Firmato digitalmente da RUSSO PIERFRANCESCO C: IT

COMUNE DI MENDATICA
Provincia di Imperia

PROGETTO DEFINITIVO–ESECUTIVO

INTERVENTO URGENTE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO MOLINO CON LA CONTESTUALE SISTEMAZIONE DEI VERSANTI A PROTEZIONE DEL NUCLEO ABITATO DI MENDATICA POSTO A MONTE DELLA SP 3 IN LOC. MULINO PRIMI INTERVENTI

PROGETTISTA:

ING. PIERFRANCESCO RUSSO
VIA ROMA 119
18038 SANREMO
TEL. 0184/840639 FAX 0184/840639
EMAIL ing.pierfrancescorusso@gmail.com

IL R.U.P.:

Geom. Graziano Floccia

Collaboratori:
Calcolo strutturale: Dott. ING. Tommaso BUSCHIAZZO – Sanremo
Geologia: Dott. Geol. Demis CILIBERTI –Ventimiglia

TAVOLA: B | DATA: SETTEMBRE 2022 | SCALA:

OGGETTO TAVOLA:

RELAZIONE TECNICA : IDRAULICA

REV. N°	DATA	DESCRIZIONE MODIFICHE	ESEGUITO	APPROVATO	VALIDATO
0	23–09–2022	PRIMA EMISSIONE			

PREMESSE

La presente relazione idraulica viene redatta allegata al progetto definitivo/esecutivo di cui all'oggetto ai fini dell'ottenimento dell'autorizzazione necessaria per l'esecuzione dei lavori. Si precisa che l'opera in appalto rappresenta la prosecuzione di un intervento analogo in via di ultimazione; trattasi del progetto relativo al "Ripristino dell'officiosità idraulica del torrente Arroscia con la contestuale messa in sicurezza dei versanti limitrofi la viabilità provinciale e gli immobili comunali " redatto dall'Ing. Luca Tarantino nel 2021 e dotato di parere favorevole da parte del **Settore Difesa del suolo Imperia** nell'ambito della procedura di assoggettabilità alla VIA **nr prot IN/2021/12120 del 20-08-2021**.

Il presente progetto rappresenta la naturale continuazione verso monte di tale intervento , traguardando la mitigazione del rischio idraulico spondale e del rischio geologico del versante in sponda sinistra del t. Arroscia.

La tipologia costruttiva delle opere di arginatura segue fedelmente la tipologia di opere già realizzate ed autorizzate recependo integralmente le prescrizioni a suo tempo prodotte; trattasi infatti di una scogliera in massi ciclopici cementati e dotati di funi in acciaio di contenimento dello strato basale ubicata nel tratto di torrente Arrsocia posto a monte dell'attraversamento della SP3, analoga alla scogliera in via di realizzazione nel tratto a valle della SP3.

Tutte le opere arginali descritte e dimensionate nel presente progetto determinano una mitigazione del rischio idraulico di esondazione trattandosi di opere atte al contenimento della portata duecentennale con l'adozione di franchi di sicurezza superiori a quanto richiesto dalla Normativa di Piano di bacino .

Descrizione dei luoghi, dell'opera e del modello idraulico

Il tratto oggetto degli interventi di progetto è costituito dall'alveo del t. Arroscia ubicato a monte dell'attraversamento della strada SP3.

In tale tratto il torrente ha caratteristiche prettamente naturali con alveo in roccia e sponde fortemente erose dalle piene del 2020.



foto nr 1 – vista verso monte dalla sponda sinistra – massi ciclopici in alveo



foto nr 2 vista verso monte dalla SP3 – salto di fondo sul t. Arroscia -imbocco rio del Mulino -

Il tratto di corso d'acqua indagato del t. Arroscia è compreso tra l'imbocco del rio del Mulino ed il tratto a valle già oggetto di interventi idraulici per una lunghezza complessiva di circa 200 m di cui 80 circa a monte della SP3 e 120 a valle della SP3. Il rilievo utilizzato è lo stesso di cui al progetto in via di realizzazione richiamato in premesse , redatto dal Geom. Velizzone di Andora (v. tavole grafiche).

Durante l'evento alluvionale del 2020 si sono verificati profondi dissesti gravitativi localizzati in special modo sulla sponda sinistra a monte della SP3; tali movimenti hanno demolito completamente la strada di accesso al rio Mulino con deposito di grossi massi all'interno dell'alveo. Tali depositi rappresentano ad oggi un ostacolo al naturale deflusso della corrente .La pendenza media del tratto in oggetto è pari a circa il 13% con conseguente incremento localizzato delle velocità della corrente. La sponda sinistra , oggetto dell'intervento di cui al presente progetto, si presenta con forti accumuli di coltre nel tratto immediatamente a monte della SP3 e con presenza di roccia affiorante nei tratti a valle del rio del Mulino (v. anche Relazione geologica) . Tale sponda rappresenta il piede della paleofrana di Mendatica.

Inquadramento normativo dell'opera

Il bacino idrografico del Torrente Arroscia, nella zona di interesse, ricade nell' "Ambito n°9 - Centa", risulta censito e non indagato, come emerge rispettivamente dalla "Carta del reticolo idrografico" e dalla "Tavola dei tratti di corsi d'acqua indagati" del P.d.B.. Il Torrente Arroscia, a fronte di una superficie di drenaggio complessiva di 10 kmq alla sezione di chiusura del tratto indagato, appartiene sicuramente al reticolo idrografico di primo livello, secondo la classificazione proposta dal Regolamento Regionale 3/2011 e s.m.i. Dal punto di vista normativo è essenziale verificare l'assentibilità delle opere previste con le specifiche indicazioni riportate sia nel Piano di Bacino di riferimento, sia nel sopra citato Regolamento Regionale. In particolare, nel caso in esame, trattandosi opere di difesa spondale e/o dell'alveo, realizzate fuori dall'alveo attivo, gli interventi

sono compatibili purché non comportino ostacolo o interferenza con il regolare deflusso delle acque di piena. Inoltre le opere previste sono state correttamente dimensionate in modo da contenere, con adeguato franco, le portate ed il carico cinetico con tempo di ritorno duecentennale, così come definita dal vigente P.d.B., effettuando specifiche indagini idrauliche secondo i criteri riportati negli Allegati 1 e 2 del R.R. 3/2011.

Opere in progetto

Le opere previste in progetto , meglio descritte nella relazione generale, possono essere sintetizzate come segue:

- Opere di arginatura: sono costituite da una scogliera in massi ciclopici (III e IV cat), cementati tra di loro e legati da funi di acciaio zincato rese solidali ai massi tramite inghisaggio di occhielli. Presenta una lunghezza complessiva di circa 47 m e si sviluppa sulla sponda sinistra in prosecuzione della analoga arginatura in via di ultimazione (v. premesse). Lo spessore medio è pari a circa 2,0 m e la scogliera verrà addossata alla sponda sinistra previo scavo di sbancamento in roccia per l'alloggiamento dello strato fondazionale. L'altezza media della arginatura è di circa 5,5 m. La struttura arginale verrà posizionata in corrispondenza con il confine demaniale sinistro del torrente , compatibilmente con la morfologia e la geologia del versante (v. tavole grafiche)
- Opere di contenimento del versante: trattasi di opere in cemento armato costituite da nr due berlinesi di micropali , diametro 200-220 mm , posti ad interasse di 70 cm e profondità pari a circa 7,7 m e nr 2 ordini di tiranti di lunghezza pari a circa 14 m caratterizzati da barre tipo Diwidag. Entrambe le berlinesi hanno un cordolo testa palo di collegamento ; la berlinese di monte ha un ulteriore sopralzo costituito da un muro in cemento armato rivestito in pietra di altezza pari a 2,9 m .Entrambe le berlinesi sono ubicate ad una distanza superiore a 10 m dal limite demaniale del t. Arroscia

Calcolo delle massime portate di piena

Le massime portate di piena assunte alla base del calcolo idraulico vengono desunte dagli elaborati già prodotti nell'ambito del progetto in via di ultimazione citato in premessa .

Il bacino sotteso alla sezione di chiusura del tratto in esame ha una superficie di 10 km2 . Le portate, secondo quanto indicato nelle Norme di Attuazione del P.d.B., sono state ricavate con le formule valide per i bacini di superficie compresa tra 2 e 10 km2 , secondo la metodologia CIMA applicando la seguente formula:

$$Q_{2,9} = Cq\ A\ (0{,}25+0{,}27\ A^{1/2})^{-0{,}48} \quad mc/s$$

$$Qt = Kt\ Q_{2.9}\ mc/s$$

Dove :

A= 10 Kmq

CN = 67

Long: 7°48’

Cq= 3,27

$Q_{2,9}$= 31,19 mc/s

Da cui si ricavano i seguenti valori delle portate di dimensionamento :

t. Arroscia

Tempo di ritorno	T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Sezione 2	**108,21**	**156,55**	**188,36**

Modellistica in moto permanente-vario

La verifica idraulica adottata per la determinazione dei massimi livelli d'acqua all'interno dell'alveo è stata condotta in moto permanente utilizzando il modello matematico di calcolo implementato su calcolatore elettronico denominato HEC-RAS della U.S. Army Corps of Engineering.

Le formule adottate sono quelle contenute nella moderna letteratura in materia e sono basate sull'equazione del bilancio energetico:

$$y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

Y = altezze d'acqua in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m

Z = quota del fondo alveo in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m

V = velocità medie in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m/s

g = accelerazione di gravità in m/s2

α = coefficiente di Coriolis

he = perdite di carico tra una sezione e la successiva del corso d'acqua in m

Le perdite di carico tra le due sezioni successive vengono calcolate con un analogo procedimento iterativo e sono in diretta dipendenza con la scabrezza dell'alveo.

Nei casi in cui il profilo liquido dell'acqua passa attraverso la profondità critica , la suddetta equazione dell'energia non è più applicabile; in tali casi si applica pertanto l'equazione del momento:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_F = Q\rho\Delta V_x$$

dove:

P = pressione idrostatica nelle due sezioni consecutive del corso d'acqua

W = forza peso dell'acqua nella direzione x (direzione del moto)

F = forza d'attrito della corrente

Q = portata del corso d'acqua

ρ = densità dell'acqua

ΛV = variazione della velocità tra le due sezioni consecutive

I dati da fornire in input al modello matematico sono costituiti essenzialmente dalle caratteristiche geometriche del corso d'acqua quali sezioni trasversali, lunghezze dei singoli tratti, altezze del fondo alveo – dati ricavati dallo scrivente dal rilievo topografico effettuato dal Geom. Velizzone) e riferiti:

- Per lo stato attuale del t. Arroscia: alla configurazione progettuale degli interventi in via di realizzazione (v. premesse) per il tratto a cavallo del ponte della SP3 e per il tratto di monte (sezz 0, -3) la configurazione attuale del torrente (simulazione "arrosciaatt").
- Per lo stato di progetto la medesima configurazione dello stato attuale per il tratto a valle del ponte SP3 e fino alla sezione 1 e la configurazione geometrica con l'arginatura in sponda sinistra per il tratto di monte fino alla sezione -2 (simulazione "arrosciapro").

Gli altri dati di input sono costituiti dal valore della portata di verifica (v. paragrafo precedente) e dalle condizioni idrauliche al contorno (condizioni di moto all'inizio e alla fine del tratto analizzato).

Per il t. Arroscia nel tatto analizzato le condizioni al contorno sono assunte pari a :

- Tratto a monte : sez -3 moto critico (presenza di un salto di fondo tale da causare il passaggio attraverso il moto critico della corrente):
- Tratto di valle: sez RS5 , moto critico (analoga condizione di cui al progetto già autorizzato).

Si precisa che test di significatività condotti modificando la condizione di moto critico hanno dimostrato l'ininfluenza di tale condizione con i risultati idraulici nelle sezioni di interesse.

I coefficienti di scabrezza adottati , in accordo con i disposti di cui alle tabelle del regolamento Regionale nr 3/2011 sono pari a: **15** $m^{1/3}/s$ per entrambe le simulazioni.

Sia per lo stato attuale che per lo stato di progetto, a seguito di specifico calcolo è stato identificato il coefficiente di scabrezza per l'alveo naturale, utilizzando la formula di Ven Te Chow, che consiglia di sommare tra loro gli effetti di tutti i fattori che ostacolano la corrente, determinando il coefficiente di scabrezza di Manning con la relazione:

$$\mathbf{n = (n0+n1+n2+n3+n4) \times m5}$$

La formula a seconda delle diverse fonti, tiene conto di diversi fattori costituenti l'alveo nello specifico:

- Materiale costituente l'alveo (n0);
- Irregolarità della superficie della sezione (n1);
- Variazione della forma e delle dimensioni della sezione trasversale (n2);
- Effetto relativo di ostruzioni (n3);
- Effetto della vegetazione (n4);
- Grado di sinuosità (m5).

Nello specifico i valori utilizzati per la simulazione di progetto sono:

- Materiali costituenti l'alveo (n0): 0,025

(Valore imposto in ragione della roccia affiorante in più punti in alveo)

- Irregolarità della superficie della sezione (n1): 0,02

(Valore imposto in base alle sezioni rilevate)

- Variazione della forma e delle dimensioni della sezione trasversale (n2): 0,01

(Valore imposto in base alle numerose variazioni di sezione dell'alveo dovute anche alla presenza di massi naturali di dimensioni ciclopiche)

- Effetto relativo di ostruzioni (n3): 0,01

(Valore imposto in base alle condizioni del torrente durante i sopralluoghi)

- Effetto della vegetazione (n4): 0,005

(Valore imposto in base alle condizioni del torrente durante i sopralluoghi)

- Grado di sinuosità (m5): 1

(Valore imposto in base alle condizioni del corso d'acqua che non presenta andamento sinusoidale ed è vincolato dalla presenza di roccia affiorante e massi di grosse dimensioni).

Applicando tali valori alla formula di Ven Te Chow si ottiene un coefficiente di Manning n= 0,07 a cui corrisponde un coefficiente di Strickler pari a 14,3 $m^{1/3}/s$ (**arrotondato a 15 $\mathbf{m^{1/3}/s}$**).

Nelle tabelle in allegato sono riportati i risultati dei calcoli sopra descritti ed i valori hanno il seguente significato:

1° colonna : descrizione tratto

2° colonna : n° sezione idraulica (riferita alle tavole grafiche)

3° -4° colonna : portata di verifica

5° colonna : altezza del fondo alveo in m

6° colonna : quota dell'altezza d'acqua in m

7° colonna : quota dell'altezza d'acqua critica in m

8°-9° colonna : quota e pendenza del carico totale in m

10° colonna : velocità media della corrente

11° colonna: area bagnata in mq

12° colonna: larghezza del pelo libero

13° colonna: numero di Froude

Tutti i valori delle altezze d'acqua sono riferiti alle quote del rilievo in mslm.

Risultati della modellistica idraulica

Stato attuale (simulazione “arrosciaatt”)

Le verifiche idrauliche condotte hanno evidenziato la presenza di livelli d’acqua non molto elevati generalmente contenuti all’interno delle arginature per tutte e tre le portate di piano. Il moto della corrente è ovunque di tipo veloce in alveo torrentizio. Le velocità conseguentemente risultano molto elevate comprese tra 5m/s e 8 m/s, valori associati a una elevata tensione tangenziale che potrebbe innescare pericolosi fenomeni erosivi al piede del versant. I livelli dell’acqua sono pari mediamente a circa 2 m.

Stato di progetto

t. Arroscia (simulazione “arrosciapro”)

Gli interventi di progetto descritti nella relazione generale e riportati sommariamente nei precedenti paragrafi determinano un generale mantenimento dei livelli e delle condizioni idrauliche dell’alveo per tutto il tratto analizzato; si osserva un abbassamento dei livelli in corrispondenza delle sezioni -2 (RS50) e 0 (RS 30). I franchi di sicurezza delle opere in progetto (sezz 0, -1,-2) si mantengono sempre superiori ai valori minimi di normativa , ossia superiori a 50 cm o al carico totale.

DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE DELLE OPERE DI ARGINATURA

Al fine di garantire la protezione del piede della paleofrana dai possibili futuri fenomeni erosivi, sono stati progettati interventi di costruzione di difese spondali con massi reperiti in loco, che sono stati dimensionati tenendo in considerazione gli effetti della corrente sulle pareti dell'alveo. Dalle verifiche idrauliche svolte, a seguito dell'integrazione dei dati geometrici, sono stati ricavati i parametri necessari al dimensionamento dei massi utilizzati per la costruzione delle scogliere, facendo riferimento alla portata duecentennale, che in questo tratto è pari a 156 mc /s. I parametri caratteristici della corrente necessari al dimensionamento per le sezioni comprese tra la 0 e la -2 sono stati ottenuti per mezzo del programma di calcolo Hec-Ras del "U.S. Army Corps of Engineering". L'obiettivo della progettazione è quello di garantire che i massi impiegati non vengano mobilitati dal passaggio del flusso idraulico. Per effettuare questo calcolo si è fatto riferimento alla teoria di seguito esposta, comunemente usata nella progettazione e successiva verifica delle difese spondali in scogliera, estratta da diverse pubblicazioni. Le variabili in gioco sono le seguenti:

- i = Pendenza del fondo [-] –

R = Raggio idraulico [m] –

γ = Peso specifico del fluido a contatto con i massi (acqua) [N/m3]

Tramite il prodotto di questi valori è possibile calcolare la tensione tangenziale (τ) che la corrente esercita sul fondo alveo:

$$\boldsymbol{\tau = \gamma \cdot R \cdot i}$$

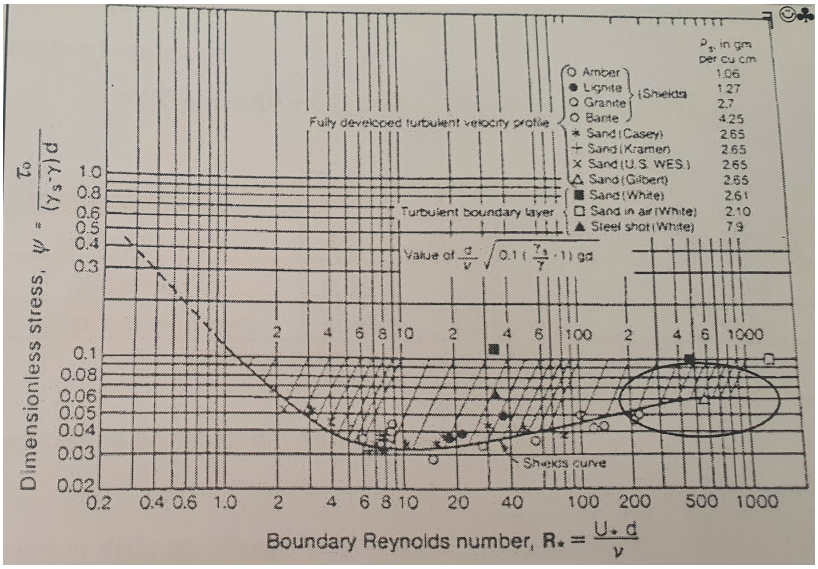
Questi dati sono direttamente desumibili dalla simulazione di Hec-Ras effettuata. La sistemazione in massi a protezione del piede viene dimensionata scegliendo il diametro mediano della curva granulometrica (d50) in grado di resistere all'azione di trascinamento della corrente.

Indicando con:

$$\boldsymbol{\Psi = \tau / ((\gamma s - \gamma) \cdot d)}$$

il parametro adimensionale di mobilità Ψ di Shields, funzione dell'azione tangenziale media al fondo 'τ', del peso specifico dei sedimenti 'γs', di quello dell'acqua 'γ' e del diametro dei sedimenti 'd'; la condizione di moto incipiente può notoriamente essere definita mediante la curva di Shields, che individua al variare del numero di Reynolds di attrito (Re*) il valore ΨCR per cui il materiale di fondo si trova in condizioni di equilibrio limite. Per valori del parametro Ψ superiori a quelli critici avviene il movimento delle particelle, per valori inferiori si verifica una condizione di equilibrio. Dalla curva riportata in basso, si osserva che per valori di Re* maggiori di 400 circa, il valore di

ΨCR risulta praticamente costante (ΨCR ≈ 0,06), in questa zona la tensione tangenziale critica τCR è direttamente proporzionale al diametro delle particelle. Nei casi di pratico interesse, la condizione Re* > 400 è di fatto sempre verificata non appena il diametro dei sedimenti 'd', risulti superiore a 1 cm circa, condizione sempre verificata in questo caso studio. Nel caso di rivestimento di una sponda dell'alveo (scogliera) risulta opportuno prendere a riferimento le condizioni di completa assenza di movimento dei sedimenti, che può essere definita da un valore di soglia costante, ma ridotto, che determina le condizioni di inizio del moto: orientativamente si può assumere ΨCR ≈ 0,03



Nel caso in oggetto sono stati estrapolati dalle simulazioni di Hec-Ras i valori della tensione tangenziale media al fondo del canale, pari a circa 1800 N/m2 .

Influenza dell'inclinazione sulla stabilità della sponda

Tenendo conto che il materiale giace su una sponda inclinata, il valore della tensione tangenziale critica da considerare nei calcoli di dimensionamento è minore di quello al fondo e può essere calcolato moltiplicando il valore di ΨCR per un fattore K<1 così definito da Lane

$$K = \sqrt{(1-\text{sen}^2\,\alpha)/\text{sen}^2\Phi}$$

Con α l'angolo di inclinazione della sponda rispetto all'orizzontale (55°) e Φ angolo di riposo in acqua del materiale. Nel caso di massi posti in opera in maniera ordinata, il valore dell'angolo di attrito interno dei massi tondeggianti che si trovano in alveo che può essere ragionevolmente considerato pari a 38° come desumibile dalla esistente letteratura, può essere elevato a 65-70° (Φ IMBRICATED). Pertanto il coefficiente K calcolato è pari a 0,49 per la scogliera a 55°.

Ammorsamento della scogliera

Come precisato precedentemente, la scogliera in progetto sarà realizzata ponendo i massi non alla rinfusa (rip-rap) bensì realizzando una struttura ordinata con clasti posati in opera.

Pertanto in base a quanto desumibile in letteratura è possibile calcolare l'ammorsamento dei massi (imbrication) come:

$$a = ((CDR/\tan \Phi) + CLR)/((CDIM/\tan \Phi \text{ IMBRICATED}) + CLIM)$$

dove:

CDR= 0,25-075 (massi regolari-pietre frantumate)

CDR/CLR = 1,14

Cdim= 0,2-0,3 (massi regolari-Pietre frantumate)

CDIM/CLIM = 2

Ottenendo nel caso in un valore del coefficiente 'a' di 3,12.

Dimensionamento della scogliera

Le condizioni di stabilità della struttura si traducono nell'equazione:

$$\tau MAX < \psi CR * K * a * (\gamma s - \gamma) * d_{50}$$

in cui τMAX rappresenta il valore massimo dell'azione tangenziale sulla sponda, che è minore rispetto al valore per il letto del corso d'acqua.

Dalla formula precedente si ricava:

$$d_{50} = \tau MAX/(\psi CR * K * a * (\gamma s - \gamma))$$

.

Dimensionamento delle sponde

La verifica è stata effettuata considerando il valore della tensione tangenziale mediata su tutto lo sviluppo dell'alveo e ottenuta come risultato dalle analisi svolte col software HecRas. Applicando la precedente formula con :

τMAX = 1350 N/mq (valore ricavato da Hec-ras)

ψCR = 0,03

Si ottiene un diametro d_{50} pari a **1,76 m (con ammorsamento) e 5,50 m (senza ammorsamento)**

Nel caso di scogliera senza ammorsamento neanche i massi di maggiore classatura disponibili sul mercato (IV cat – 7 ton) e movimentabili in opera sarebbero in grado di reggere alle piene significative del torrente (il masso richiesto da 5,5 m di diametro avrebbe un peso stimato di circa 14 ton!). Peraltro il suddetto calcolo dimostra l'efficacia dell'ipotesi progettuale relativa all'ammorsamento dei massi mediante cls; in tale ipotesi infatti il masso richiesto di diametro pari a 1,76 m (4,5ton) è verificato dall'adozione di massi di III cat (3-7 ton) e IV cat (> 7 ton) con l'intasamento dei massi reperiti in alveo o forniti da cava , di dimensioni e peso comunque appartenenti almeno alla III categoria, con calcestruzzo di classe almeno Rck 25/30 [N/mm2] in modo da poter considerare l'intera opera come un singolo blocco. Verrà inoltre previsto un'ulteriore opera di rinforzo della struttura attuata mediante legature dello strato basale della scogliera con funi in acciaio zincato ammorsate ai massi con inghisaggio di occhielli. Il piano di fondazione della scogliera è previsto con basamento in cls ammorsato sulla roccia sottostante , previa demolizione per preparazione di scanno d'imbasamento.

CONCLUSIONI

Dalle simulazione effettuate tramite il software Hec-Ras emerge che l'alveo ha caratteristiche tipiche di un corso d'acqua montano, che unite a portate non trascurabili generano effetti distruttivi su tutte le opere interferenti con il deflusso delle acque. In fase di progettazione sono stati tenuti in considerazione tutti questi elementi che hanno portato al dimensionamento della nuova difesa spondale, in grado di contenere le portate duecentennali e garantire una protezione dall'erosione al versante.

Risultati modellistica idraulica Hec-Ras

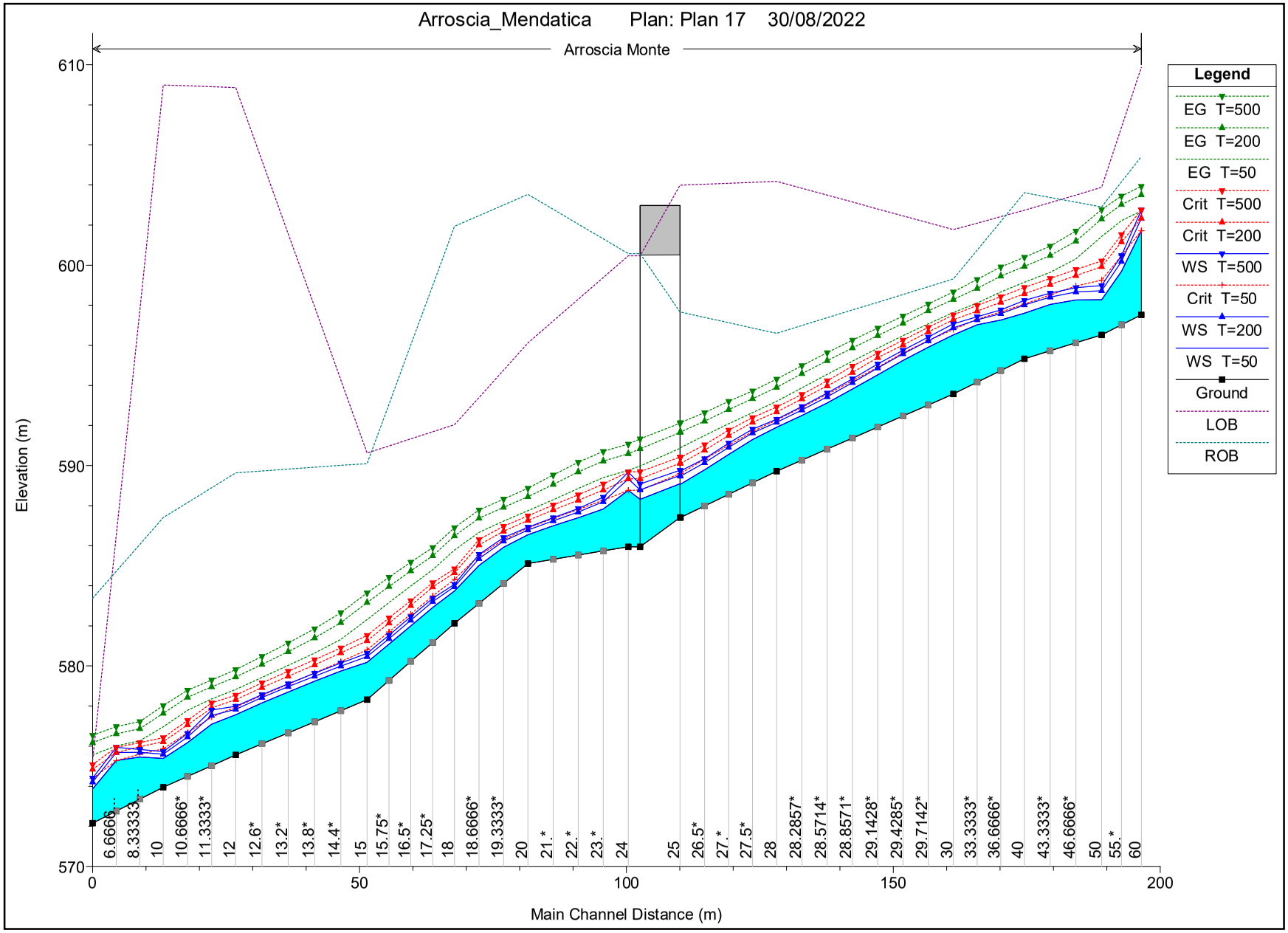
Modello : arrosciaatt

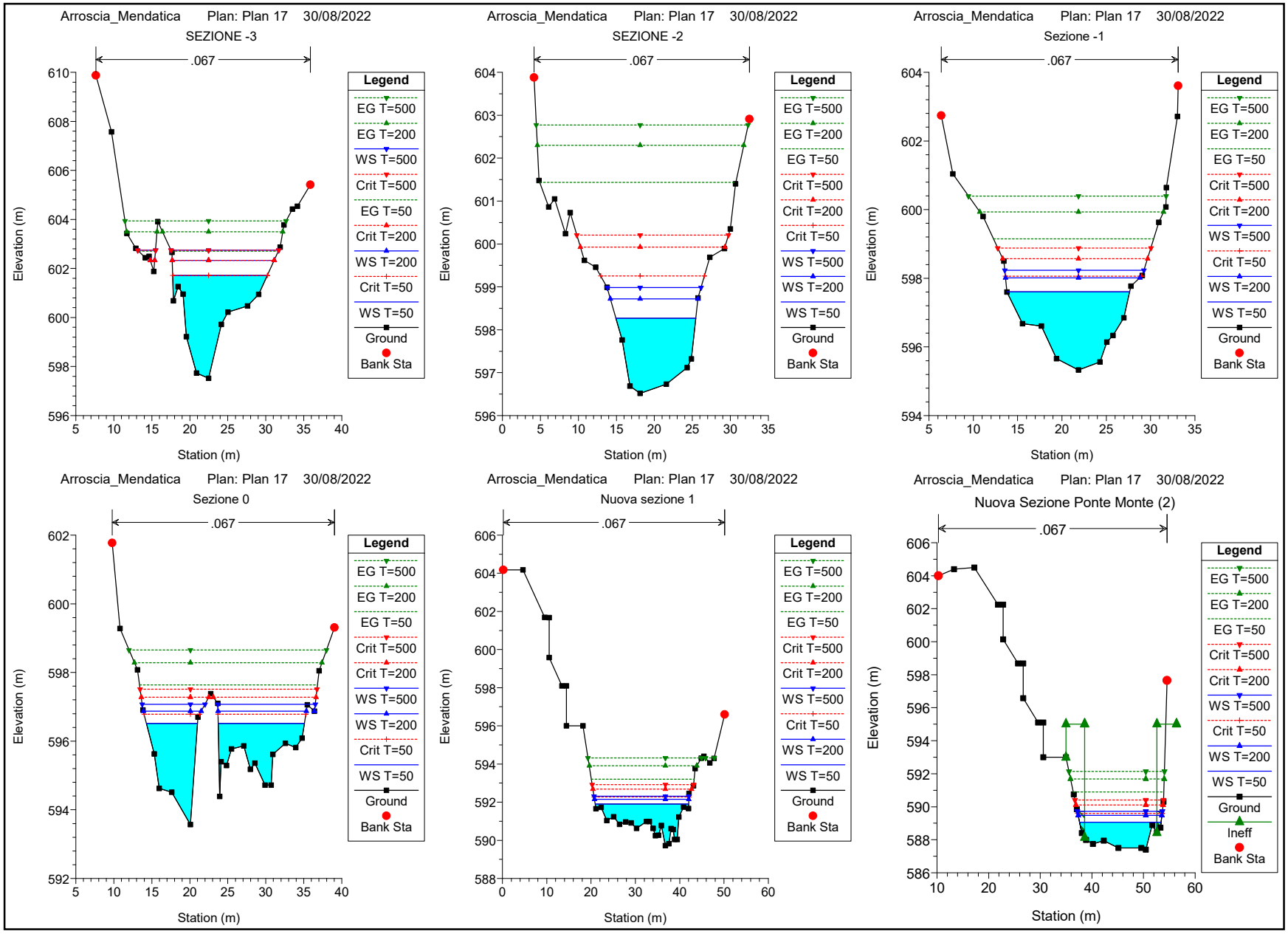
Condizione attuale torrente Arroscia

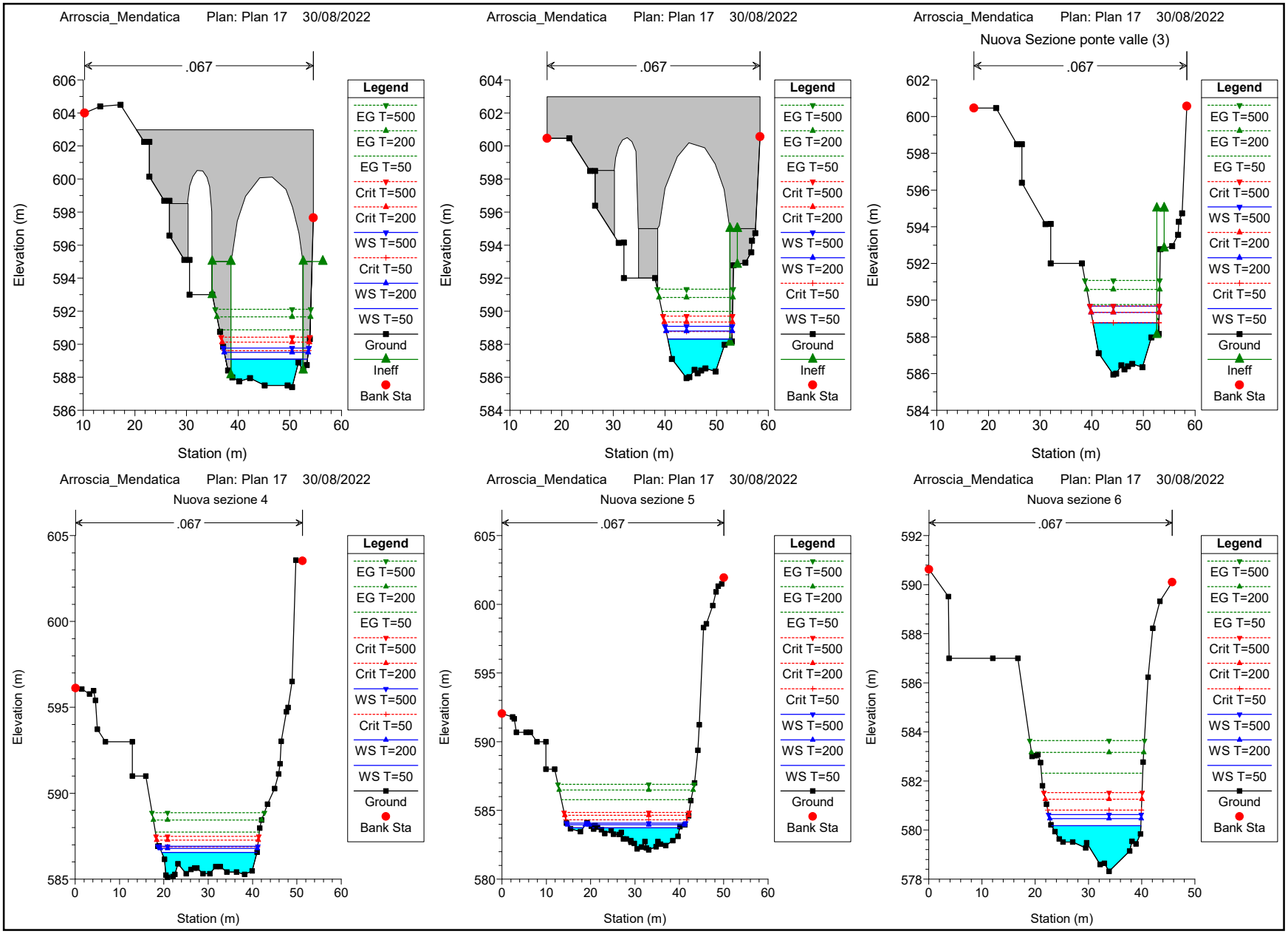
Tabulati-profilo longitudinale-sezioni idrauliche.

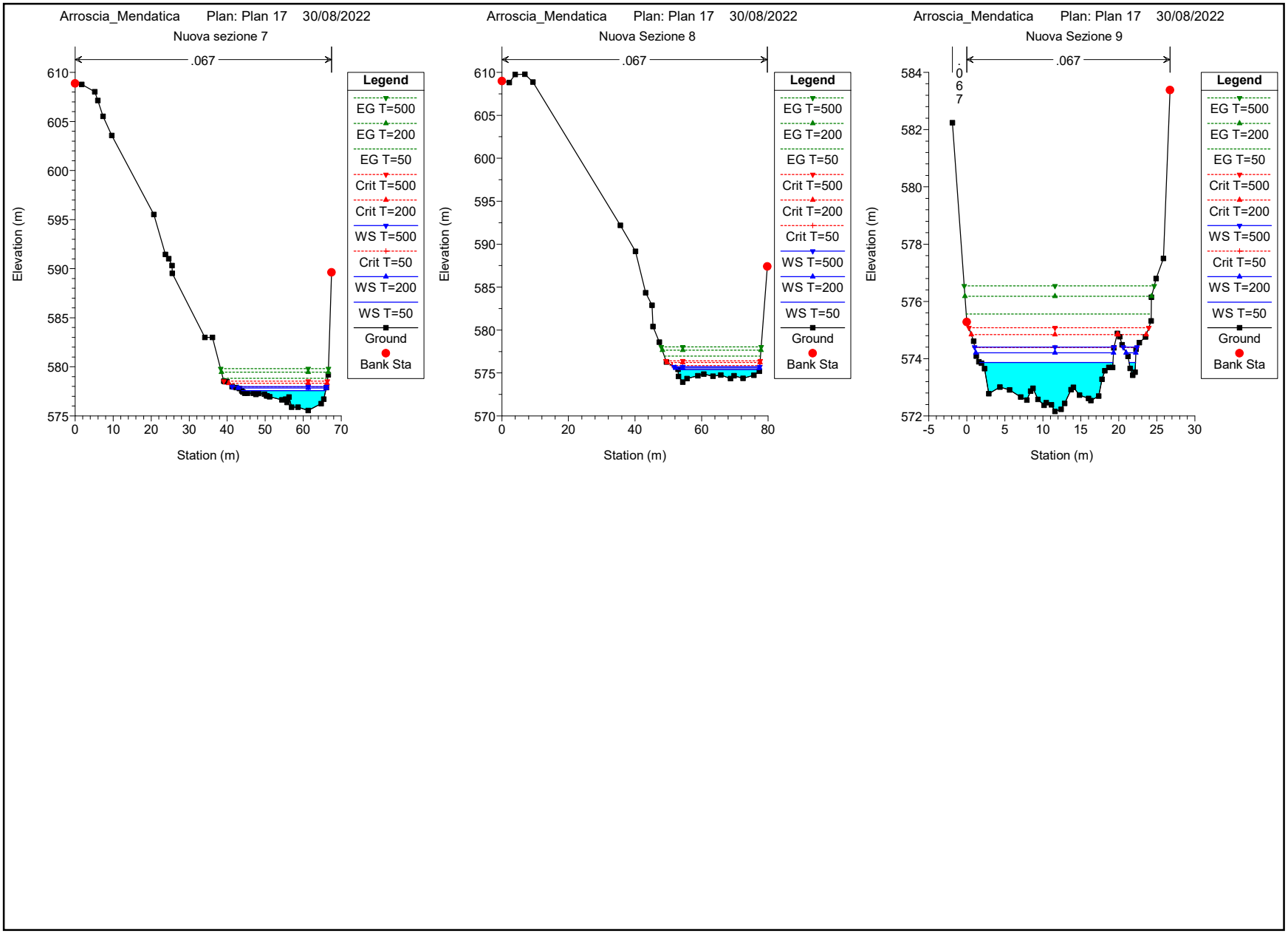
HEC-RAS Plan: S.P.577 River: Arroscia Reach: Monte

Reach	River Sta	Profile	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
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Monte	60	T=50	108.21	597.52	601.71	601.71	602.70	0.054720	4.41	24.51	12.44	1.00
Monte	60	T=200	156.55	597.52	602.33	602.33	603.50	0.053892	4.79	32.66	13.99	1.00
Monte	60	T=500	188.36	597.52	602.75	602.75	603.94	0.053261	4.83	39.02	16.54	1.00
Monte	50	T=50	108.21	596.52	598.27	599.25	601.44	0.226178	7.88	13.72	10.52	2.20
Monte	50	T=200	156.55	596.52	598.72	599.92	602.30	0.196532	8.38	18.68	11.51	2.10
Monte	50	T=500	188.36	596.52	598.98	600.20	602.77	0.186186	8.62	21.84	12.35	2.07
Monte	40	T=50	108.21	595.33	597.61	598.06	599.15	0.095316	5.51	19.65	13.85	1.48
Monte	40	T=200	156.55	595.33	598.01	598.57	599.93	0.096512	6.14	25.50	15.17	1.51
Monte	40	T=500	188.36	595.33	598.23	598.88	600.40	0.097560	6.52	28.91	15.71	1.53
Monte	30	T=50	108.21	593.57	596.52	596.79	597.63	0.113460	4.69	23.08	18.05	1.32
Monte	30	T=200	156.55	593.57	596.88	597.28	598.28	0.112745	5.26	29.76	19.28	1.35
Monte	30	T=500	188.36	593.57	597.07	597.52	598.66	0.119206	5.57	33.79	21.07	1.40
Monte	28	T=50	108.21	589.72	591.91	592.28	593.20	0.134629	5.04	21.47	21.09	1.59
Monte	28	T=200	156.55	589.72	592.15	592.68	593.90	0.140086	5.86	26.72	21.29	1.67
Monte	28	T=500	188.36	589.72	592.31	592.92	594.32	0.140829	6.29	29.97	21.41	1.70
Monte	26	T=50	108.21	587.41	589.06	589.60	590.89	0.124301	5.99	18.08	15.79	1.68
Monte	26	T=200	156.55	587.41	589.47	590.10	591.68	0.104096	6.58	23.80	16.22	1.61
Monte	26	T=500	188.36	587.41	589.73	590.41	592.14	0.094553	6.88	27.37	16.48	1.57
Monte	25		Bridge									
Monte	24	T=50	108.21	585.95	588.77	588.77	589.77	0.042938	4.43	24.44	12.75	1.00
Monte	24	T=200	156.55	585.95	589.33	589.34	590.59	0.041014	4.97	31.51	13.17	1.01
Monte	24	T=500	188.36	585.95	589.67	589.68	591.08	0.039987	5.25	35.86	13.42	1.01
Monte	20	T=50	108.21	585.11	586.55	586.89	587.74	0.111030	4.84	22.33	21.44	1.52
Monte	20	T=200	156.55	585.11	586.78	587.27	588.44	0.121813	5.71	27.43	21.92	1.63
Monte	20	T=500	188.36	585.11	586.92	587.49	588.87	0.128423	6.19	30.43	22.30	1.69
Monte	18	T=50	108.21	582.13	583.74	584.32	585.78	0.273114	6.32	17.12	21.78	2.28
Monte	18	T=200	156.55	582.13	583.96	584.65	586.49	0.296278	7.06	22.19	25.47	2.41
Monte	18	T=500	188.36	582.13	584.08	584.85	586.90	0.294381	7.45	25.28	26.59	2.44
Monte	15	T=50	108.21	578.32	580.18	580.81	582.32	0.205521	6.48	16.70	16.78	2.07
Monte	15	T=200	156.55	578.32	580.46	581.26	583.17	0.196222	7.29	21.49	17.19	2.08
Monte	15	T=500	188.36	578.32	580.63	581.53	583.65	0.189586	7.69	24.48	17.40	2.07
Monte	12	T=50	108.21	575.56	577.57	577.96	578.83	0.125256	4.97	21.78	22.13	1.60
Monte	12	T=200	156.55	575.56	577.83	578.32	579.45	0.124896	5.64	27.77	23.19	1.64
Monte	12	T=500	188.36	575.56	577.99	578.55	579.82	0.131213	6.00	31.42	24.86	1.70
Monte	10	T=50	108.21	573.95	575.39	575.87	576.97	0.201727	5.56	19.45	24.47	1.99
Monte	10	T=200	156.55	573.95	575.60	576.22	577.64	0.199285	6.33	24.74	25.23	2.04
Monte	10	T=500	188.36	573.95	575.73	576.42	578.03	0.196619	6.72	28.03	25.79	2.06
Monte	5	T=50	108.21	572.16	573.87	574.39	575.56	0.167919	5.76	18.79	18.35	1.82
Monte	5	T=200	156.55	572.16	574.21	574.84	576.18	0.149313	6.22	25.15	19.41	1.75
Monte	5	T=500	188.36	572.16	574.40	575.08	576.55	0.143057	6.48	29.05	20.15	1.72


Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Arroscia Monte
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
610
600
590
580
570
0
50
100
150
200
Main Channel Distance (m)
6.6666...
8.3333...
10
10.6666*
11.3333*
12
12.6*
13.2*
13.8*
14.4*
15
15.75*
16.5*
17.25*
18
18.6666*
19.3333*
20
21.*
22.*
23.*
24
25
26.5*
27.*
27.5*
28
28.2857*
28.5714*
28.8571*
29.1428*
29.4285*
29.7142*
30
33.3333*
36.6666*
40
43.3333*
46.6666*
50
55.*
60


Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
SEZIONE -3
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
WS T=500
Crit T=500
EG T=50
Crit T=200
WS T=200
Crit T=50
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
SEZIONE -2
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
Crit T=50
WS T=500
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Sezione -1
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Sezione 0
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
WS T=200
Crit T=50
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova sezione 1
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova Sezione Ponte Monte (2)
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Ineff
Bank Sta


Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Ineff
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
WS T=200
Crit T=50
WS T=50
Ground
Ineff
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova Sezione ponte valle (3)
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
WS T=500
Crit T=200
WS T=200
Crit T=50
WS T=50
Ground
Ineff
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova sezione 4
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova sezione 5
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
Crit T=50
WS T=500
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova sezione 6
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
Crit T=50
WS T=500
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta


Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova sezione 7
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova Sezione 8
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
Crit T=50
WS T=500
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova Sezione 9
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta

Risultati modellistica idraulica Hec-Ras

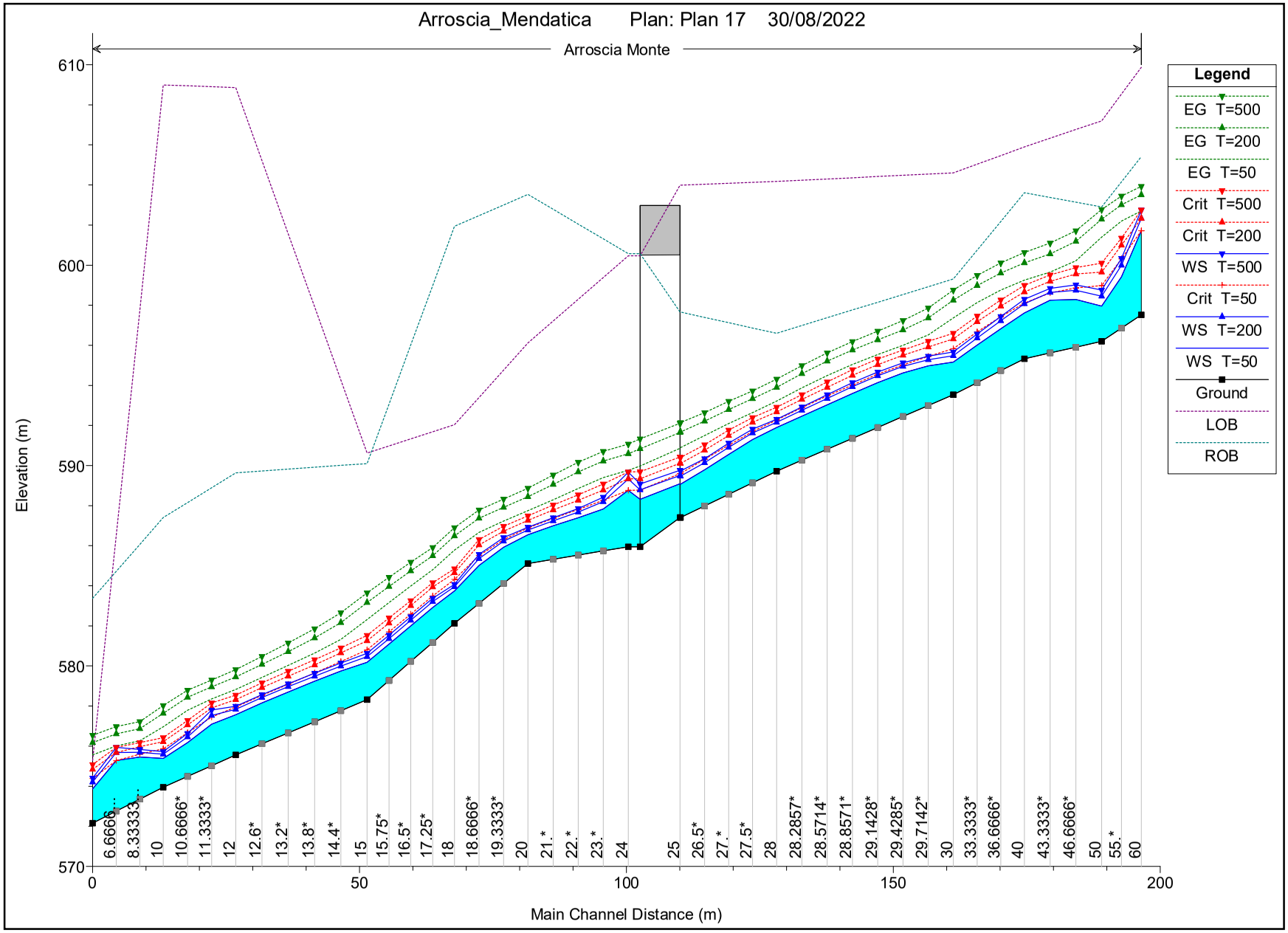
Modello : arrosciapro

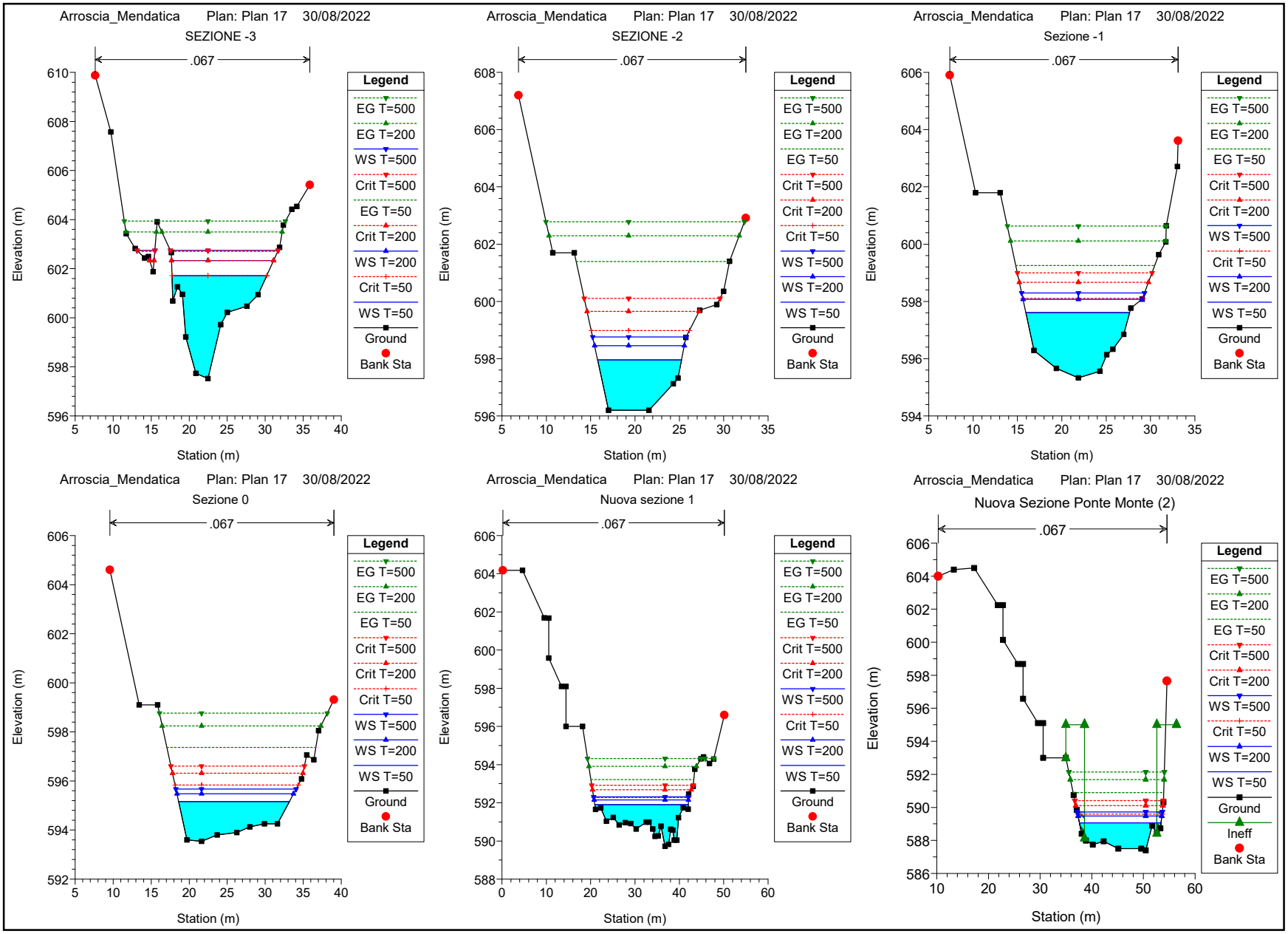
Condizione di progetto torrente Arroscia

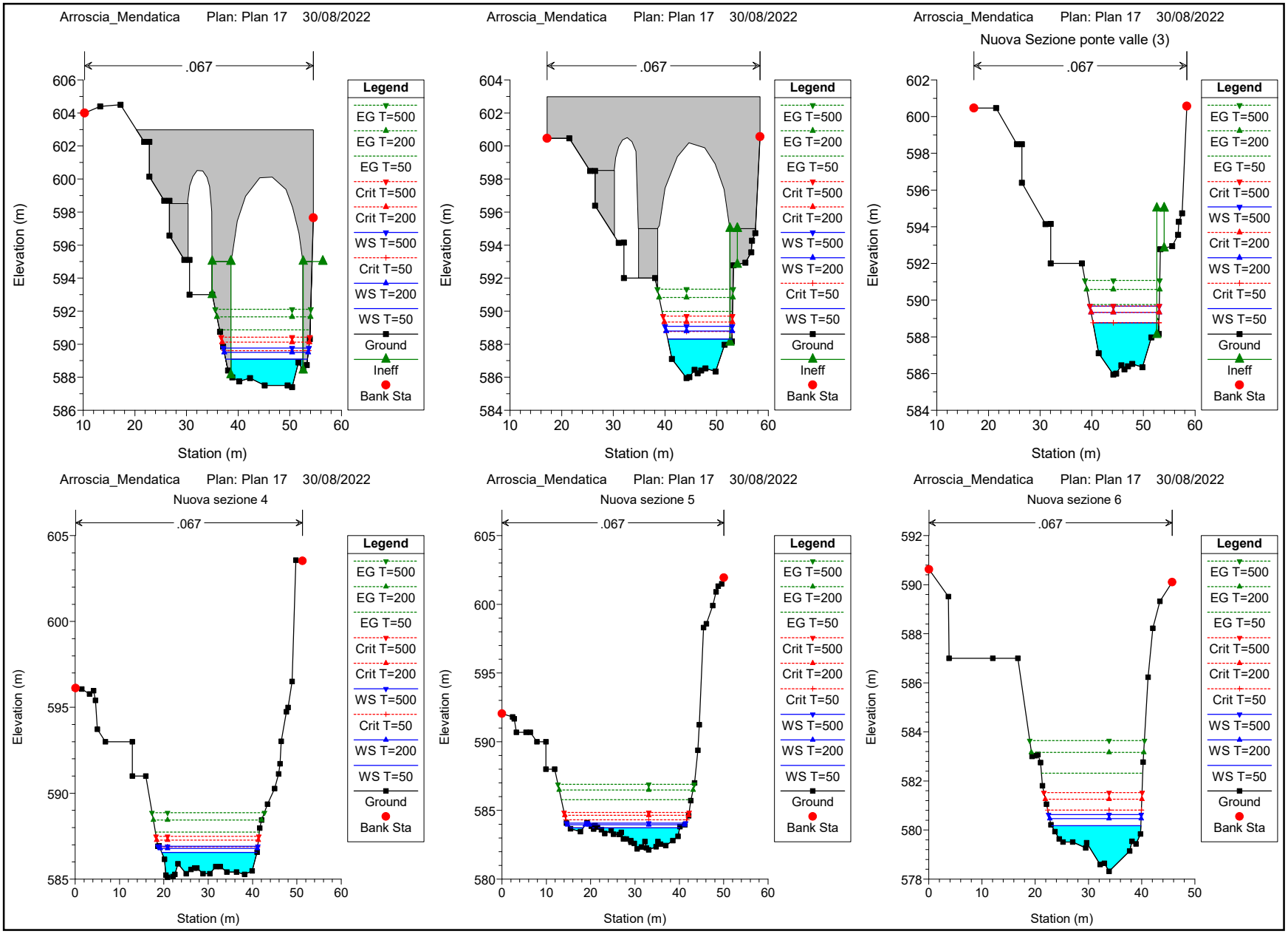
tabulati - profilo longitudinale-sezioni idrauliche.

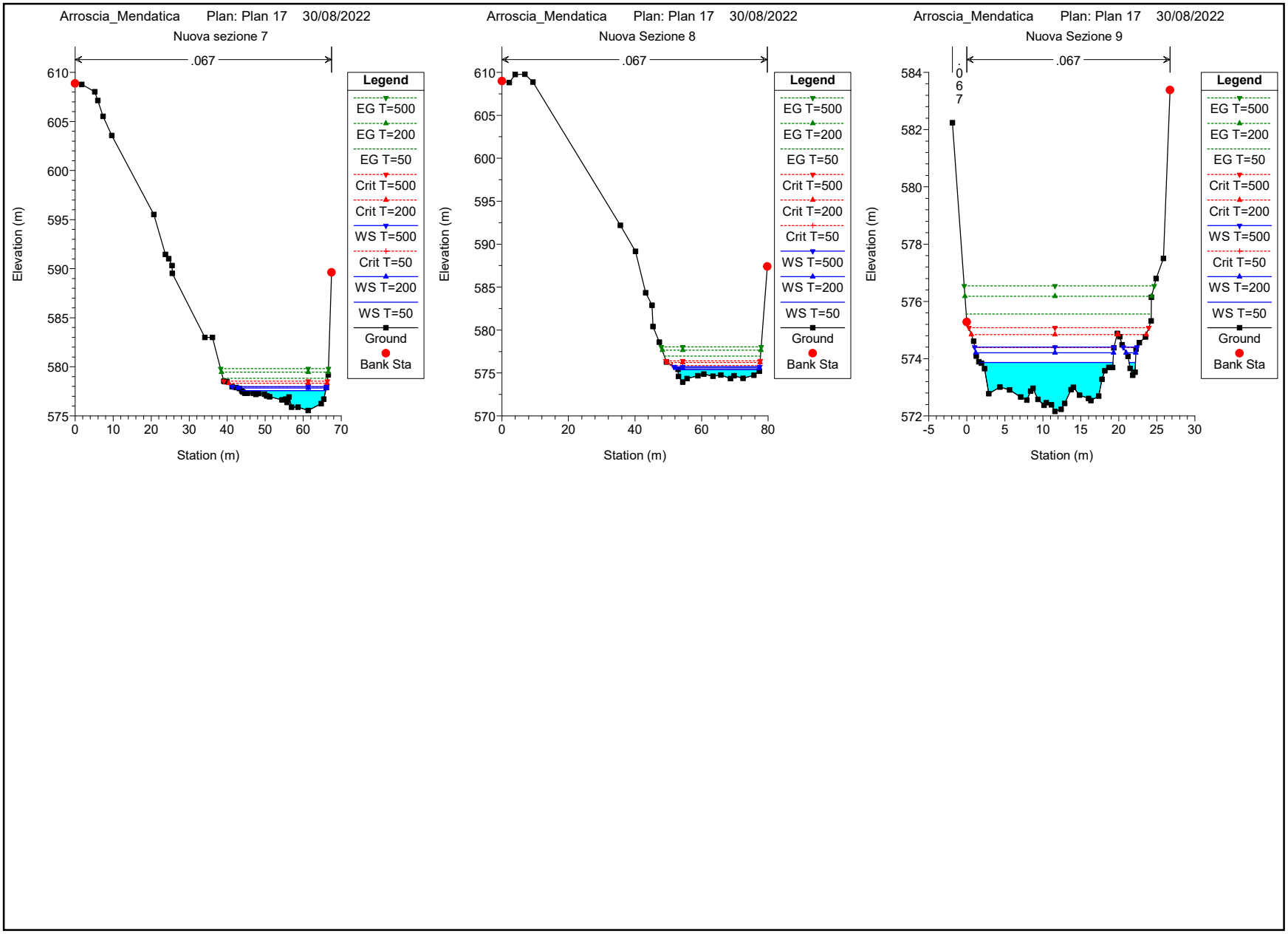
HEC-RAS Plan: S.P.577 River: Arroscia Reach: Monte

Reach	River Sta	Profile	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
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Monte	60	T=50	108.21	597.52	601.71	601.71	602.70	0.054720	4.41	24.51	12.44	1.00
Monte	60	T=200	156.55	597.52	602.33	602.33	603.50	0.053935	4.79	32.65	13.99	1.00
Monte	60	T=500	188.36	597.52	602.75	602.75	603.94	0.053252	4.83	39.02	16.54	1.00
Monte	50	T=50	108.21	596.20	597.96	598.98	601.39	0.235863	8.21	13.18	9.47	2.22
Monte	50	T=200	156.55	596.20	598.45	599.65	602.30	0.199616	8.69	18.02	10.13	2.08
Monte	50	T=500	188.36	596.20	598.76	600.11	602.78	0.181839	8.88	21.21	10.55	2.00
Monte	40	T=50	108.21	595.33	597.61	598.11	599.25	0.088456	5.68	19.05	11.69	1.42
Monte	40	T=200	156.55	595.33	598.07	598.67	600.11	0.094527	6.34	24.70	13.39	1.49
Monte	40	T=500	188.36	595.33	598.30	598.99	600.63	0.097273	6.77	27.84	13.86	1.52
Monte	30	T=50	108.21	593.54	595.16	595.83	597.37	0.182939	6.59	16.42	14.57	1.98
Monte	30	T=200	156.55	593.54	595.48	596.32	598.25	0.176677	7.37	21.25	15.35	2.00
Monte	30	T=500	188.36	593.54	595.67	596.60	598.76	0.174475	7.79	24.18	15.81	2.01
Monte	28	T=50	108.21	589.72	591.90	592.28	593.22	0.138653	5.09	21.28	21.08	1.62
Monte	28	T=200	156.55	589.72	592.15	592.68	593.91	0.140523	5.86	26.69	21.29	1.67
Monte	28	T=500	188.36	589.72	592.31	592.92	594.32	0.140568	6.28	29.99	21.41	1.69
Monte	26	T=50	108.21	587.41	589.06	589.60	590.89	0.124373	5.99	18.07	15.79	1.68
Monte	26	T=200	156.55	587.41	589.47	590.10	591.68	0.104104	6.58	23.80	16.22	1.61
Monte	26	T=500	188.36	587.41	589.73	590.41	592.14	0.094541	6.88	27.37	16.48	1.57
Monte	25		Bridge									
Monte	24	T=50	108.21	585.95	588.77	588.77	589.77	0.042938	4.43	24.44	12.75	1.00
Monte	24	T=200	156.55	585.95	589.33	589.34	590.59	0.041014	4.97	31.51	13.17	1.01
Monte	24	T=500	188.36	585.95	589.67	589.68	591.08	0.039987	5.25	35.86	13.42	1.01
Monte	20	T=50	108.21	585.11	586.55	586.89	587.74	0.111030	4.84	22.33	21.44	1.52
Monte	20	T=200	156.55	585.11	586.78	587.27	588.44	0.121813	5.71	27.43	21.92	1.63
Monte	20	T=500	188.36	585.11	586.92	587.49	588.87	0.128423	6.19	30.43	22.30	1.69
Monte	18	T=50	108.21	582.13	583.74	584.32	585.78	0.273114	6.32	17.12	21.78	2.28
Monte	18	T=200	156.55	582.13	583.96	584.65	586.49	0.296278	7.06	22.19	25.47	2.41
Monte	18	T=500	188.36	582.13	584.08	584.85	586.90	0.294381	7.45	25.28	26.59	2.44
Monte	15	T=50	108.21	578.32	580.18	580.81	582.32	0.205521	6.48	16.70	16.78	2.07
Monte	15	T=200	156.55	578.32	580.46	581.26	583.17	0.196222	7.29	21.49	17.19	2.08
Monte	15	T=500	188.36	578.32	580.63	581.53	583.65	0.189586	7.69	24.48	17.40	2.07
Monte	12	T=50	108.21	575.56	577.57	577.96	578.83	0.125256	4.97	21.78	22.13	1.60
Monte	12	T=200	156.55	575.56	577.83	578.32	579.45	0.124896	5.64	27.77	23.19	1.64
Monte	12	T=500	188.36	575.56	577.99	578.55	579.82	0.131213	6.00	31.42	24.86	1.70
Monte	10	T=50	108.21	573.95	575.39	575.87	576.97	0.201727	5.56	19.45	24.47	1.99
Monte	10	T=200	156.55	573.95	575.60	576.22	577.64	0.199285	6.33	24.74	25.23	2.04
Monte	10	T=500	188.36	573.95	575.73	576.42	578.03	0.196619	6.72	28.03	25.79	2.06
Monte	5	T=50	108.21	572.16	573.87	574.39	575.56	0.167919	5.76	18.79	18.35	1.82
Monte	5	T=200	156.55	572.16	574.21	574.84	576.18	0.149313	6.22	25.15	19.41	1.75
Monte	5	T=500	188.36	572.16	574.40	575.08	576.55	0.143057	6.48	29.05	20.15	1.72


Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Arroscia Monte
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
610
600
590
580
570
0
50
100
150
200
Main Channel Distance (m)
6.6666*
8.3333*
10
10.6666*
11.3333*
12
12.6*
13.2*
13.8*
14.4*
15
15.75*
16.5*
17.25*
18
18.6666*
19.3333*
20
21.*
22.*
23.*
24
25
26.5*
27.*
27.5*
28
28.2857*
28.5714*
28.8571*
29.1428*
29.4285*
29.7142*
30
33.3333*
36.6666*
40
43.3333*
46.6666*
50
55.*
60


Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
SEZIONE -3
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
WS T=500
Crit T=500
EG T=50
Crit T=200
WS T=200
Crit T=50
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
SEZIONE -2
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
Crit T=50
WS T=500
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Sezione -1
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Sezione 0
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
Crit T=50
WS T=500
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova sezione 1
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova Sezione Ponte Monte (2)
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Ineff
Bank Sta


Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Ineff
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
WS T=200
Crit T=50
WS T=50
Ground
Ineff
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova Sezione ponte valle (3)
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
WS T=500
Crit T=200
WS T=200
Crit T=50
WS T=50
Ground
Ineff
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova sezione 4
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova sezione 5
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
Crit T=50
WS T=500
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova sezione 6
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
Crit T=50
WS T=500
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta


Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova sezione 7
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova Sezione 8
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
Crit T=50
WS T=500
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta
Arroscia_Mendatica Plan: Plan 17 30/08/2022
Nuova Sezione 9
.067
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T=500
EG T=200
EG T=50
Crit T=500
Crit T=200
WS T=500
Crit T=50
WS T=200
WS T=50
Ground
Bank Sta