particolare alveo con materiale di sovralluvionamento

## 4. VERIFICHE IDRAULICHE

### 4.1 Modello matematico utilizzato

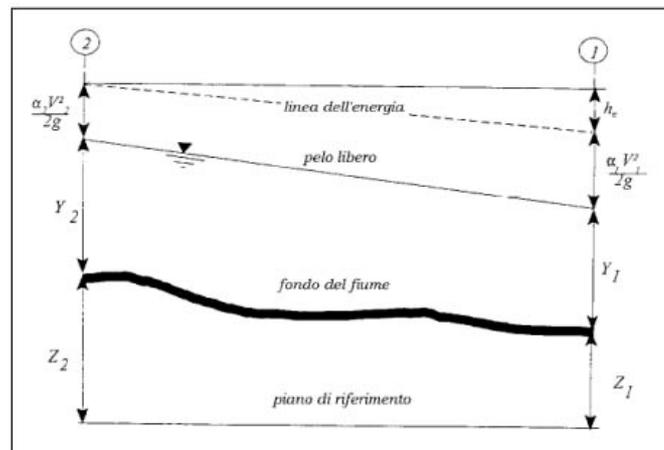
Il software utilizzato per la simulazione dell'andamento del pelo libero nel tratto di fosso interessato dal nuovo manufatto è HEC-RAS 5, il quale è in grado di simulare l'andamento idraulico monodimensionale del tirante in canali naturali o artificiali in condizioni di fondo fisso, in regime subcritico, supercritico o vario.

Il profilo della superficie libera viene calcolato a partire da una sezione alla successiva, posta a monte o a valle a seconda che il regime sia, rispettivamente, subcritico o supercritico, risolvendo con una procedura iterativa nota come standard step, l'equazione che esprime il bilancio dell'energia della corrente, nota anche come equazione di Bernoulli e riportata di seguito:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

- i pedici 1 e 2 indicano i valori relativi alla sezione di valle e di monte del tratto considerato;
- Y rappresenta il tirante;
- Z rappresenta la quota del fondo dell'alveo rispetto ad un riferimento prefissato;
- v rappresenta la velocità media nella sezione;
- $\alpha$  è il coefficiente di Coriolis;
- g è l'accelerazione di gravità;
- $h_e$  rappresenta la perdita di energia complessiva tra la sezione di monte e quella di valle.



schema di calcolo per la determinazione dell'andamento del profilo della superficie libera

Le perdite complessive di energia  $h_e$  tra le due sezioni sono imputabili sia alle perdite continue, derivanti dagli attriti interni dovuti all'esistenza di strati a diversa velocità nell'interno della massa fluida, sia a quelle localizzate, in genere dovute alla presenza in alveo di strutture che inizialmente producono un restringimento della corrente ed un successivo allargamento con formazione di vortici, che, come è noto, sono fenomeni dissipativi.

La perdita di carico complessiva tra le due sezioni viene infatti valutata come somma di due termini: il primo termine corrisponde alle perdite di carico distribuite ed il secondo termine corrispondente a perdite di carico concentrate:

$$h_e = L\bar{J} + C \left( \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right)$$

dove:

- $L$  è la distanza tra le sezioni di calcolo;
- $\bar{J}$  rappresenta la cadente media dell'energia specifica nel tratto compreso tra le due sezioni;
- $C$  è il coefficiente di perdita dovuto all'espansione o contrazione della vena fluida.

Per la valutazione della perdita di carico  $J$  viene utilizzata la formula di Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} \sqrt{J}$$

da cui si ottiene:

$$J = \frac{nv}{R_h^{4/3}}$$

dove:

- $Q$  è la portata;
- $A$  è l'area della sezione bagnata;
- $R_h$  è il raggio idraulico della sezione;
- $n$  è il coefficiente di scabrezza di Manning e pari a  $\frac{1}{K_s}$ , con  $K_s$  [ $m^{1/3}/s$ ] = coefficiente di scabrezza.

Si calcolano, quindi, il coefficiente di Coriolis  $\alpha$  e le perdite di energia  $h_e$ ; l'equazione del bilancio dell'energia permette, quindi, di calcolare  $Y_2+Z_2$ , nella sezione di monte, essendo noto, in corrispondenza della sezione di valle, il valore dell'energia totale, quando ci si trovi in condizioni di corrente lenta.

Al contrario, per le correnti veloci, l'incognita è la quota del pelo libero all'estremità di valle del tronco, essendo noti i valori a monte.

Essendo l'equazione del bilancio dell'energia un'equazione non lineare, la soluzione viene ottenuta con ciclo iterativo, che parte da una soluzione iniziale approssimata di primo tentativo.

Il software HEC-RAS utilizza, parallelamente all'equazione di bilancio dell'energia, anche l'equazione di bilancio della quantità di moto.

Tale equazione viene utilizzata più in particolare, in tutte quelle situazioni in cui il profilo di corrente è rapidamente variabile, come nei risalti idraulici o nelle confluenze, e, pertanto non risulta più possibile applicare in maniera affidabile il principio di conservazione dell'energia.

Ogni volta che si verifica il passaggio da un regime di corrente veloce ad un regime di corrente lenta, o viceversa, il programma HEC-RAS automaticamente applica l'equazione della quantità di moto.

Questa equazione deriva dalla seconda legge di moto di Newton:

$$\sum F_x = ma$$

L'applicazione di tale legge al volume di controllo riferita all'unità di tempo, permette di ricavare l'equazione della quantità di moto:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho\Delta v_x$$

dove:

- P: pressione idrostatica nelle sezioni 1 e 2;
- $W_x$ : forza peso proiettata nella direzione del moto;
- $F_f$ : risultante degli sforzi tangenziali agenti sulla superficie bagnata del tratto considerato;
- Q: portata;
- $\rho$ : densità dell'acqua;
- $\Delta v_x$ : variazione di velocità tra la sezione 2 e la sezione 1.

$$\gamma \cdot A_2 \bar{Y}_2 - \gamma \cdot A_1 \bar{Y}_1 + \gamma \cdot \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot LS_0 - \gamma \cdot \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot LS_f = \frac{Q_1 \gamma}{g} \beta_1 V_1 - \frac{Q_2 \gamma}{g} \beta_2 V_2$$

dove:

- $\gamma$ : peso specifico dell'acqua;
- $A_1, A_2$ : area bagnata delle sezioni 1 e 2;
- $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2$ : profondità d'acqua misurata dal pelo libero al baricentro della sezione;
- $L$ : distanza tra la sezione 1 e la sezione 2 misurata lungo x;
- $S_0$ : pendenza dell'alveo, data da  $\frac{z_2 - z_1}{L}$ , con  $z_1$  e  $z_2$  quota del fondo nelle sezioni 1 e 2;
- $S_f$ : pendenza della linea dei carichi;
- $\beta_1, \beta_2$ : coefficienti correttivi della quantità di moto per tenere conto della non uniforme distribuzione della velocità nella sezione.

I dati di input del programma HEC-RAS, necessari per la simulazione dei profili d'acqua con fondo fisso, comprendono dati sia di tipo geometrico che di tipo idraulico riguardanti l'intero tratto di alveo che si intende studiare; una volta inserita la geometria delle sezioni, si passa all'inserimento dei dati riguardanti le portate in ingresso, le condizioni al contorno ed i coefficienti di scabrezza.

Per quanto riguarda le condizioni al contorno, il programma richiede l'assegnazione, in una determinata sezione, di un valore noto del livello idrico da cui far procedere il calcolo dei livelli incogniti (partendo da valle se la corrente è subcritica, o viceversa da monte se la corrente è supercritica) e del tipo di regime di flusso.

Le possibili condizioni al contorno da assegnare sono essenzialmente tre:

- un livello idrico noto;
- il livello idrico di monte per l'assegnata portata e pendenza di fondo nota;
- il livello di stato critico per l'assegnata portata.

La prima condizione si verifica quando il corso d'acqua in esame è collegato (a monte o a valle) ad un recipiente idrico (corso d'acqua maggiore, serbatoio o lago) il cui livello possa considerarsi invariante nel tempo; la stessa condizione può essere applicata anche quando il livello da assegnare sia noto perché misurato in situ.

Quando non sia disponibile un valore noto del livello, è possibile ipotizzare l'instaurarsi delle condizioni di moto uniforme nel tratto a valle (per le correnti lente) o in quello a monte (per le correnti veloci), anche se data la natura variabile delle correnti, i corsi d'acqua naturali sono sempre molto lontani dalle condizioni ideali del moto uniforme.

Più facilmente nei corsi d'acqua naturali si possono trovare situazioni morfologiche per le quali si stabiliscono, per la corrente, condizioni di deflusso in stato critico che costituiscono sezioni di controllo dal punto di vista idraulico.

#### 4.2 Portata di piena

Si è proceduto al calcolo della portata di massima piena prevedibile per il tempo di ritorno 200 anni secondo la metodologia indicata in Relazione Generale del Piano di Bacino Stralcio del Torrente Sansobbia.

Essendo l'area di bacino inferiore a 2 kmq la portata è stata calcolata secondo la metodologia del C.I.M.A. per corsi d'acqua che sottendono bacini di piccole dimensioni (< 2 Km<sup>2</sup>).

Il bacino del Rio Ravezza è classificabile tra i bacini regionali di tipo C in quanto denota un basso grado di urbanizzazione.

“Onde evitare la tendenza legata alla descrizione matematica delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica a produrre precipitazioni di intensità tendente ad infinito in corrispondenza a durate tendenti a zero, si suggerisce di adottare, per bacini aventi area minore di 2 km<sup>2</sup>, un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 km<sup>2</sup>”.

Sulla base dei dati sopra esposti si ricavano, per il corso d'acqua in questione le seguenti portate, approssimate per eccesso:

Corso d'acqua	Area drenata [Km <sup>2</sup> ]	Classe idrologica bacino	Longitudine bacino (media su bacino)	Portata T=200 anni (m <sup>3</sup> /s)
Rio Ravezza	1.09	C	8° 28'	<b>32,14</b>

#### 4.3 Condizioni al contorno e parametro di scabrezza

Al fine di svolgere una modellazione idraulica di dettaglio si è utilizzato un parametro di scabrezza più aderente alla realtà manutentiva del corso d'acqua.

La scabrezza del tratto di corso d'acqua indagato è stata pertanto valutata facendo riferimento alla formulazione proposta dal manuale “Open channel hydraulics”, Ven te Chow, richiamata dalla “Direttiva contenente in criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B” approvata dall'Autorità di Bacino del Po con delibera n.10 del 5/4/2006, secondo cui il valore del parametro di Manning è dato dalla combinazione del peso dei singoli fattori sopra elencati secondo la formulazione:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

in cui ogni singolo parametro è definito sulla base di quanto riportato nella Tabella 1.

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n <sub>1</sub>	0.020
	Roccia		0.025
	Ghiaia fine		0.024
	Ghiaia grossolana		0.028
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n <sub>2</sub>	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n <sub>3</sub>	0.000
	Variazione occasionale		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n <sub>4</sub>	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n <sub>5</sub>	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	n <sub>6</sub>	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

Tabella 1 – metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza – rif. Autorità di Bacino del Po

La definizione dei singoli parametri presenti nella formula di calcolo è stata condotta applicando un criterio per quanto possibile oggettivo, attribuendo maggiore peso ai fattori più rilevanti per il tratto oggetto di analisi, quali la granulometria e la presenza di vegetazione; i valori

dei singoli parametri sono stati attribuiti sulla base criteri riportati a seguire, avendo definito un approccio tale da garantire la coerenza tra i valori risultanti dalla formula di calcolo con quanto generalmente riscontrabile in letteratura.

Sulla base dei parametri da considerare e delle condizioni manutentive del corso d'acqua si ottiene un coefficiente di Manning pari a  $n = 0.05$  per tutto il tratto d'alveo a cielo aperto.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

$$n = \left( \frac{n_0}{0.025} + \frac{n_1}{0.000} + \frac{n_2}{0.000} + \frac{n_3}{0.015} + \frac{n_4}{0.010} \right) * \frac{m_5}{1.000} = 0.05 \quad \frac{k_s}{20.00}$$

materiale costituente l'alveo	n <sub>0</sub>	terra	0.020
		roccia	0.025
		ghiaia fine	0.024
		ghiaia grossolana	0.028

irregolarità della superficie della sezione	n <sub>1</sub>	trascurabile	0.000
		bassa	0.005
		moderata	0.01
		elevata	0.020

variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	n <sub>2</sub>	graduale	0.000
		variazione occasionale	0.005
		variazione frequente	0.010
			0.015

effetto relativo di ostruzioni	n <sub>3</sub>	trascurabile	0.000
		modesto	0.010
			0.015
		apprezzabile	0.020
		elevato	0.030
0.040			
		0.060	

effetto della vegetazione	n <sub>4</sub>	basso	0.005
			0.010
		medio	0.010
			0.025
		alto	0.025
			0.050
molto alto	0.050		
	0.100		

grado di sinuosità dell'alveo	m <sub>5</sub>	trascurabile	1.000
		bassa	1.150
		moderata	1.300

Un modello numerico necessita di una condizione al contorno per ogni estremo aperto del dominio di calcolo. Nello specifico caso di studio, in cui è adottato uno schema monodimensionale, è necessario definire una condizione al contorno agli estremi di monte e di valle del tratto.

Vista la tipologia del corso d'acqua a carattere prevalentemente torrentizio con numerose discontinuità idrauliche e salti di fondo, si è ritenuto più opportuno utilizzare sia a monte che a valle la profondità critica della corrente.

## 5. ANALISI RISULTATI MODELLAZIONE E CONCLUSIONI

### 5.1 Analisi risultato stato attuale (Plan. ST - ATT)

La modellazione di stato attuale evidenzia che il Rio Ravezza, nel tratto interessato dall'intervento **non presenta** problemi di esondazione della portata di piena duecentennale in quanto le sezioni sono notevolmente incassate tra le sponde naturali.

A causa della forte pendenza del fondo alveo, la corrente si mantiene veloce (regime supercritico) con numeri di Froude sempre superiori ad 1 e livelli del carico energetico molto elevati. Questa caratteristica può creare e ha effettivamente creato problemi di erosione delle sponde, innescando fenomeni franosi.

L'analisi idraulica, che si estende anche nel tratto a monte dell'intervento, evidenzia che il ponte carrabile (Sez 13-14) **non è sufficiente** al deflusso della portata di piena duecentennale, con sormonto della struttura.

Tali risultati si evidenziano nelle tabelle idrauliche e nei profili longitudinali allegati alla presente.

#### 5.2 Analisi risultati stato di progetto (Plan. PROGETTO)

Dal punto di vista idraulico, il progetto prevede di ripristinare alla condizione ante eventi franosi le due sponde (tratto tra sez. 3 e sez. 9), inserendo a protezione due tratti di scogliera d'argine e, contestualmente, di riprofilare le sezioni di deflusso, in modo da eliminare i restringimenti causati dalla presenza di grossi massi in alveo.

Come si evince dalle sezioni idrauliche di raffronto, visibili in allegato alla presente, la realizzazione del progetto comporterà un miglioramento del deflusso delle acque lungo tutto il tratto in oggetto, con un abbassamento del pelo libero dell'acqua (T = 200).

Inoltre, la messa in opera dei due tratti di scogliera permetterà di eliminare la possibile erosione al piede dei due versanti ed il conseguente rischio di innesco di fenomeni franosi per scalzamento al piede.

La raccolta delle acque di ruscellamento lungo il versante, nella porzione a forte erosione concentrata, ed il loro conseguente convogliamento nell'alveo del rio, avverrà tramite una caditoia in legname sormontante la scogliera in sponda destra, in maniera tale da non ostacolare il deflusso delle acque del rio, neanche nel caso di un'eventuale piena duecentennale.

La presenza del substrato litoide in alveo (cfr. Relazione Geologica e Geotecnica) permette di poter escludere problemi fondazionali per la scogliera oltre che quelli legati al suo sifonamento.

Si riportano in Allegato i risultati della modellazione idraulica, comprendenti le tabelle con i parametri idraulici significativi, il profilo di moto permanente e le sezioni idrauliche.

Tanto si relaziona ad espletamento dell'incarico conferito.

Stella, 02 settembre 2018

IL GEOLOGO

Giambattista Vezzolla



L'INGEGNERE

Marco ACATTE

# **ALLEGATO 1**

RISULTATI DELLA VERIFICA IDRAULICA  
Rio Ravezza

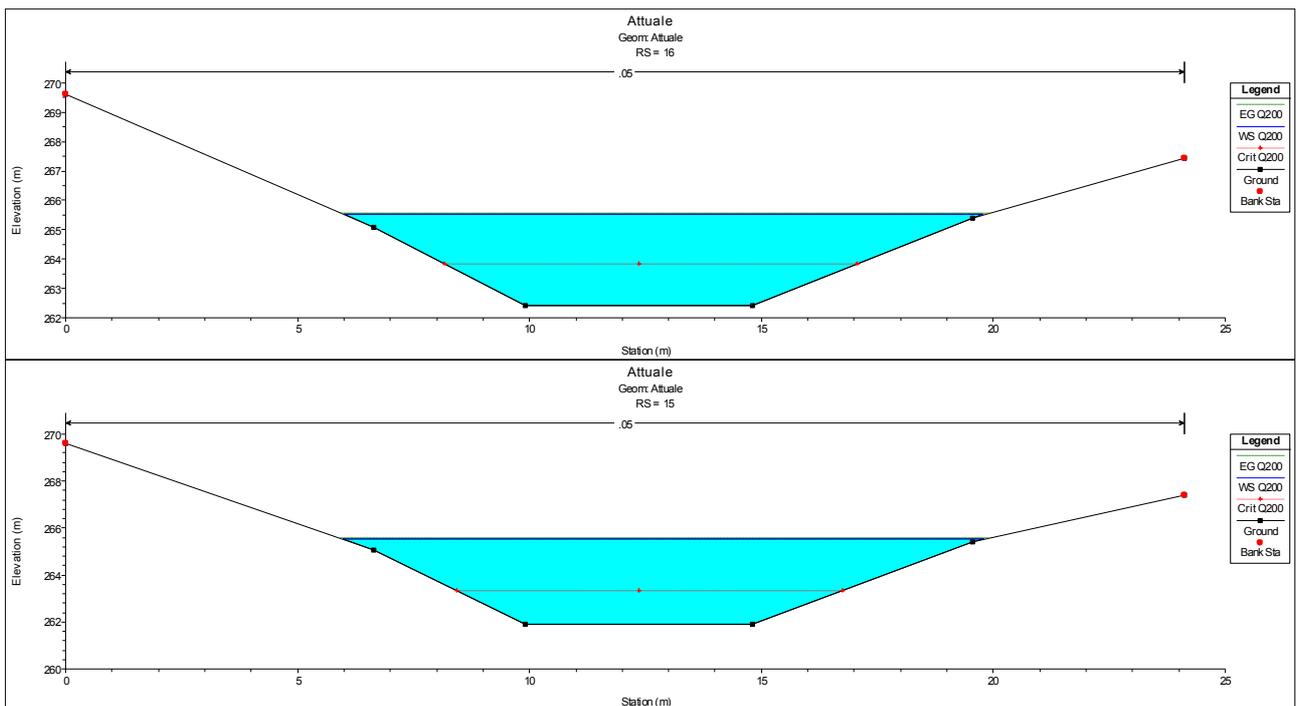
Piano di Bacino Torrente Sansobbia

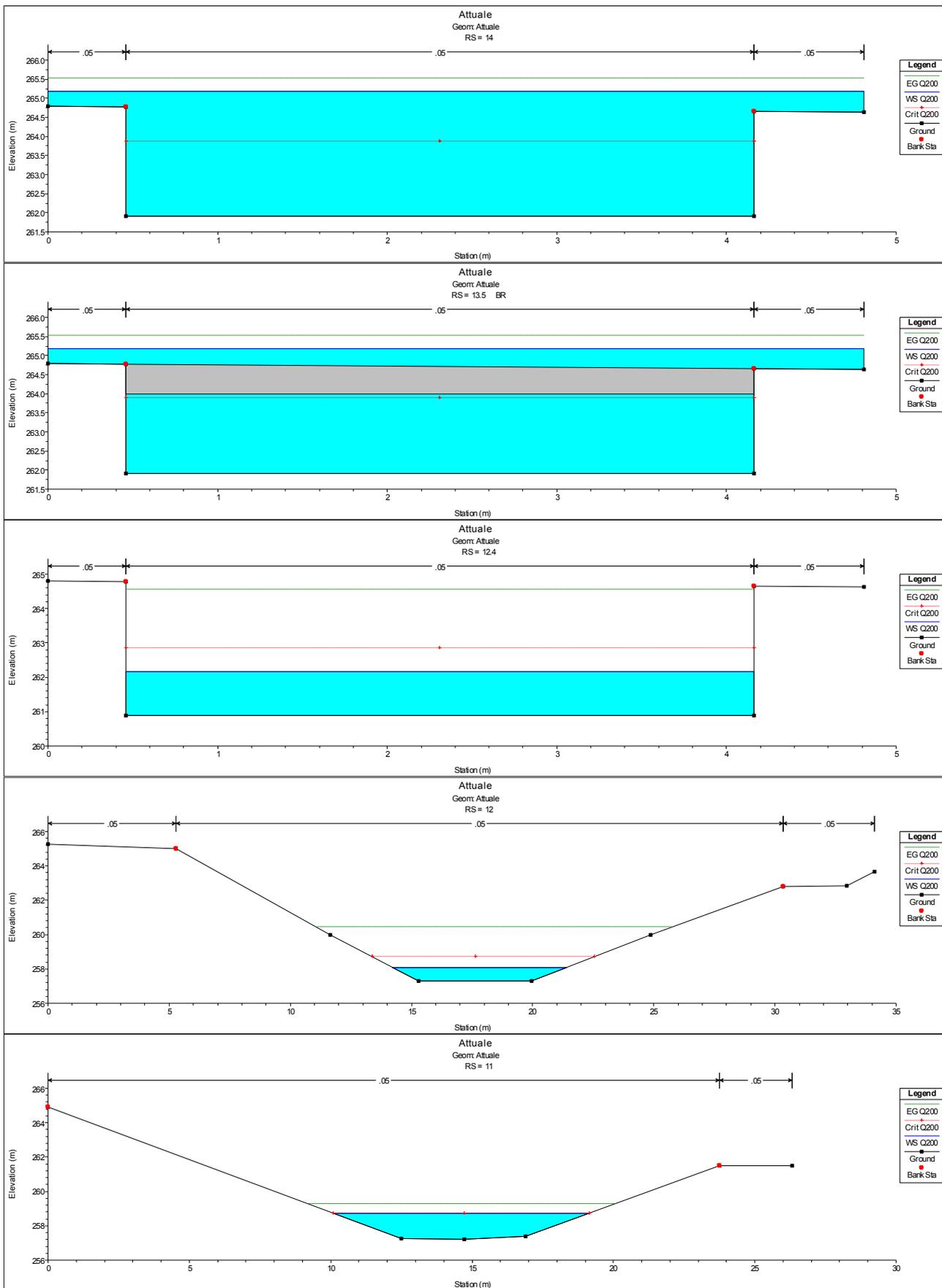
Software HEC-RAS 5.0

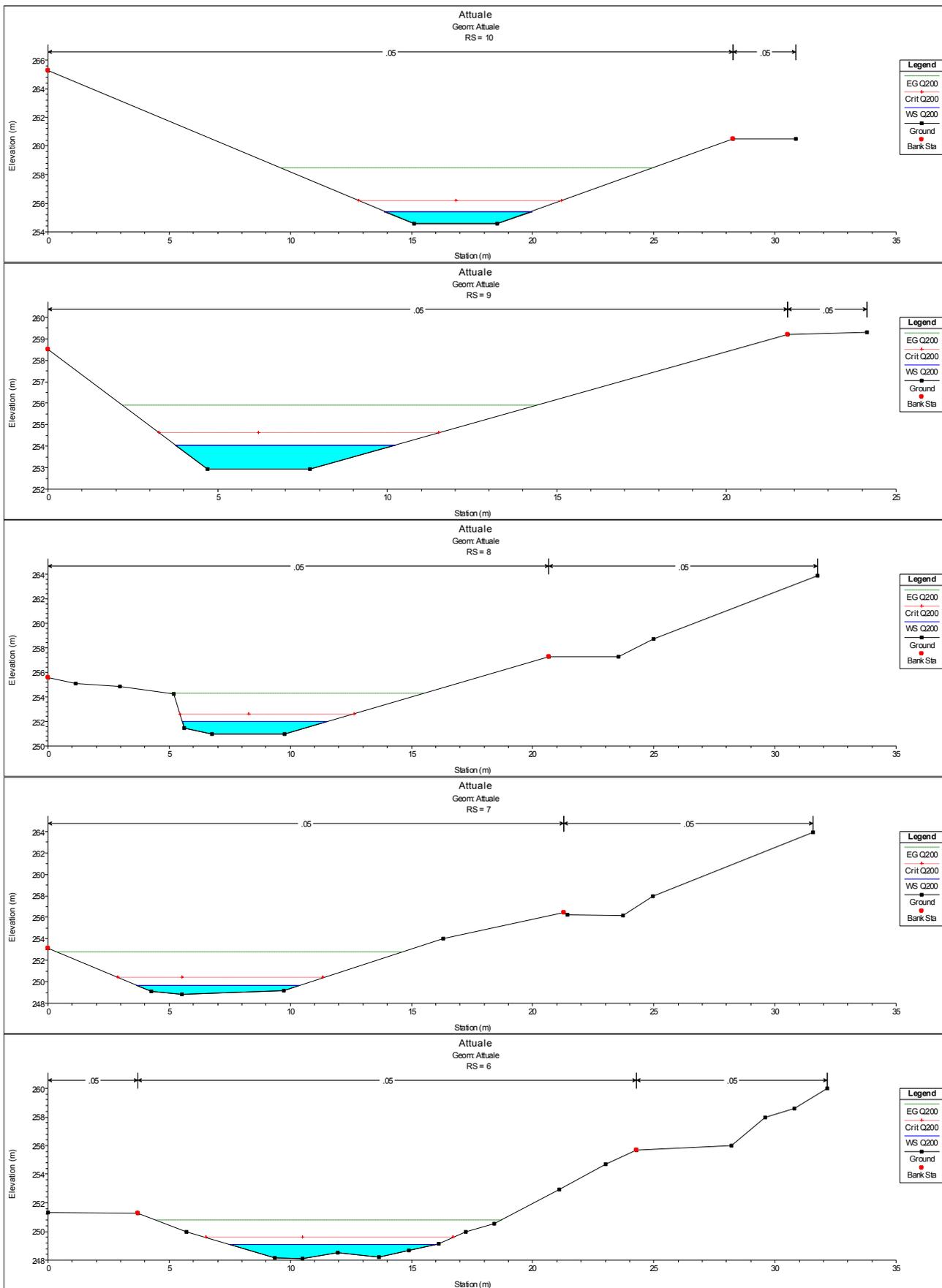
**STATO ATTUALE - TABELLA**

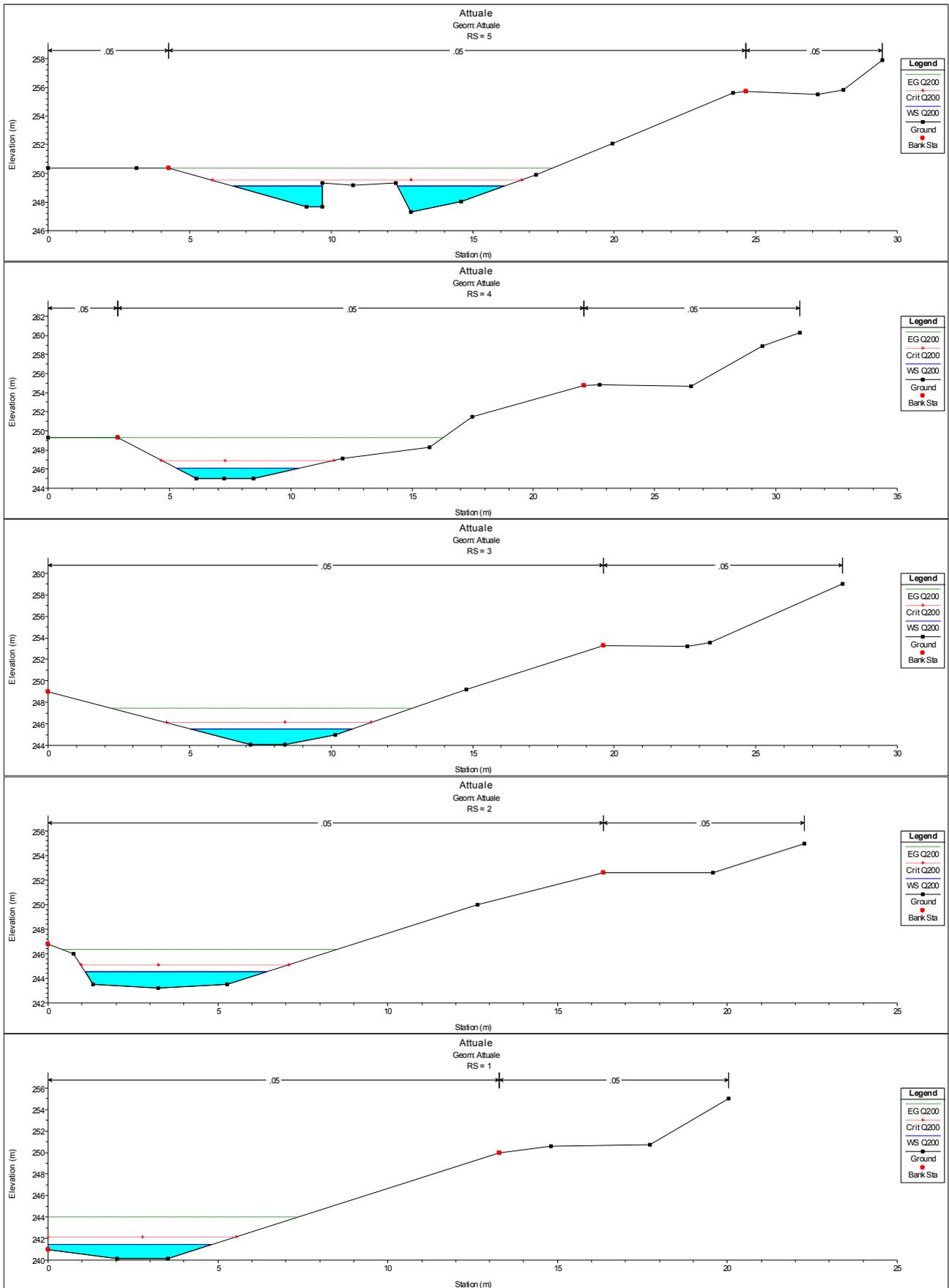
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
main	16	Q200	32.14	262.43	265.52	263.84	265.58	0.001427	1.12	28.58	13.78	0.25
main	15	Q200	32.14	261.91	265.52	263.35	265.57	0.000905	0.96	33.32	13.81	0.20
main	14	Q200	32.14	261.91	265.18	263.88	265.52	0.012098	2.62	12.62	4.81	0.46
main	13.5	Bridge										
main	13	Q200	32.14	261.73	263.70	263.70	264.69	0.051904	4.41	7.28	3.70	1.00
main	12.4	Q200	32.14	260.89	262.16	262.86	264.56	0.172476	6.87	4.68	3.70	1.95
main	12	Q200	32.14	257.30	258.10	258.72	260.45	0.218921	6.79	4.73	7.19	2.67
main	11	Q200	32.14	257.21	258.74	258.74	259.29	0.027143	3.28	9.80	9.07	1.01
main	10	Q200	32.14	254.55	255.42	256.16	258.48	0.279521	7.75	4.15	6.10	3.00
main	9	Q200	32.14	252.94	254.06	254.63	255.92	0.138136	6.05	5.31	6.48	2.13
main	8	Q200	32.14	250.97	251.98	252.63	254.28	0.179731	6.72	4.78	5.96	2.40
main	7	Q200	32.14	248.80	249.68	250.40	252.81	0.323408	7.84	4.10	6.73	3.21
main	6	Q200	32.14	248.10	249.09	249.59	250.83	0.163826	5.83	5.51	8.54	2.32
main	5	Q200	32.14	247.30	249.11	249.53	250.37	0.119884	4.97	6.46	6.91	1.64
main	4	Q200	32.14	245.00	246.09	246.91	249.32	0.263133	7.97	4.03	5.06	2.85
main	3	Q200	32.14	244.06	245.55	246.13	247.43	0.124512	6.08	5.28	5.71	2.02
main	2	Q200	32.14	243.20	244.54	245.09	246.34	0.115688	5.95	5.41	5.35	1.89
main	1	Q200	32.14	240.15	241.45	242.17	243.99	0.179074	7.06	4.55	4.82	2.32

**STATO ATTUALE - SEZIONI**

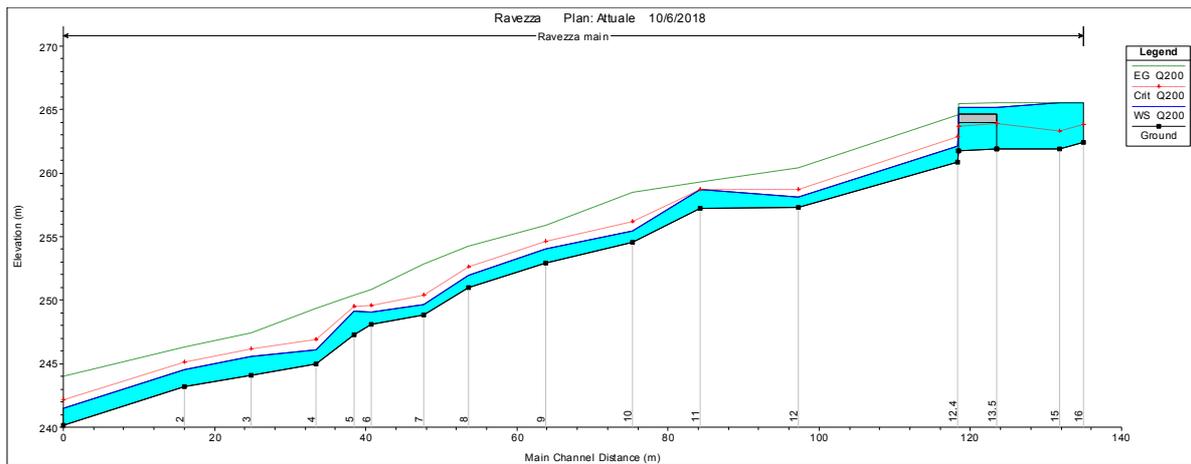








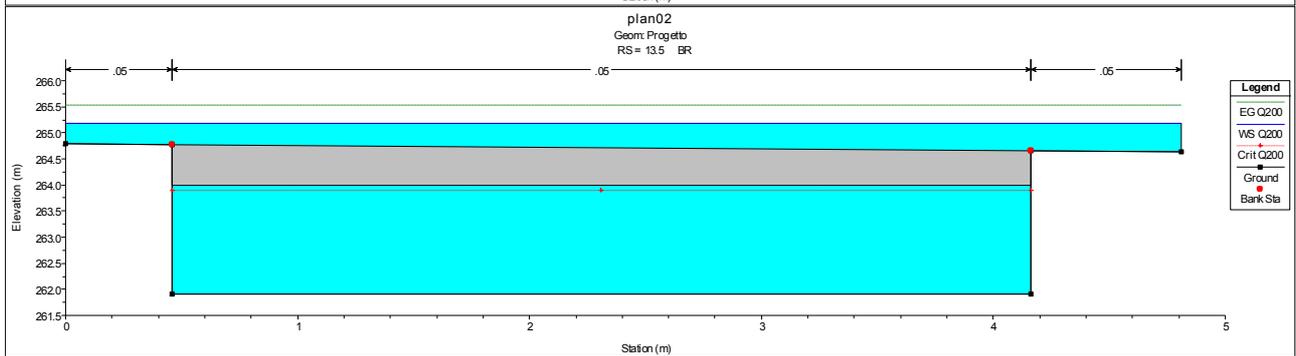
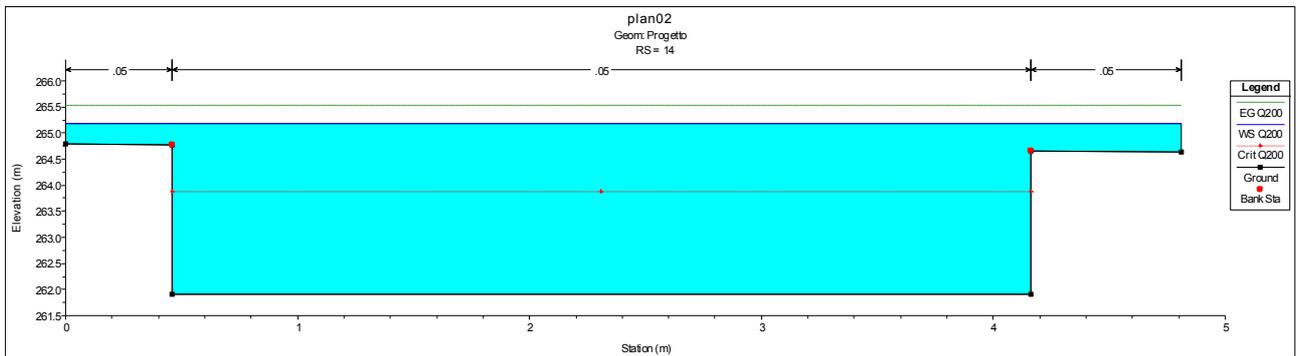
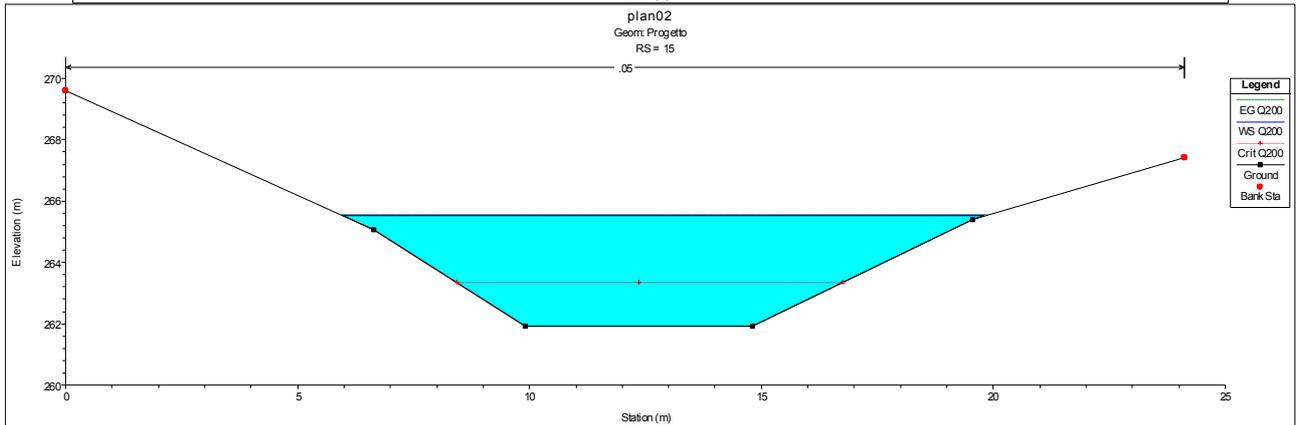
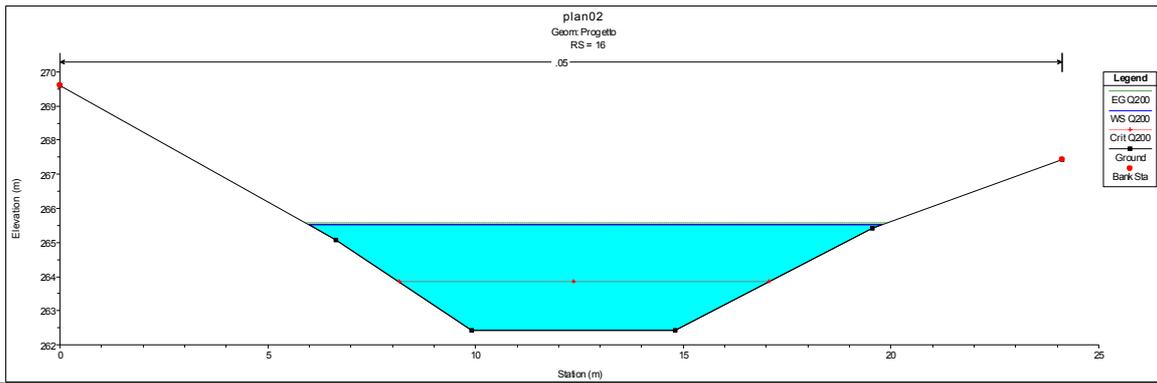
**STATO ATTUALE – PROFILO LONGITUDINALE**

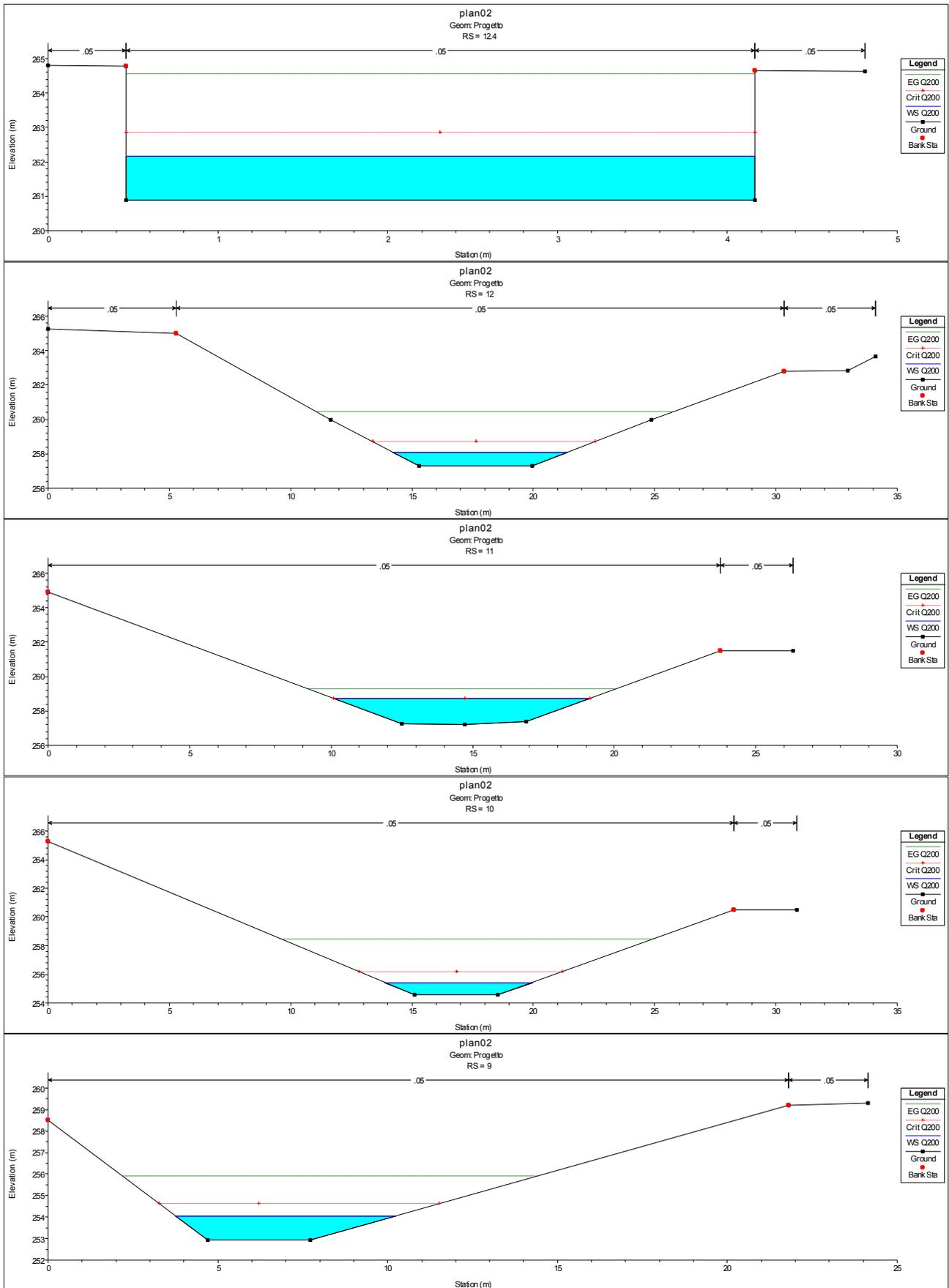


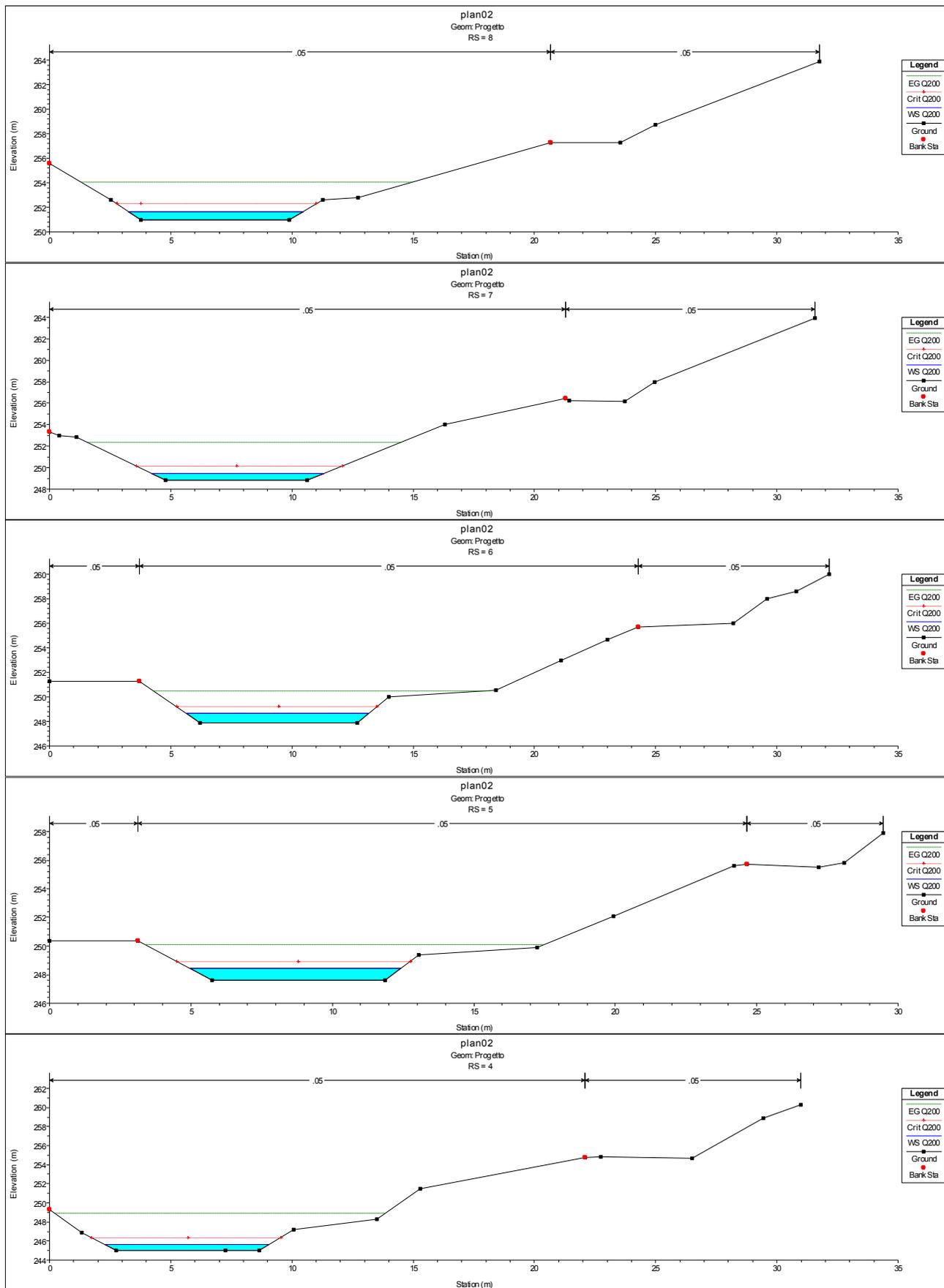
**CONFIGURAZIONE PROGETTO – TABELLA**

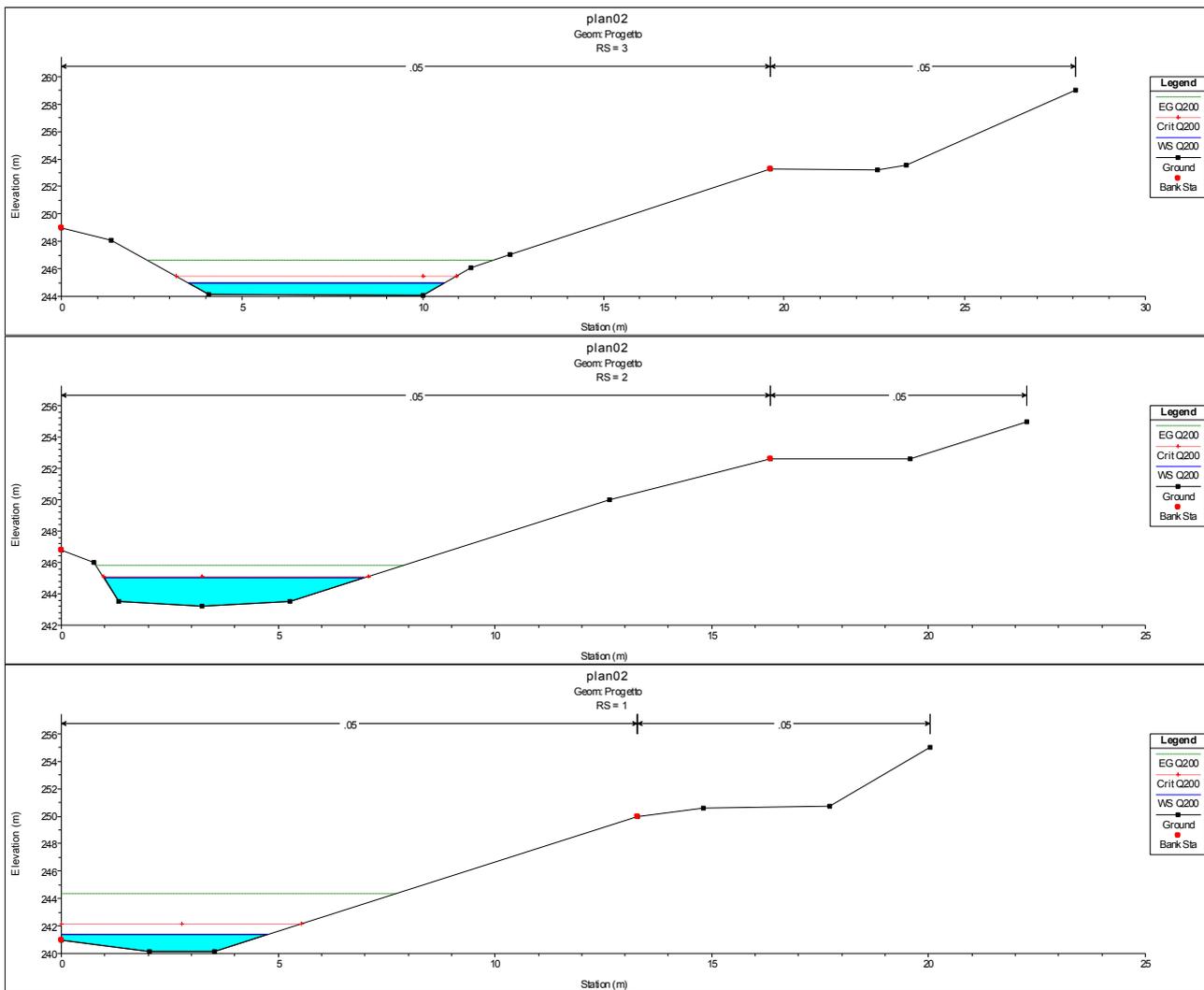
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
main	16	Q200	32.14	262.43	265.52	263.84	265.58	0.001427	1.12	28.58	13.78	0.25
main	15	Q200	32.14	261.91	265.52	263.35	265.57	0.000905	0.96	33.32	13.81	0.20
main	14	Q200	32.14	261.91	265.18	263.88	265.52	0.012098	2.62	12.62	4.81	0.46
main	13.5	Bridge										
main	13	Q200	32.14	261.73	263.70	263.70	264.69	0.051904	4.41	7.28	3.70	1.00
main	12.4	Q200	32.14	260.89	262.16	262.86	264.56	0.172476	6.87	4.68	3.70	1.95
main	12	Q200	32.14	257.30	258.10	258.72	260.45	0.218921	6.79	4.73	7.19	2.67
main	11	Q200	32.14	257.21	258.74	258.74	259.29	0.027143	3.28	9.80	9.07	1.01
main	10	Q200	32.14	254.55	255.42	256.16	258.48	0.279521	7.75	4.15	6.10	3.00
main	9	Q200	32.14	252.94	254.06	254.63	255.92	0.138136	6.05	5.31	6.48	2.13
main	8	Q200	32.14	250.94	251.66	252.28	254.06	0.237039	6.87	4.68	7.22	2.73
main	7	Q200	32.14	248.80	249.45	250.14	252.40	0.321487	7.60	4.23	7.15	3.16
main	6	Q200	32.14	247.90	248.66	249.19	250.51	0.163778	6.02	5.34	7.53	2.28
main	5	Q200	32.14	247.60	248.42	248.92	250.12	0.139777	5.77	5.57	7.44	2.13
main	4	Q200	32.14	245.00	245.63	246.36	248.90	0.364184	8.00	4.02	6.78	3.32
main	3	Q200	32.14	244.06	244.96	245.47	246.66	0.134110	5.76	5.58	7.08	2.07
main	2	Q200	32.14	243.20	245.01	245.09	245.81	0.037834	3.98	8.08	5.99	1.09
main	1	Q200	32.14	240.15	241.37	242.17	244.37	0.226824	7.67	4.19	4.74	2.61

**CONFIGURAZIONE PROGETTO – SEZIONI**

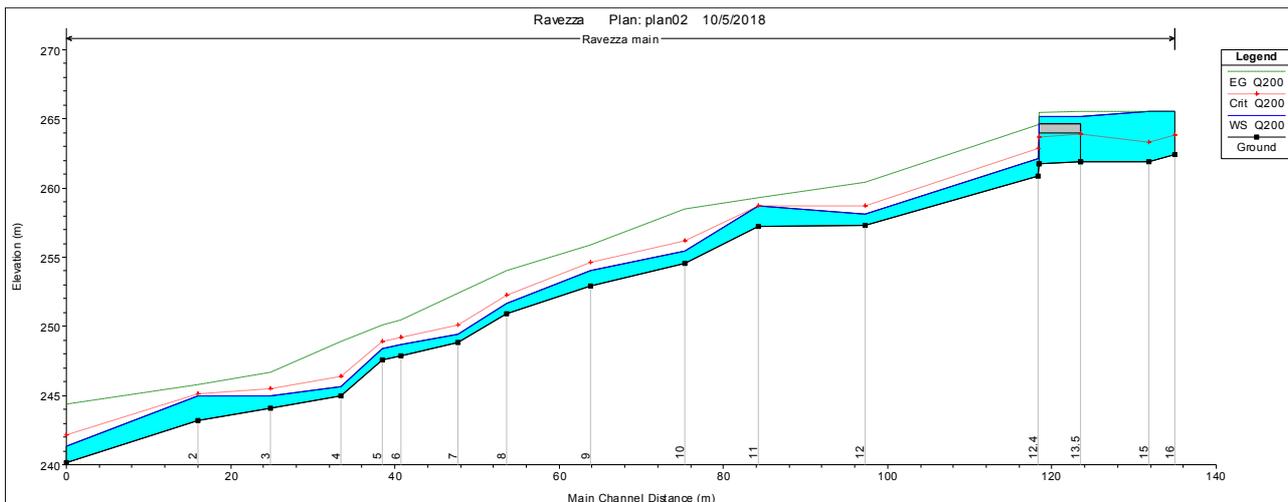








**PROGETTO – PROFILO**



## CONFIGURAZIONE RAFFRONTO - TABELLA

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
main	16	Q200	Plan 01	32.14	262.43	265.52	263.84	265.58	0.001427	1.12	28.58	13.78	0.25
main	16	Q200	prog	32.14	262.43	265.52	263.84	265.58	0.001427	1.12	28.58	13.78	0.25
main	15	Q200	Plan 01	32.14	261.91	265.52	263.35	265.57	0.000905	0.96	33.32	13.81	0.20
main	15	Q200	prog	32.14	261.91	265.52	263.35	265.57	0.000905	0.96	33.32	13.81	0.20
main	14	Q200	Plan 01	32.14	261.91	265.18	263.88	265.52	0.012098	2.62	12.62	4.81	0.46
main	14	Q200	prog	32.14	261.91	265.18	263.88	265.52	0.012098	2.62	12.62	4.81	0.46
main	13.5			Bridge									
main	13	Q200	Plan 01	32.14	261.73	263.70	263.70	264.69	0.051904	4.41	7.28	3.70	1.00
main	13	Q200	prog	32.14	261.73	263.70	263.70	264.69	0.051904	4.41	7.28	3.70	1.00
main	12.4	Q200	Plan 01	32.14	260.89	262.16	262.86	264.56	0.172476	6.87	4.68	3.70	1.95
main	12.4	Q200	prog	32.14	260.89	262.16	262.86	264.56	0.172476	6.87	4.68	3.70	1.95
main	12	Q200	Plan 01	32.14	257.30	258.10	258.72	260.45	0.218921	6.79	4.73	7.19	2.67
main	12	Q200	prog	32.14	257.30	258.10	258.72	260.45	0.218921	6.79	4.73	7.19	2.67
main	11	Q200	Plan 01	32.14	257.21	258.74	258.74	259.29	0.027143	3.28	9.80	9.07	1.01
main	11	Q200	prog	32.14	257.21	258.74	258.74	259.29	0.027143	3.28	9.80	9.07	1.01
main	10	Q200	Plan 01	32.14	254.55	255.42	256.16	258.48	0.279521	7.75	4.15	6.10	3.00
main	10	Q200	prog	32.14	254.55	255.42	256.16	258.48	0.279521	7.75	4.15	6.10	3.00
main	9	Q200	Plan 01	32.14	252.94	254.06	254.63	255.92	0.138136	6.05	5.31	6.48	2.13
main	9	Q200	prog	32.14	252.94	254.06	254.63	255.92	0.138136	6.05	5.31	6.48	2.13
main	8	Q200	Plan 01	32.14	250.97	251.98	252.63	254.28	0.179731	6.72	4.78	5.96	2.40
main	8	Q200	prog	32.14	250.94	251.66	252.28	254.06	0.237039	6.87	4.68	7.22	2.73
main	7	Q200	Plan 01	32.14	248.80	249.68	250.40	252.81	0.323408	7.84	4.10	6.73	3.21
main	7	Q200	prog	32.14	248.80	249.45	250.14	252.40	0.321487	7.60	4.23	7.15	3.16
main	6	Q200	Plan 01	32.14	248.10	249.09	249.59	250.83	0.163826	5.83	5.51	8.54	2.32
main	6	Q200	prog	32.14	247.90	248.66	249.19	250.51	0.163778	6.02	5.34	7.53	2.28
main	5	Q200	Plan 01	32.14	247.30	249.11	249.53	250.37	0.119884	4.97	6.46	6.91	1.64
main	5	Q200	prog	32.14	247.60	248.42	248.92	250.12	0.139777	5.77	5.57	7.44	2.13
main	4	Q200	Plan 01	32.14	245.00	246.09	246.91	249.32	0.263133	7.97	4.03	5.06	2.85
main	4	Q200	prog	32.14	245.00	245.63	246.36	248.90	0.364184	8.00	4.02	6.78	3.32
main	3	Q200	Plan 01	32.14	244.06	245.55	246.13	247.43	0.124512	6.08	5.28	5.71	2.02
main	3	Q200	prog	32.14	244.06	244.96	245.47	246.66	0.134110	5.76	5.58	7.08	2.07
main	2	Q200	Plan 01	32.14	243.20	244.54	245.09	246.34	0.115688	5.95	5.41	5.35	1.89
main	2	Q200	prog	32.14	243.20	245.01	245.09	245.81	0.037834	3.98	8.08	5.99	1.09
main	1	Q200	Plan 01	32.14	240.15	241.45	242.17	243.99	0.179074	7.06	4.55	4.82	2.32
main	1	Q200	prog	32.14	240.15	241.37	242.17	244.37	0.226824	7.67	4.19	4.74	2.61

CONFIGURAZIONE PROGETTO – SEZIONI

