

REGIONE PIEMONTE  
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO



Città di Vigone (To)



Comune di Cercenasco (To)

INTERVENTO DI RIFACIMENTO DEL PONTE IN VIA TORINO SUL TORRENTE LEMINA



## PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO

Relazione idrologica-idraulica

CONTROLLO QUALITA'

Redatto: ing. Paolo Arnaud

Controllato: ing. Cristiano Cavallo

Approvato: ing. Cristiano Cavallo

PROGETTISTI

TIMBRI E FIRME

### Gruppo Ingegneria Torino

Via Cercenasco n. 4c, 10135 TORINO  
Tel. +39 011 3099003 - Fax +39 011 3035082  
www.gruppoing.to.it

### STUDIO TECNICO Dott. Ing. Alberto Gallo

Via Torino n. 6, 10067 Vigone (To)  
Tel./Fax :+39 011 9809444  
alberto.gallo3@ingpec.eu



Dott. Ing. Alberto GALLO  
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino  
Posizione n. 8209S  
Cod. Fisc. GLL LRT 73S03 L219P



Direttore tecnico  
Dott. ing. Cristiano CAVALLO  
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino  
Posizione n.8177F  
Cod. Fisc. CVL CST 70C02 E506S

CODIFICA

COD. COMMESSA	TIP. LAVORO	MACROATTIVITA'	N. ELABORATO	TIPOL. ELABORATO	VERSIONE	DESCRIZIONE	DATA
1323	E	G01	12	RIE	B	Bozza	Maggio 2024
1323	E	G01	12	RIE	0	Emissione	Giugno 2024

ELABORATO

G01  
12

### **GESTIONE MODIFICHE VERSIONI DOCUMENTO**

<b>Emissione</b>	<b>Data</b>	<b>Oggetto</b>
B	Maggio 2024	<i>Emissione in bozza</i>
0	Giugno 2024	<i>Emissione</i>

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. IDROLOGIA .....</b>	<b>4</b>
2.1 CARATTERISTICHE GENERALI DEL TORRENTE LEMINA .....	4
2.2 PORTATE DI PROGETTO E PROFILI DI PIENA DEL TORRENTE LEMINA – LUGLIO 2023 .....	4
<b>3. STUDIO IDRAULICO .....</b>	<b>7</b>
3.1 QUADRO NORMATIVO .....	7
3.1.1 <i>Normativa nazionale</i> .....	8
3.1.2 <i>Leggi regionali emanate dalla Regione Piemonte</i> .....	8
3.2 SCENARIO DI PROGETTO .....	8
3.3 DESCRIZIONE E APPLICAZIONE DEL MODELLO NUMERICO .....	10
3.3.1 <i>Metodologia di calcolo per la verifica in moto permanente</i> .....	10
3.3.2 <i>Parametri di calcolo</i> .....	11
3.4 RISULTATI DEL MODELLO .....	12
3.4.1 <i>Condizioni di progetto</i> .....	12
<b>4. CONCLUSIONI .....</b>	<b>14</b>

## ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Analisi idrauliche Condizione di progetto –

## 1. PREMESSA

La presente Relazione idrologica – idraulica viene redatta in relazione all’intervento che prevede il rifacimento del ponte di via Torino sul torrente Lemina ed il relativo raccordo con la rete stradale esistente. Completa l’intervento la realizzazione di muri spondali nei tratti a monte ed a valle del nuovo ponte, strutture necessarie per raccordarsi alle strade alzaie che fiancheggiano il torrente Lemina.

Il territorio del Comune di Vigone è stato interessato da ripetuti eventi calamitosi verificatisi nel corso degli anni 2000, 2009, 2014 e 2016, presentandosi quindi con una frequenza pressoché quinquennale, interessando particolarmente il torrente Lemina in corrispondenza della zona a monte di Via Torino dove è situato il cimitero, sul confine con il territorio comunale di Cercenasco.

In particolare, il corso d’acqua è esondato in un tratto lungo la sponda destra, a monte del ponte sulla strada comunale di Via Torino, proprio in corrispondenza del cimitero, allagando completamente il piazzale antistante il cimitero ed alcune parti interne dello stesso.

Tali fenomeni hanno assunto ormai frequenza tale da essere recepiti come condizione ordinaria di accadimento, pur essendo presenti preoccupanti segnali di allarme costituiti dai fenomeni erosivi in atto a valle del ponte esistente.

L’intervento in progetto va a completare una serie di interventi, realizzati sia dal Comune di Vigone che dal Comune di Cercenasco, volti a regimare il tratto del torrente Lemina a monte del ponte del cimitero esistente. Tali interventi, per quanto abbiano certamente mitigato il rischio idraulico dell’area, non possono essere considerati esaustivi in quanto non vanno a rimuovere la causa del rigurgito costituita dal ponte stesso. Infatti, come più volte evidenziato nell’ambito degli studi idraulici realizzati sul corso del torrente Lemina, il ponte esistente costituisce un serio impedimento al regolare deflusso delle acque di piena del corso d’acqua e questo avviene già per portate modeste di gran lunga inferiori a quelle previste di massima piena.

Tale condizione fa sì che il ponte, che costituisce un restringimento d’alveo a funzionamento intermittente in funzione del variare della portata del torrente, determini contestualmente al citato fenomeno di rigurgito a monte, anche un pericoloso effetto di erosione della sponda idrografica destra a valle dello stesso.

Il tratto del torrente Lemina interessato dalla presenza del ponte di via Torino è stato individuato come critico dall’Autorità di Bacino del fiume Po che, con la pubblicazione della monografia sul torrente Lemina sul BUR n°9 del 03.03.2005, documento che individuava proprio nel ponte oggetto del presente studio il maggiore elemento di interferenza al regolare deflusso della corrente in piena.

Obiettivo della presente relazione è il dimensionamento e la verifica idraulica del franco idraulico del nuovo ponte per la portata duecentennale.

## 2. IDROLOGIA

### 2.1 CARATTERISTICHE GENERALI DEL TORRENTE LEMINA

Il torrente Lemina è un affluente di destra del torrente Chisola e il suo corso si sviluppa interamente nel territorio della Provincia di Torino.

Il torrente ha origine sulle pendici del Monte Faiè, alla quota di circa 1380 m s.l.m e il suo bacino idrografico copre una superficie complessiva di circa 110 km<sup>2</sup> compreso tra il bacino del torrente Pellice e quello del torrente Chisola. L'abitato di Pinerolo segna il confine tra la parte montana del corso d'acqua e il tratto di pianura

Il Lemina defluisce in direzione Nord-Sud per circa 11 km fino all'abitato di Pinerolo dove effettua un'ampia curva verso sinistra ed assume direzione circa Est-Ovest che mantiene per parte del tratto di pianura; a valle di Virle l'orientazione del senso di deflusso varia sensibilmente verso NE-SW fino a riprendere, prima della confluenza nel Chisola, l'andamento N-S che caratterizza il tratto montano iniziale.

Nel tratto in cui attraversa il territorio comunale di Virle Piemonte, fino alla confluenza del rio Ologna, situata alla distanza di circa 36 km dalla sorgente, il Lemina assume il nome di torrente Ramata e successivamente il nome di torrente Oitana fino alla confluenza nel Chisola, situata circa 17 km più a valle, in prossimità di La Loggia.

Il corso d'acqua è caratterizzato da un alveo di tipo monocursale, poco inciso rispetto alla pianura alluvionale recente (mediamente pochi metri di dislivello tra fondo alveo ed il piano campagna) e con lunghi tratti rettilinei riconducibili ad interventi antropici di rettificazione dell'alveo realizzati nei secoli scorsi nell'ambito di attività agricole condotte nella pianura circostante.

I problemi principali sono determinati dall'inadeguatezza dell'alveo e dalla presenza di numerose opere di attraversamento (stradali e non) che spesso presentano luce modesta e quindi rappresentano un ostacolo al deflusso delle portate di piena. Le criticità maggiori per rischio di esondazione sono individuabili negli abitati di Buriasco, Balbo, Pautasso e Peretti.

### 2.2 PORTATE DI PROGETTO E PROFILI DI PIENA DEL TORRENTE LEMINA – LUGLIO 2023

L'Autorità di Bacino del Fiume Po ha approvato nel Luglio 2023 la Variante PAI del torrente Lemina nel tratto compreso tra Pinerolo e la confluenza nel torrente Chisola in comune di La Loggia.

Sono stati consultati i seguenti documenti:

- 0929\_01\_15\_001R\_00\_LEMINA\_LINEE\_ASSETTO;
- 0929\_01\_15\_002R\_00\_LEMIMA\_PORTATE\_PROGETTO\_PROFILI\_PIENA.

Nel secondo documento sono riportate le portate di piena per il torrente Lemina che aggiornano i valori di portata della tabella 4.18 dell'elaborato "Profili di Piena del PGRA" del 2016, riportati nella seguente tabella.

Nella successiva Tabella 2 sono riportate le portate di piena aggiornate dalla Variante PAI del 2023.

Tabella 1 – Tab. 4.18 – Profili di Piena del PGRA - 2016

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km <sup>2</sup>	Q20 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s	Idrometro Denominazione
		Progr. (km)	Cod.	Denomin.					
Chisola	Lemina	0	105	Pinerolo	24	58	88	100	
Chisola	Lemina	7.593	78	Buriasco	39	74	109	118	
Chisola	Lemina	15.318	62	Cercenasco	60	92	137	149	
Chisola	Lemina	21.644	48	Virle Piemonte	76	99	153	166	
Chisola	Lemina	31.353	25	località Peretti	97	107	161	176	
Chisola	Lemina	40.454	1	Confluenza in Chisola	110	111	169	184	

Tabella 2 – Portate di Piena del torrente Lemina – PAI 2023

Bacino	Corso d'acqua	Progr. (km)	Sezione		Superficie (km <sup>2</sup> )	Portata al colmo (m <sup>3</sup> /s)		
			Cod. PAI	Denomin.		Q20	Q200	Q500
Chisola	Lemina	0	105	Pinerolo	24	55	86	99
Chisola	Lemina	1.645	98	Ponte SP 23R				
Chisola	Lemina	7.593	78	Buriasco	39	55	68	78
Chisola	Lemina	15.318	62	Cercenasco	60	14	15	18
Chisola	Lemina	21.644	48	Virle Piemonte	76	22	23	23
Chisola	Lemina	31.353	25	Località Peretti	97	22	23	23
Chisola	Lemina	40.454	1	Confluenza Chisola	110	21	24	25



Figura 1 – Planimetria con le Sezioni di riferimento del Modello di calcolo del PAI 2023.



La seguente tabella riporta i livelli di piena del torrente Lemina nel tratto di Cercenasco. La sezione idraulica di riferimento a monte del ponte in oggetto è la 26817.

**Tabella 3 - Livelli di Piena del torrente Lemina – PAI 2023**

Sezione Studio 2021	Sezione PAI	Progr. (km)	T 20	T 200	T 500
			Quota Idro (m slm)	Quota Idro (m slm)	Quota Idro (m slm)
28320	67	13.296	261.47	261.46	261.5
28095			260.73	260.76	260.79
27820			260	260.02	260.02
27620			259.41	259.42	259.42
27548	66	13.84	259.07	259.09	259.09
27539			258.97	259	259
27528			258.91	258.95	258.95
27520			258.89	258.92	258.92
27501			258.73	258.76	258.77
27494			258.73	258.76	258.76
27484			258.66	258.69	258.69
27470			258.58	258.61	258.61
27320			258.22	258.26	258.26
27120			257.87	257.94	257.95
26995			257.41	257.54	257.54
26965	65	14.407	257.35	257.52	257.52
26827			257.15	257.41	257.42
26817	64	14.569	257.04	257.29	257.3
26798			256.9	257.12	257.13
26786			256.86	257.06	257.07

La portata di riferimento per la verifica con modello idraulico del franco del ponte in progetto è pertanto la portata per TR = 200 anni pari a 15 m<sup>3</sup>/s, essendo la portata alla sezione più vicina alla Sez. 26817, di progressiva 14.569 m.

### 3. STUDIO IDRAULICO

L'analisi idraulica realizzata mediante modello monodimensionale consente di quantificare le caratteristiche idrodinamiche di una corrente e dunque di fornire i valori dei livelli idrici e delle velocità di deflusso all'interno dell'alveo inciso e nelle aree golenali e/o inondate.

La realizzazione di un'opera in alveo, o anche solo la presenza di una qualsiasi infrastruttura trasversale allo stesso, costituisce un ostacolo al normale deflusso della corrente che si può manifestare come:

- variazioni (in genere innalzamento) dei livelli idrici a monte;
- variazione della distribuzione delle velocità di corrente;
- variazione della capacità di trasporto solido della corrente;
- possibile passaggio della corrente attraverso lo stato critico con risalto idraulico e conseguente asportazione di materiale al fondo;
- variazione del valore della portata al colmo a valle nel caso in cui si inneschi in misura apprezzabile la capacità di laminazione dei tratti di alveo a monte dell'interferenza.

Sulla base della portata di riferimento fornita dallo studio idraulico per la Variante PAI del 2023, è stato allestito un modello numerico secondo l'approccio idraulico delle correnti in moto permanente in alveo a sezione gradualmente variabile.

La geometria del modello numerico è stata desunta dal Modello Digitale del terreno (DTM) del Ministero dell'Ambiente (Anno 2011), integrata con il rilievo topografico eseguito sul sito del ponte in progetto. Il tratto del torrente Lemina modellato ha una lunghezza complessiva di circa 1.800 m per un totale di 29 sezioni.

La procedura di calcolo utilizzata è basata sulla risoluzione dell'equazione monodimensionale di bilancio energetico ed è nota in letteratura come Standard Step Method. Il codice di calcolo con cui è stato allestito il modello è HEC-RAS, sviluppato negli Stati Uniti dal U.S. Army Corps of Engineers.

#### 3.1 QUADRO NORMATIVO

Il bacino del torrente Lemina, essendo situato in territorio piemontese, è soggetto alla tutela dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Nei paragrafi seguenti si riporta un elenco delle normative statali e regionali di riferimento, in materia di difesa del suolo, in particolare in riferimento alle opere idrauliche ed agli aspetti connessi con le opere stesse, quali ad esempio la tutela del paesaggio e dell'ambiente.

Per la normativa vigente relativa agli aspetti connessi alla compatibilità idraulica dei ponti si ricordano, invece, i seguenti riferimenti:

- Decreto Ministero LL.PP. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali";
- Circolare n. 34233 del 25 febbraio 1991 del Ministero LL.PP. "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali";



- “Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, all'eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione” - PS 45 (art. 4, comma 5, legge 22/95), approvato con deliberazione 10 maggio 1995, n. 9, del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po - Norme di attuazione.
- Variante PAI del 2023 – Portate e Profili di piena del torrente Lemina.

### 3.1.1 Normativa nazionale

- R.D. 25 luglio 1904, n. 523 "Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- R.D. 9 dicembre 1937, n. 2669 "Regolamento per la tutela di opere idrauliche di 1° e 2° categoria e delle opere di bonifica";
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo della difesa del suolo";
- Legge 11 dicembre 2000, n. 365 (conversione in legge del d.l. 12 ottobre 2000, n. 279) "Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali";
- Legge 31 luglio 2002, n. 179 "Disposizioni in materia ambientale" (artt.16, 27, 29);
- Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- NTC 2018, “Compatibilità idraulica” par 5.1.2.3.

### 3.1.2 Leggi regionali emanate dalla Regione Piemonte

- Legge regionale 19 novembre 1975, n. 54 "Interventi regionali in materia di sistemazione di bacini montani, opere idraulico-forestali, opere idrauliche di competenza regionale";
- Legge regionale 28 dicembre 2001, n. 38 "Costituzione dell'Agenzia interregionale per la gestione del fiume Po";
- Criteri di progettazione (manutenzione idraulica) Allegato alla Deliberazione dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n° 1/98 del 15/04/1998;
- Criteri tecnici per la valutazione della pericolosità e del rischio lungo il reticolo idrografico, Allegato B DGR 2009.

## 3.2 SCENARIO DI PROGETTO

Lo scenario di progetto è tale da garantire il deflusso della corrente di piena duecentennale garantendo il franco di sicurezza.

I criteri di compatibilità idraulica per i ponti e i rilevati di accesso, secondo la Direttiva “*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B*”, allegata alla deliberazione n. 2/99 in data 11 maggio 1999, indicano gli aspetti fondamentali per la verifica dell'attraversamento e nello specifico:

1. Portata di piena di progetto. Il tempo di ritorno della piena di progetto per le verifiche idrauliche del ponte deve normalmente rispettare i seguenti valori:
  - a) per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a quello assunto per la delimitazione della fascia B;
  - b) per i corsi d'acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a 100 anni.

Quando si tratta di corsi d'acqua di piccole dimensioni e infrastrutture di importanza molto limitata, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori, in relazione ad esigenze specifiche adeguatamente motivate; in tali situazioni è comunque necessario verificare che le opere non comportino un aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per la piena di 200 anni e definire il comportamento dell'opera stessa in rapporto alla stessa piena.
- 2) Franco minimo. Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte deve essere non inferiore a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1,5 m; il valore del franco deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce quando l'intradosso del ponte non sia rettilineo e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tale valore. Il franco minimo tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di sommità del rilevato di accesso al ponte (piano viabile) deve essere non inferiore a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1,5 m.
- 3) Posizionamento del ponte rispetto all'alveo. Deve essere considerato l'orientamento delle pile (ed eventualmente delle spalle) rispetto all'alveo e verificato che le interazioni tra le opere e la corrente non diano luogo a fenomeni incompatibili con l'assetto morfologico dell'alveo o la stabilità dell'opera.
- 4) Effetti idraulici indotti dal ponte. Gli elementi strutturali del ponte e i relativi rilevati di accesso non devono comportare effetti negativi sulle modalità di deflusso in piena del corso d'acqua; in particolare il profilo idrico di rigurgito eventualmente indotto dall'insieme delle opere di attraversamento deve essere compatibile con l'assetto difensivo presente e non deve comportare un aumento delle condizioni di rischio idraulico per il territorio circostante. Va inoltre verificata la compatibilità dell'opera e delle eventuali sistemazioni idrauliche connesse 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, soprattutto nel caso possano realizzarsi a monte invasi temporanei di dimensione significativa.
- 5) Condizione di sicurezza idraulica del ponte e delle opere collegate. Il manufatto e le opere connesse devono essere sottoposti a verifica di stabilità strutturale rispetto ai seguenti aspetti:
  - scalzamento massimo sulle fondazioni delle pile e delle spalle;
  - urti e abrasioni provocate dalla corrente sulle pile in alveo;
  - scalzamento massimo sui rilevati d'accesso per effetto dell'erosione della corrente;
  - spinta idrodinamica per effetto del sovrizzo indotto dalla struttura.

Nel caso di ponti esistenti, nel caso non sia soddisfatta la verifica di compatibilità, dovranno essere definiti, con apposita istruttoria:

- le eventuali condizioni di esercizio transitorio della struttura, sino alla realizzazione degli interventi di adeguamento progettati;
- i criteri di progettazione degli interventi correttivi e di adeguamento necessari.

### 3.3 DESCRIZIONE E APPLICAZIONE DEL MODELLO NUMERICO

Nell'ambito del presente studio è stato allestito un modello in moto permanente in alveo a sezione gradualmente variabile, mediante l'adozione del codice di calcolo sviluppato dall'U.S. Army Corps of Engineering denominato Hec -RAS v.6.2, la cui affidabilità, dimostrata dall'ampio utilizzo in tutto il mondo, è inoltre riconosciuta in campo scientifico internazionale. Il modello numerico, oltre a fornire i profili dei corsi d'acqua per diverse portate di piena, permette altresì di valutare gli effetti sulla corrente di ostacoli diversi quali restringimenti, ponti, traverse.

Nel seguito viene fornita una descrizione del codice di calcolo adottato e dei principali parametri utilizzati nella sua implementazione.

#### 3.3.1 Metodologia di calcolo per la verifica in moto permanente

Per lo studio di una corrente gradualmente variabile in alvei non prismatici, quali ad esempio gli alvei naturali, le usuali procedure di calcolo, che prevedono la definizione delle scale di deflusso o di altri parametri ipotizzati invariabili lungo lo sviluppo della coordinata longitudinale del corso d'acqua, non sono applicabili. In tali condizioni l'elemento fondamentale da considerare come grave limitazione operativa risiede nell'aver quasi sempre un ridotto numero di sezioni trasversali del corso d'acqua note in termini di geometria e di scabrezza dell'alveo. Con queste premesse, risulta chiaro che la determinazione del profilo, e quindi delle profondità della corrente in ogni sezione, non può che procedere per tentativi e successive approssimazioni, assegnate che siano le condizioni al contorno nelle sezioni di monte o di valle.

Le equazioni risolte numericamente con procedura iterativa, al fine di determinare le profondità incognite della corrente sezione per sezione e le relative caratteristiche idrauliche, sono le seguenti:

$$Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} + h_e + h_f$$
$$h_e = L \cdot i_f$$
$$h_f = C \cdot \left| \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} - \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove:

$Z_1, Z_2$  = quote assolute della superficie libera agli estremi del tratto;

$V_1, V_2$  = velocità media nella sezione riferita agli estremi del tratto;

$g$  = accelerazione di gravità;

$h_e, h_f$  = perdita di energia distribuita e concentrata;

$L$  = lunghezza del tratto considerato;

$i_f$  = pendenza del tratto considerato;

$C$  = coefficiente di perdita per espansioni e/o contrazioni localizzate;

$\alpha_1, \alpha_2$  = coefficienti di Coriolis funzione della distribuzione della velocità.

La soluzione del sistema di equazioni sopra presentate avviene con procedura iterativa tra due sezioni, note che siano la portata e le condizioni al contorno di monte o di valle in termini di profondità della corrente.

Il codice di calcolo consente inoltre la suddivisione della corrente in rami paralleli, in modo da simulare il deflusso della corrente anche nelle aree golenali, che possono essere ipotizzate caratterizzate da diversi indici di scabrezza.

### 3.3.2 Parametri di calcolo

Le portate di riferimento adottate nella verifica idraulica in esame, corrispondono a quelle riportate in Tabella 2 e dunque la portata di dimensionamento e verifica per il progetto degli interventi e per il calcolo delle velocità della corrente è quella relativa al tempo di ritorno di 200 anni, pari a  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La caratterizzazione del coefficiente di scabrezza dell'alveo nel tratto in esame è determinata dalla scelta del parametro  $n$  di Manning, espresso in  $\text{s}/\text{m}^{1/3}$ . Tale coefficiente dipende in generale dalla granulometria del materiale presente in alveo, dalla regolarità delle sezioni, dall'andamento planimetrico del corso d'acqua più o meno rettilineo, dalle caratteristiche idrauliche delle sponde e dalla circostanza che il materiale presente sul fondo partecipi o meno al moto complessivo.

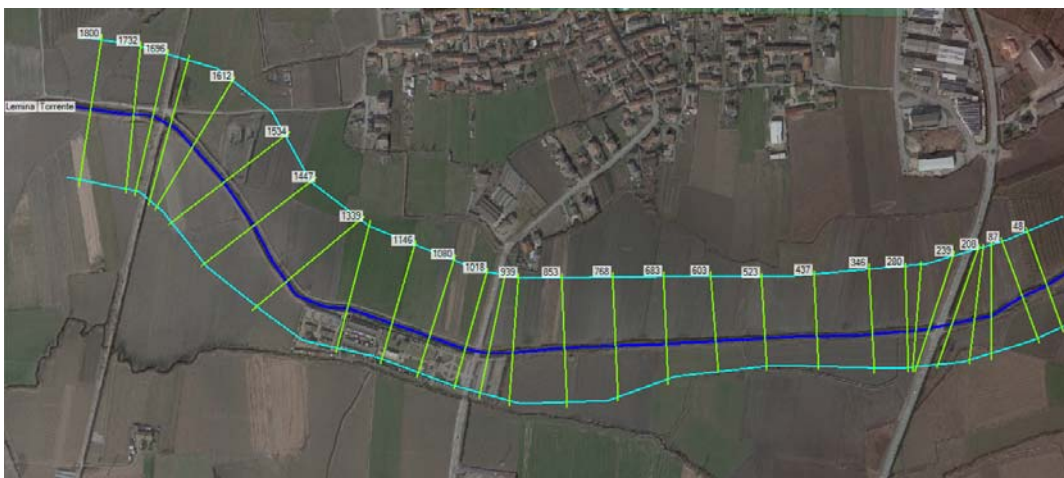
In letteratura esistono alcune formule che esprimono il coefficiente di scabrezza come funzione delle caratteristiche medie del materiale di fondo alveo, con espressioni logaritmiche derivate dalla teoria della turbolenza che correlano l'altezza assoluta di scabrezza al diametro medio del materiale di fondo alveo.

Nella seguente Tabella 4 si riportano i valori di scabrezza utilizzati.

**Tabella 4 – Valori di scabrezza di Manning**

Tratto	Golene	Alveo
Torr. Lemina	0,0345	0,0286

La seguente Figura 2 rappresenta il tratto in studio che si estende dall'attraversamento ciclabile, ex ferrovia, fino al ponte della SP139 per complessivi 1,8km in configurazione "pensile".



**Figura 2 – Planimetria e sezioni del tronco oggetto del modello HEC-RAS.**

### 3.4 RISULTATI DEL MODELLO

#### 3.4.1 Condizioni di progetto

Si è effettuata una simulazione di progetto del tratto interessato verificando il corretto dimensionamento della sezione del ponte oggetto dell'intervento con una portata corrispondente al Tr 200.

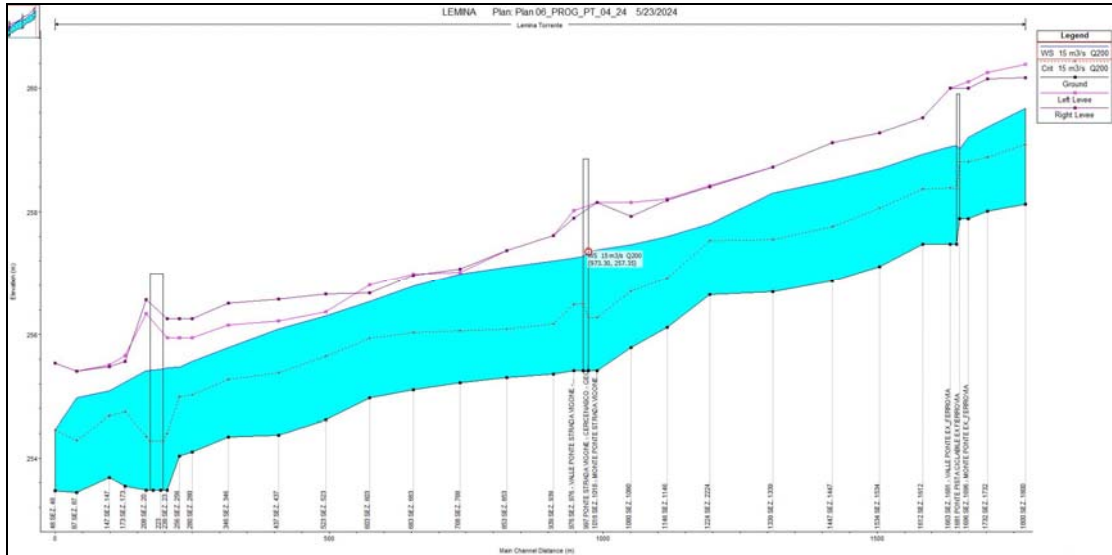


Figura 3 - Profilo completo del tratto in esame.

Di seguito si riporta in dettaglio il profilo del tratto in corrispondenza del cimitero di Vigone per la Q200.

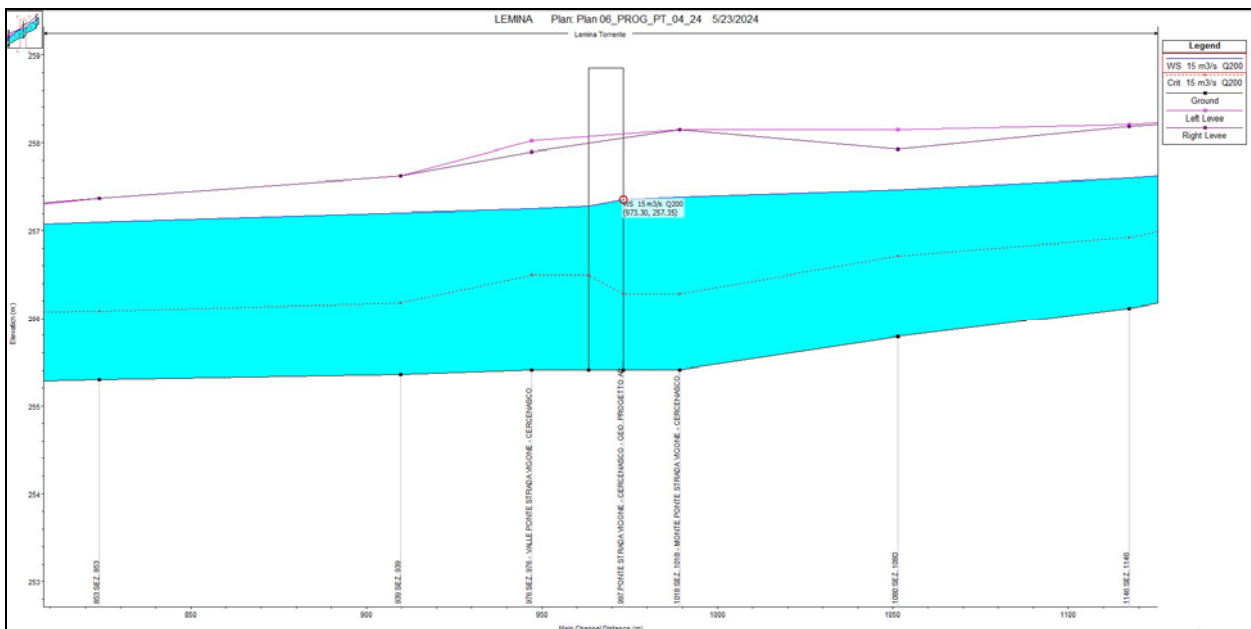


Figura 4 – Profilo del t di torrente in progetto.

La geometria del nuovo ponte, di luce netta di 8,10 m, e quota di intradosso 258,85 m s.m. garantisce un franco di sicurezza all'intradosso = 1,50 m soddisfacendo il minimo consentito da normativa calcolato per la piena con tempo di ritorno di 200 anni e con una quota del pelo libero pari a 258,35 m.

Di seguito si riporta la sezione di monte del ponte in progetto.

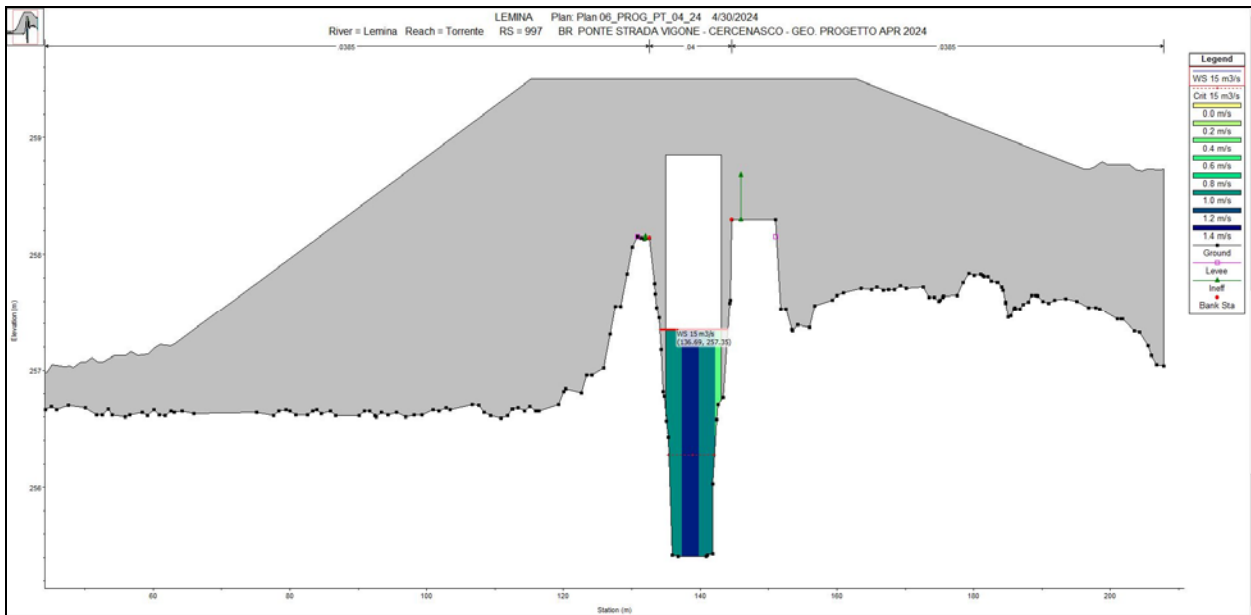


Figura 5 - Sezione di progetto di monte – Livello per Q200 di 257,35 m s.m. – Franco idraulico 1,50 m.

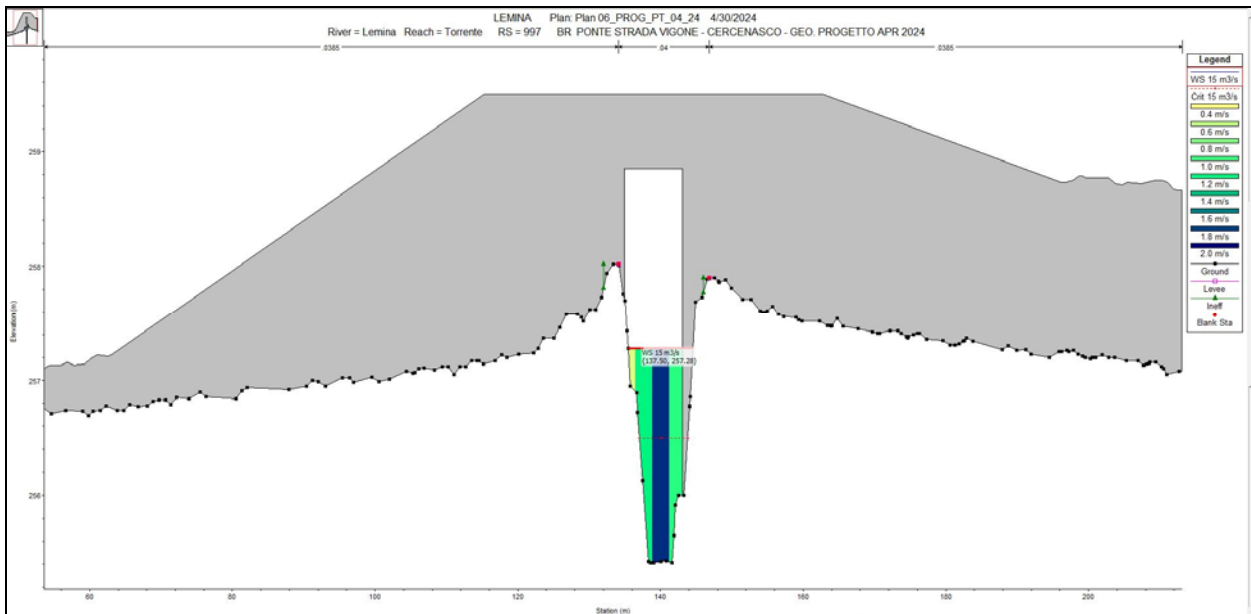


Figura 6 - Sezione di progetto di valle – Livello per Q200 di 257,28 m s.m. – Franco idraulico 1,57 m.



## 4. CONCLUSIONI

L'analisi idraulica effettuata nelle condizioni di progetto del nuovo ponte, con una luce interna netta di 8,10 m e quota dell'intradosso della soletta pari a 258,85 m s.m., dimostra l'idoneità della sezione di progetto a garantire il rispetto del franco idraulico prescritto da normativa (NTC 2018) in quanto lo stesso è pari a 150 cm.

Torino, Giugno 2024

**ALLEGATI**



**ALLEGATO 1**

**– Analisi idrauliche Condizione di progetto**











1339

1146

1080

1018

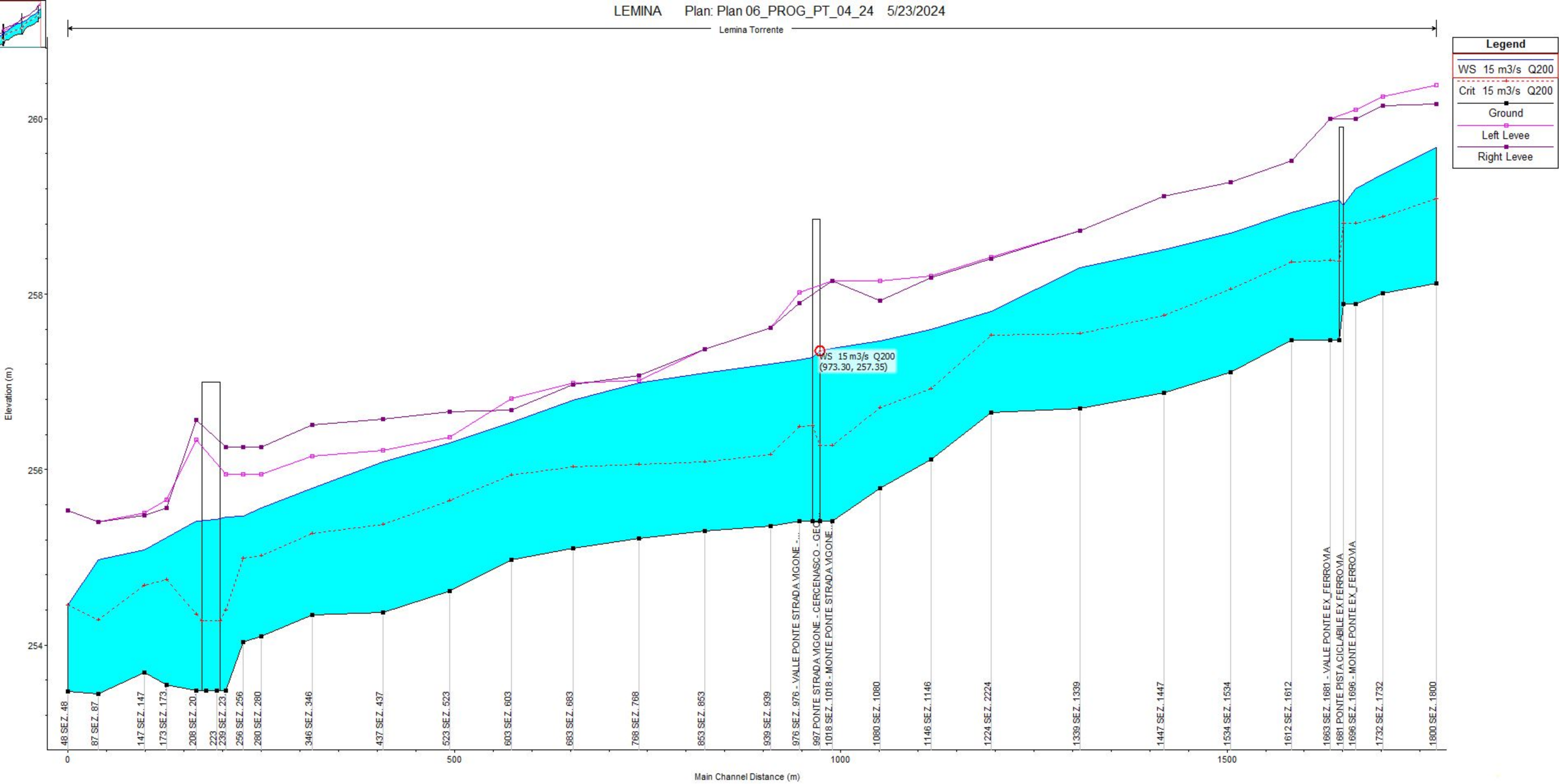
976

939

853

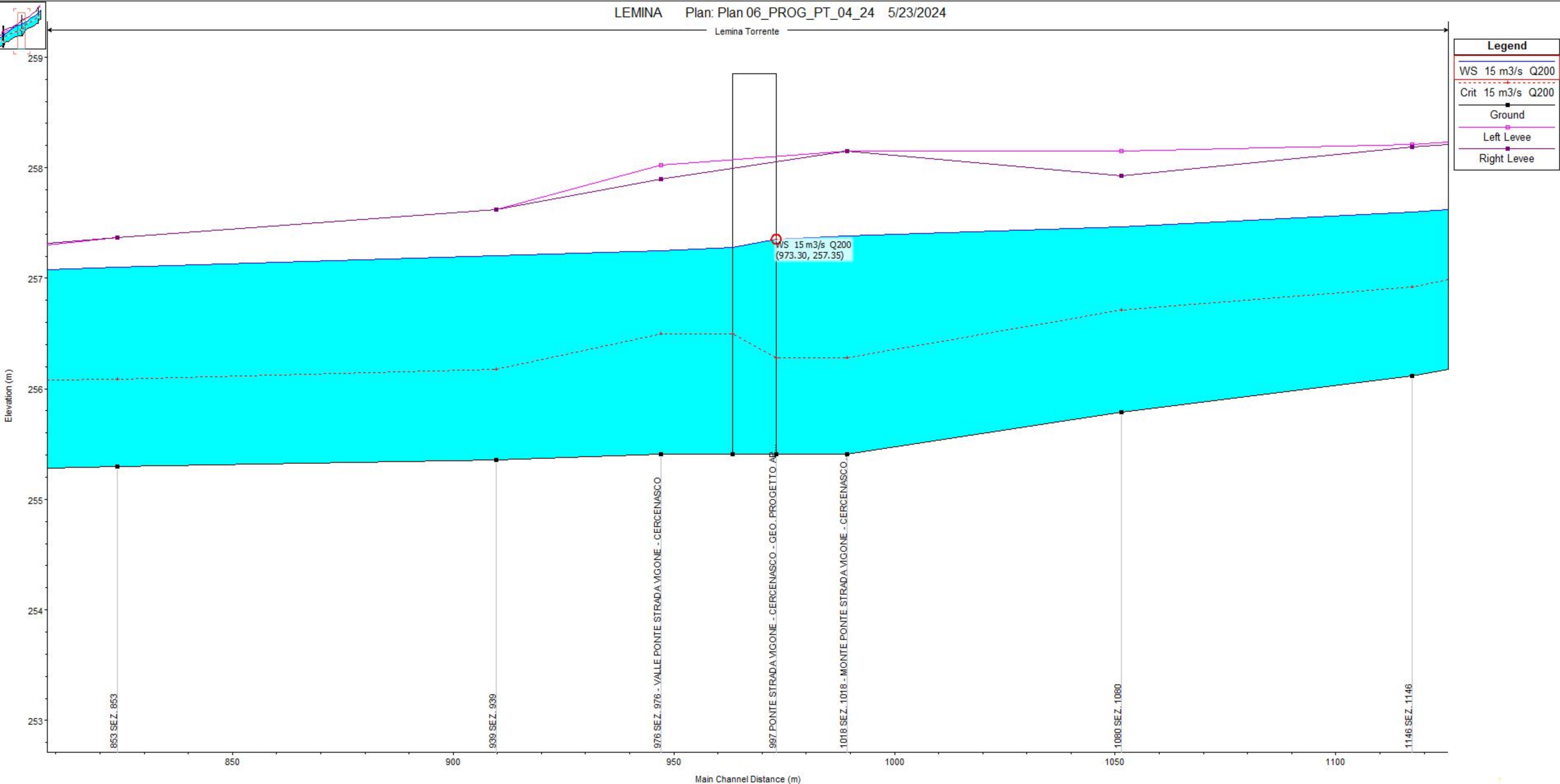
768

683



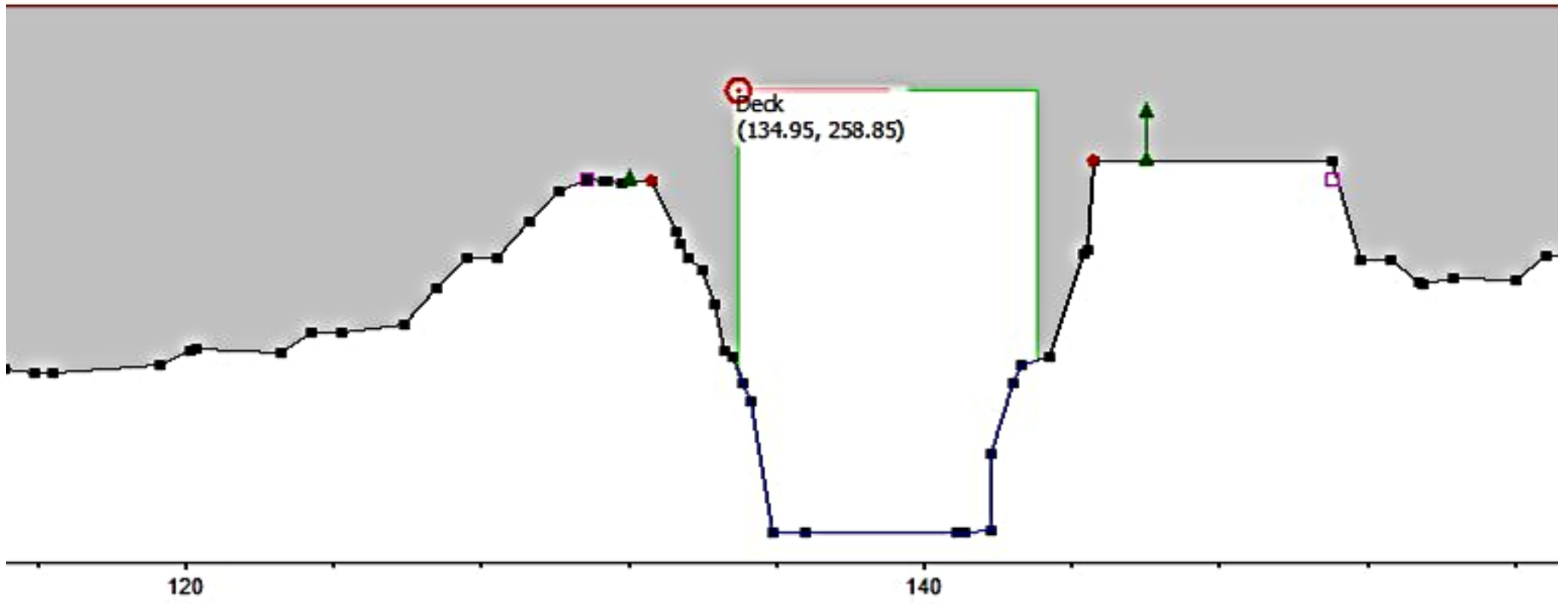


Lemina Torrente

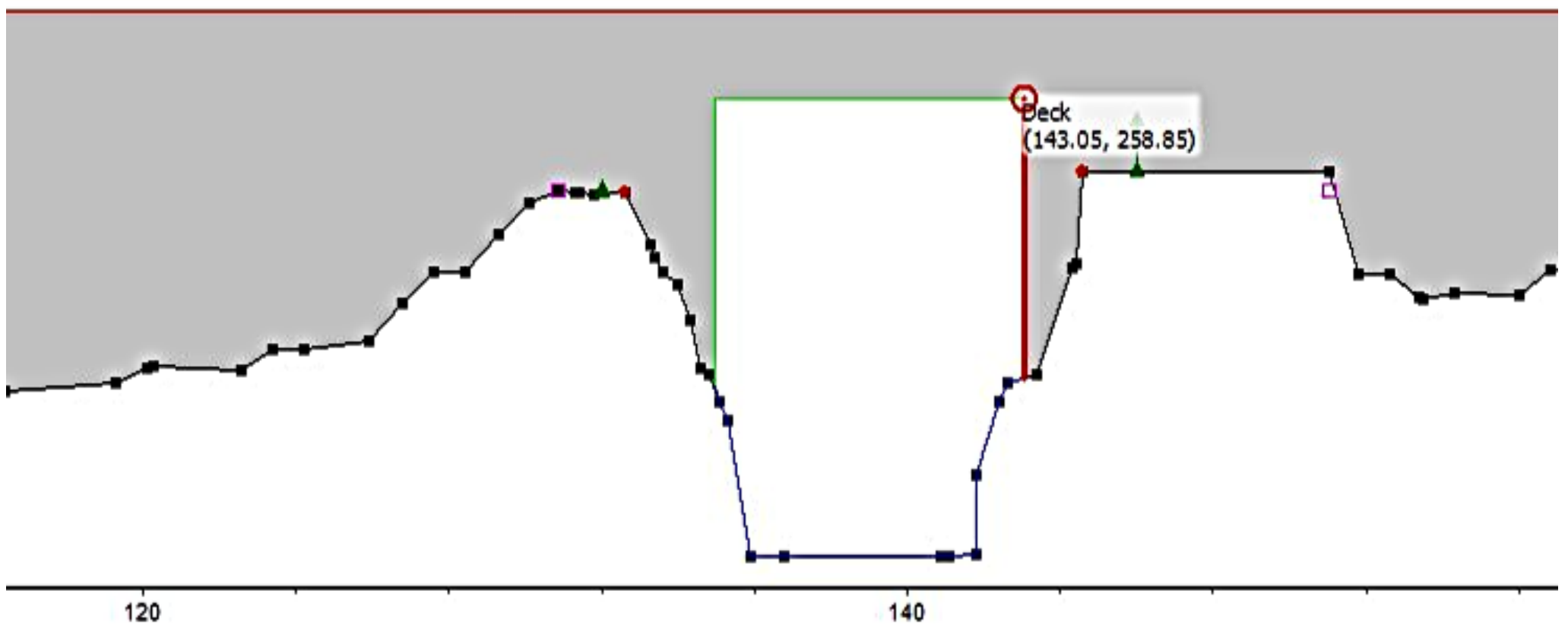


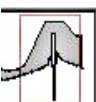
Legend	
WS 15 m3/s Q200	(Solid Blue Line)
Crit 15 m3/s Q200	(Dashed Red Line)
Ground	(Black Line with Square Markers)
Left Levee	(Magenta Line with Square Markers)
Right Levee	(Purple Line with Square Markers)

RS=997 Upstream (Bridge)

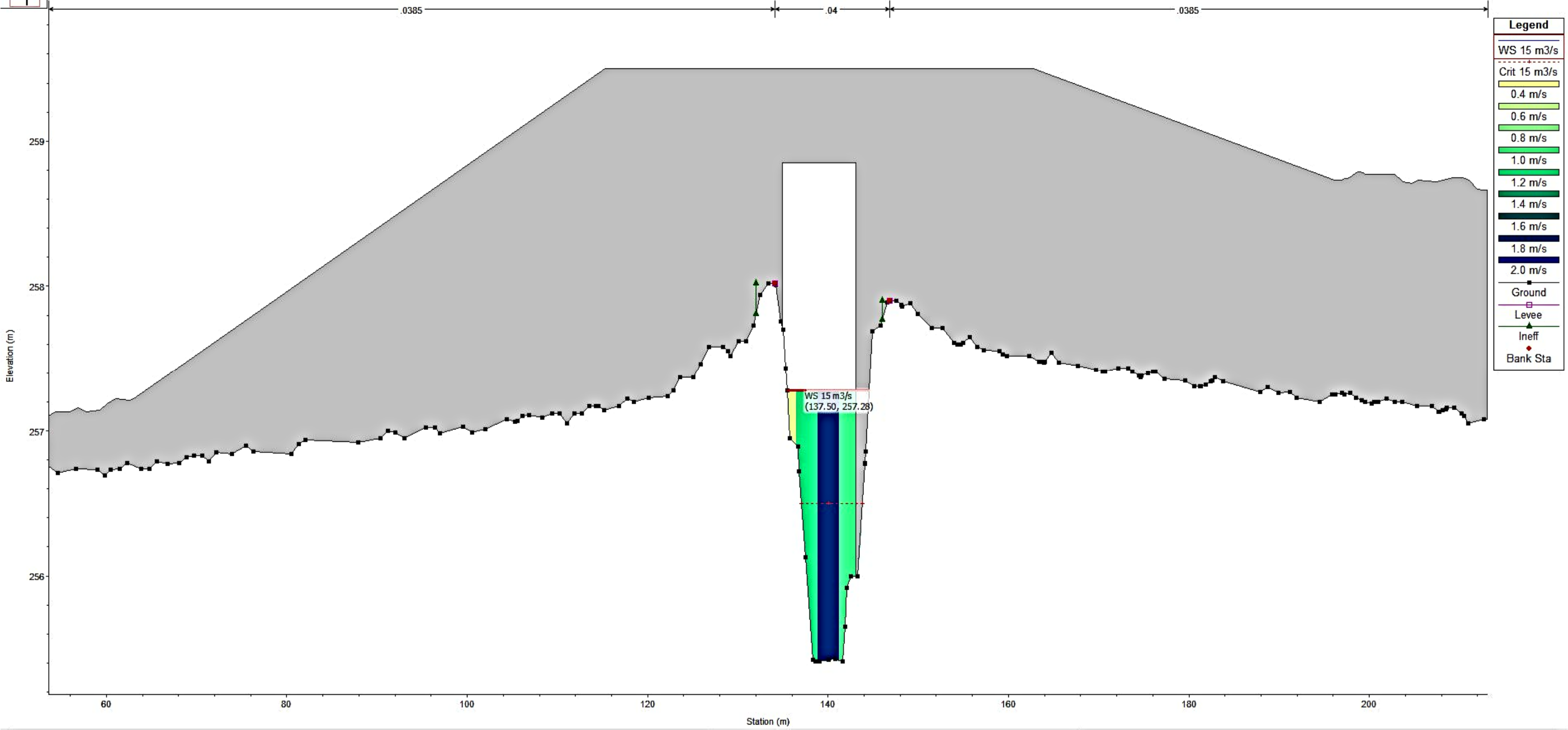


RS=997 Upstream (Bridge)





LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 4/30/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 997 BR PONTE STRADA VIGONE - CERCENASCO - GEO. PROGETTO APR 2024



Legend	
WS 15 m <sup>3</sup> /s	(Dashed red line)
Crit 15 m <sup>3</sup> /s	(Dotted red line)
0.4 m/s	(Yellow)
0.6 m/s	(Light Green)
0.8 m/s	(Green)
1.0 m/s	(Dark Green)
1.2 m/s	(Dark Green)
1.4 m/s	(Dark Green)
1.6 m/s	(Dark Green)
1.8 m/s	(Dark Blue)
2.0 m/s	(Dark Blue)
Ground	(Black square)
Levee	(Purple square)
Ineff	(Green triangle)
Bank Sta	(Red circle)

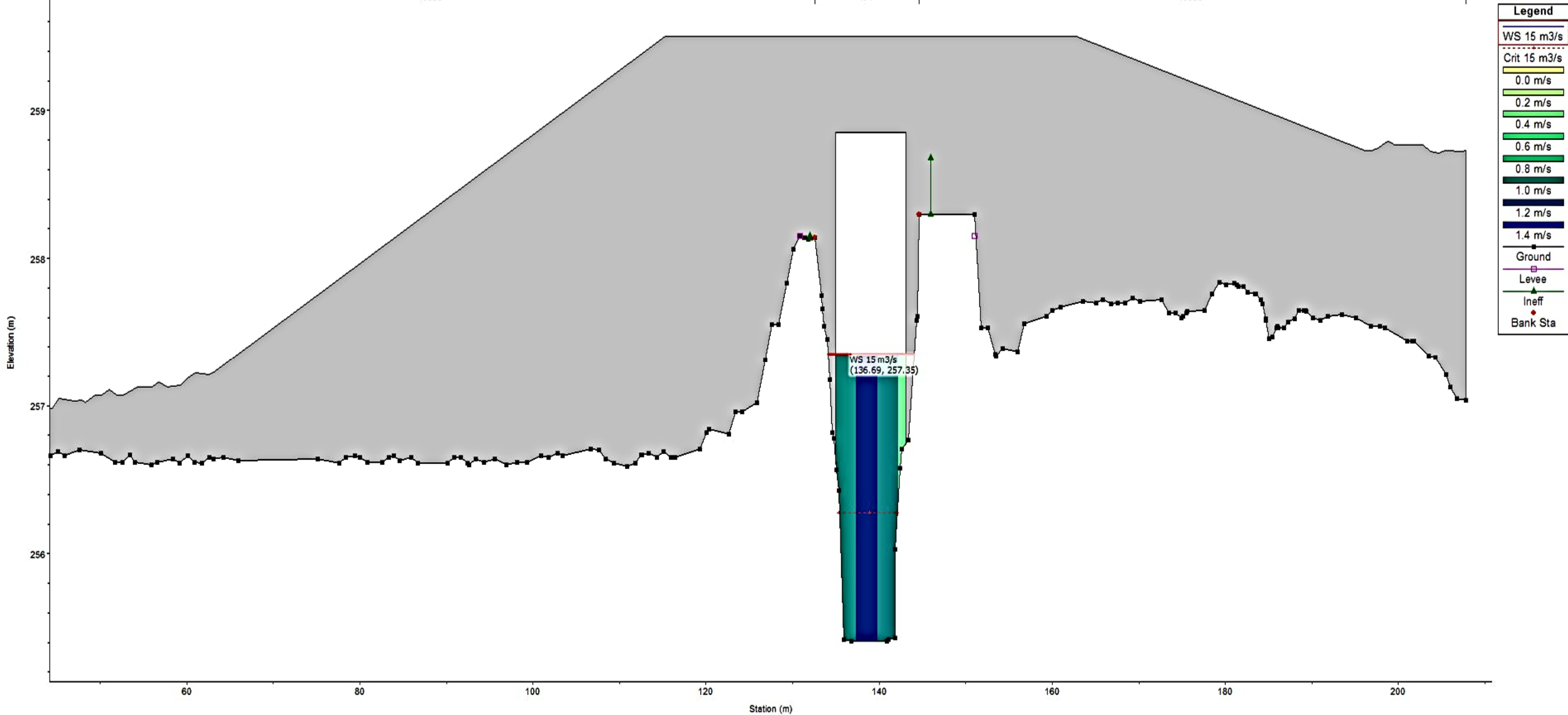


River = Lemina Reach = Torrente LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 4/30/2024  
RS = 997 BR PONTE STRADA VIGONE - CERCENASCO - GEO. PROGETTO APR 2024

.0385

.04

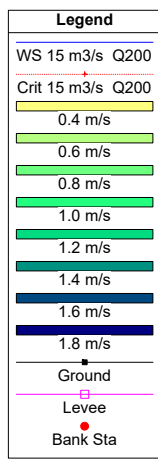
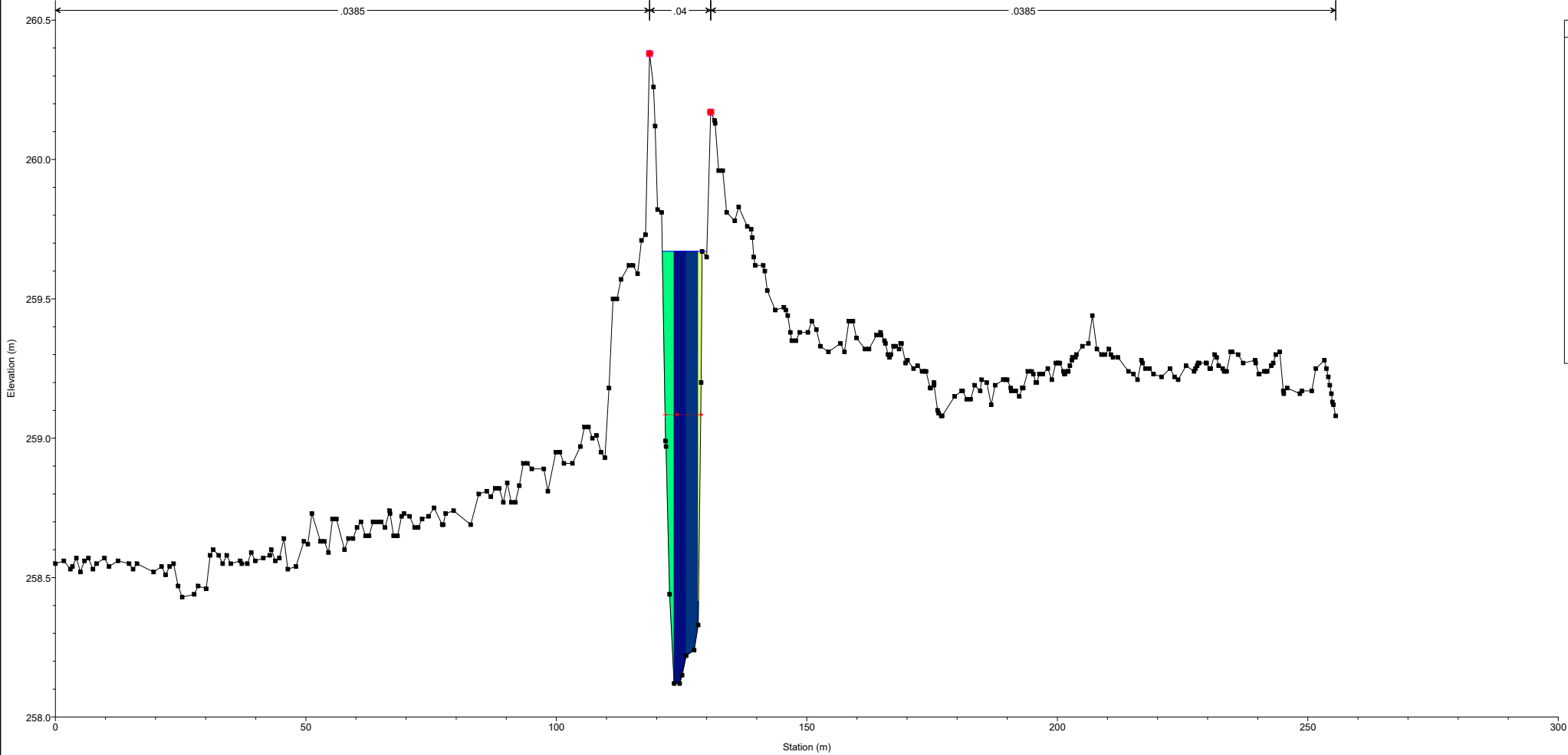
.0385



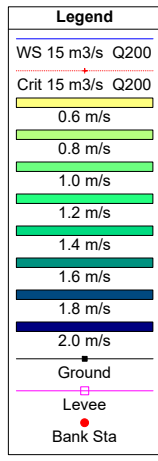
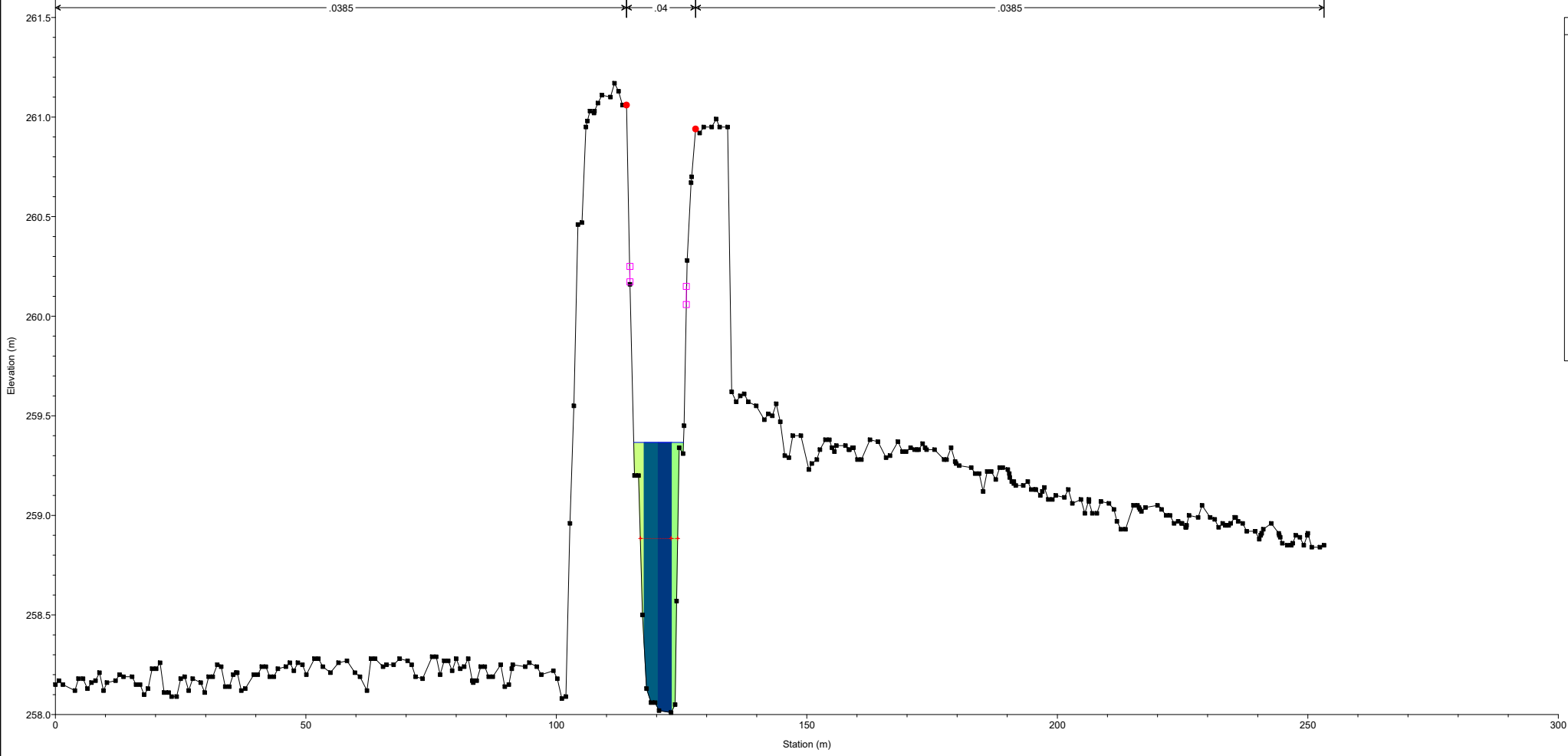
- Legend**
- WS 15 m3/s
  - Crit 15 m3/s
  - 0.0 m/s
  - 0.2 m/s
  - 0.4 m/s
  - 0.6 m/s
  - 0.8 m/s
  - 1.0 m/s
  - 1.2 m/s
  - 1.4 m/s
  - Ground
  - Levee
  - Ineff
  - Bank Sta

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
Torrente	1800	15 m3/s Q200	15.00	258.12	259.67	259.08	259.79	0.003826	1.52	9.90	8.90	0.46
Torrente	1732	15 m3/s Q200	15.00	258.01	259.37	258.88	259.49	0.004874	1.58	9.52	9.94	0.51
Torrente	1696	15 m3/s Q200	15.00	257.89	259.20	258.81	259.33	0.004414	1.61	9.34	9.56	0.51
Torrente	1681		Bridge									
Torrente	1663	15 m3/s Q200	15.00	257.48	259.05	258.38	259.13	0.001948	1.25	12.04	9.75	0.35
Torrente	1612	15 m3/s Q200	15.00	257.48	258.93	258.36	259.02	0.002692	1.31	11.41	10.36	0.40
Torrente	1534	15 m3/s Q200	15.00	257.11	258.69	258.06	258.80	0.002891	1.41	10.61	8.84	0.41
Torrente	1447	15 m3/s Q200	15.00	256.88	258.51	257.76	258.58	0.001958	1.19	12.58	10.14	0.34
Torrente	1339	15 m3/s Q200	15.00	256.70	258.30	257.55	258.37	0.001929	1.21	12.45	9.64	0.34
Torrente	1224	15 m3/s Q200	15.00	256.65	257.81	257.53	257.98	0.006951	1.86	8.05	8.72	0.62
Torrente	1146	15 m3/s Q200	15.00	256.12	257.60	256.92	257.68	0.002146	1.23	12.20	9.97	0.35
Torrente	1080	15 m3/s Q200	15.00	255.79	257.46	256.71	257.54	0.002019	1.23	12.23	9.57	0.35
Torrente	1018	15 m3/s Q200	15.00	255.41	257.38	256.28	257.43	0.001293	1.02	14.64	10.00	0.27
Torrente	997		Bridge									
Torrente	976	15 m3/s Q200	15.00	255.41	257.25	256.49	257.34	0.002558	1.33	11.28	9.00	0.38
Torrente	939	15 m3/s Q200	15.00	255.36	257.21	256.17	257.26	0.001290	1.03	14.56	10.07	0.27
Torrente	853	15 m3/s Q200	15.00	255.30	257.10	256.09	257.15	0.001194	1.02	14.73	9.87	0.27
Torrente	768	15 m3/s Q200	15.00	255.22	256.98	256.06	257.04	0.001525	1.04	14.38	11.74	0.30
Torrente	683	15 m3/s Q200	15.00	255.10	256.79	256.03	256.87	0.002549	1.26	11.89	10.60	0.38
Torrente	603	15 m3/s Q200	15.00	254.97	256.54	255.94	256.64	0.003363	1.39	10.77	10.53	0.44
Torrente	523	15 m3/s Q200	15.00	254.62	256.30	255.64	256.40	0.002615	1.35	11.08	8.98	0.39
Torrente	437	15 m3/s Q200	15.00	254.37	256.09	255.37	256.17	0.002536	1.26	11.86	10.60	0.38
Torrente	346	15 m3/s Q200	15.00	254.34	255.78	255.28	255.89	0.003698	1.47	10.24	9.77	0.46
Torrente	280	15 m3/s Q200	15.00	254.10	255.56	255.01	255.67	0.003127	1.42	10.59	9.47	0.43
Torrente	256	15 m3/s Q200	15.00	254.03	255.47	254.99	255.58	0.003776	1.48	10.16	9.83	0.46
Torrente	239	15 m3/s Q200	15.00	253.48	255.46	254.40	255.53	0.001214	1.13	13.30	9.61	0.27
Torrente	223		Culvert									
Torrente	208	15 m3/s Q200	15.00	253.48	255.42	254.36	255.49	0.001614	1.18	12.72	8.70	0.29
Torrente	173	15 m3/s Q200	15.00	253.55	255.23	254.75	255.38	0.004734	1.72	8.72	7.59	0.51
Torrente	147	15 m3/s Q200	15.00	253.69	255.08	254.69	255.23	0.005982	1.69	8.87	10.01	0.57
Torrente	87	15 m3/s Q200	15.00	253.44	254.98	254.29	255.03	0.001610	1.06	14.11	11.98	0.31
Torrente	48	15 m3/s Q200	15.00	253.47	254.46	254.46	254.85	0.019099	2.76	5.43	6.98	1.00

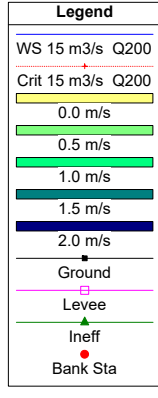
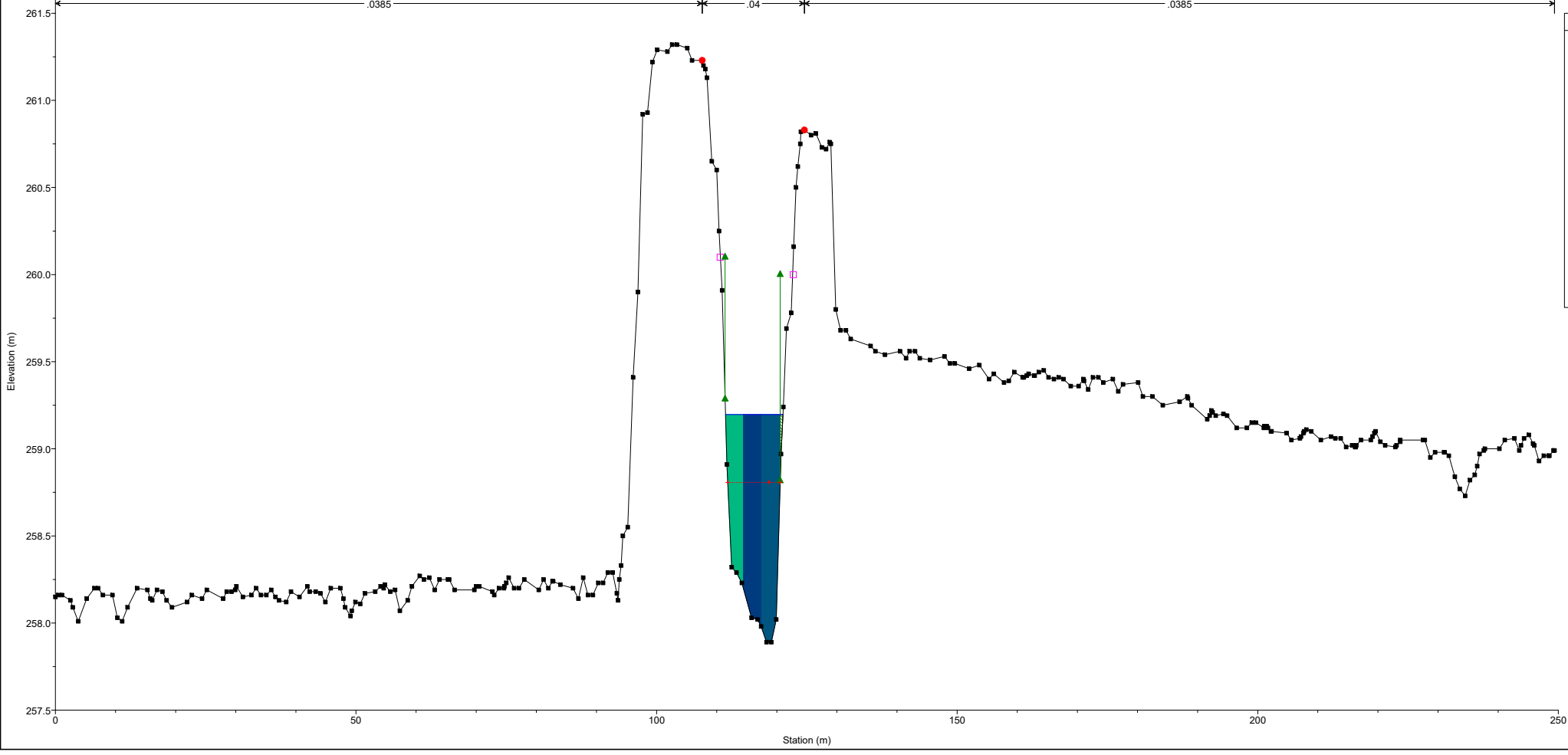
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 1800 SEZ. 1800



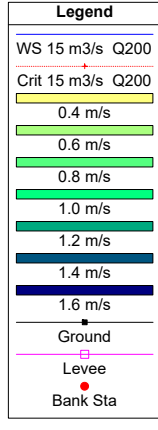
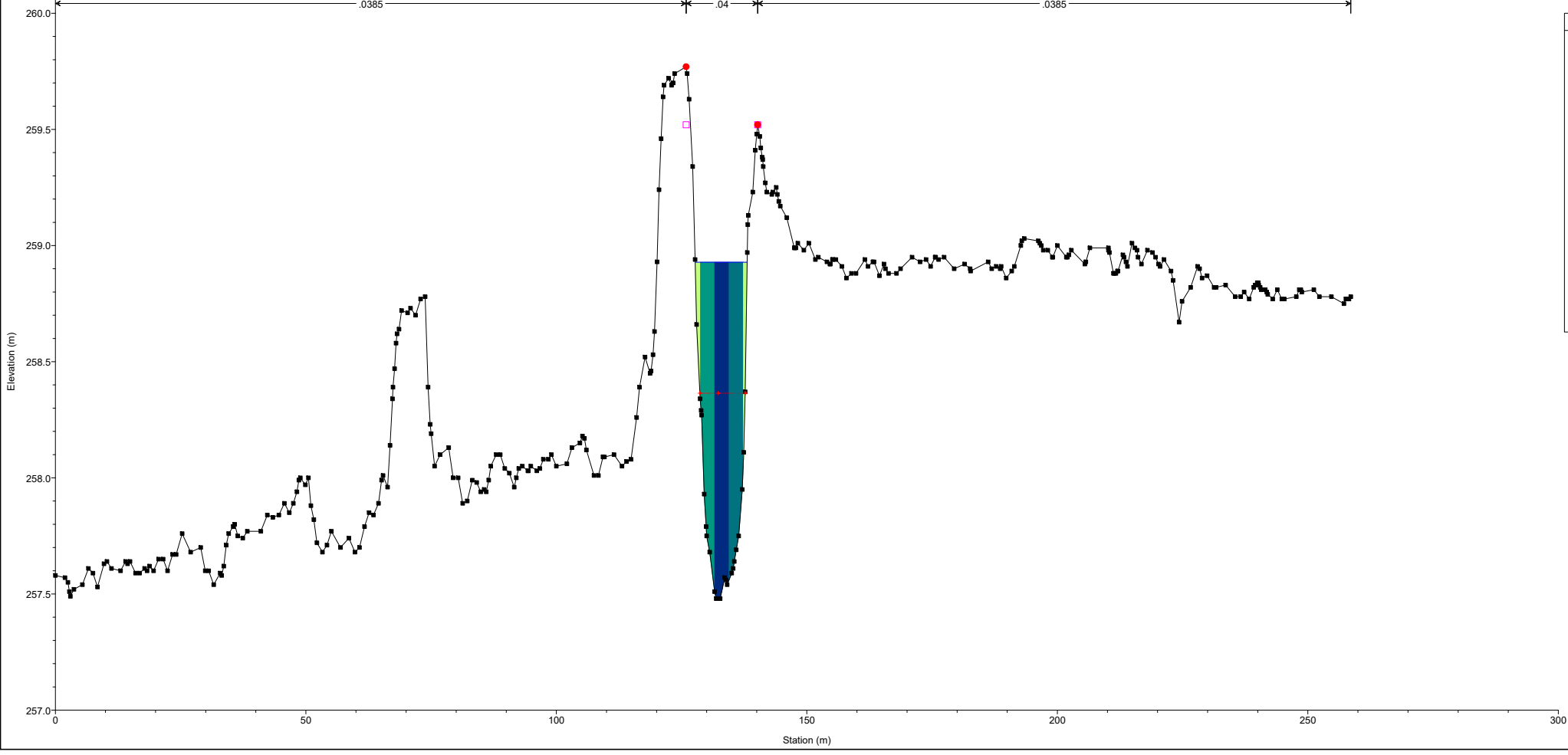
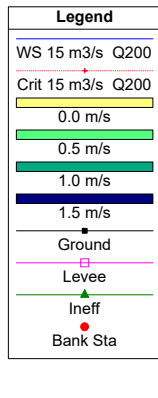
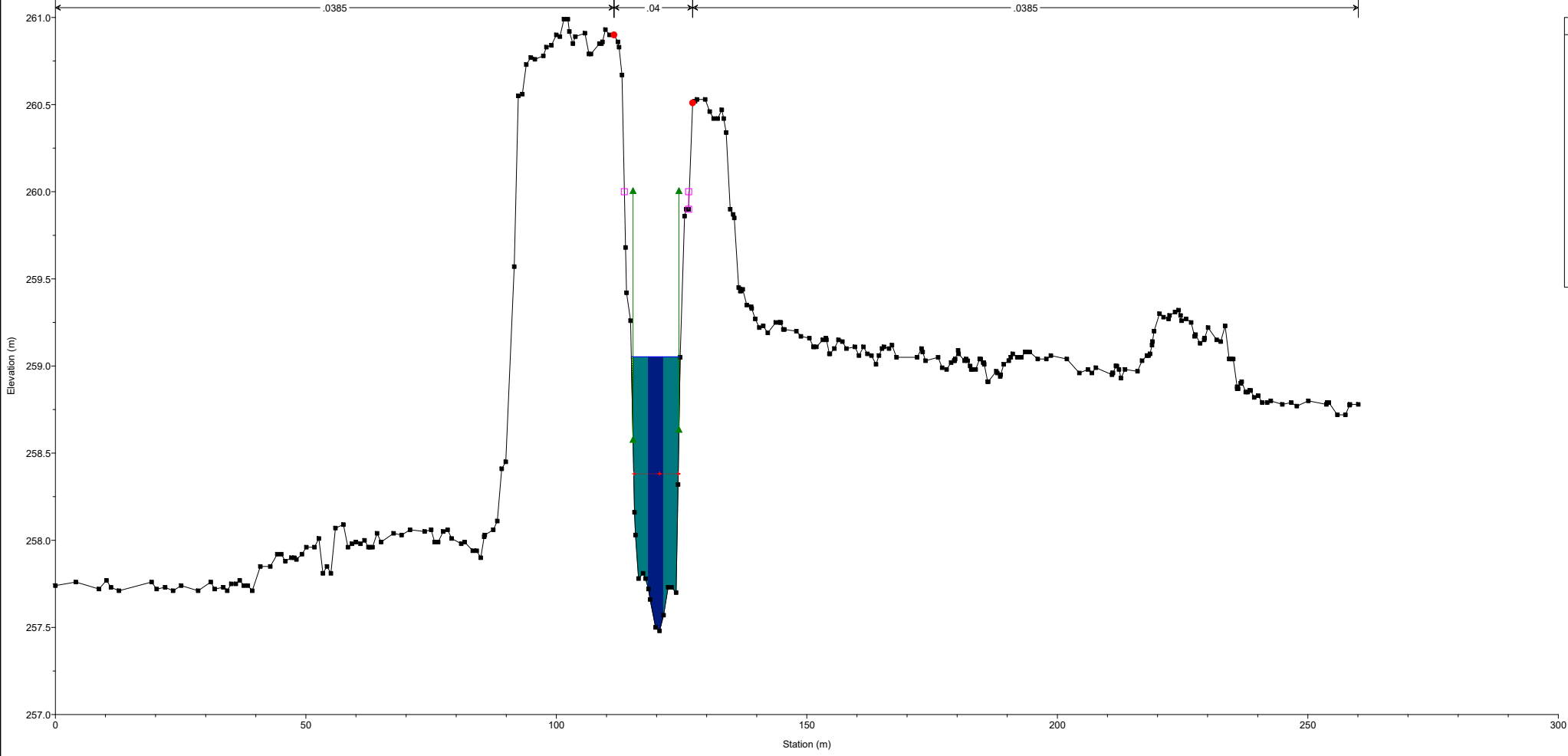
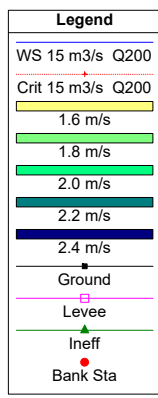
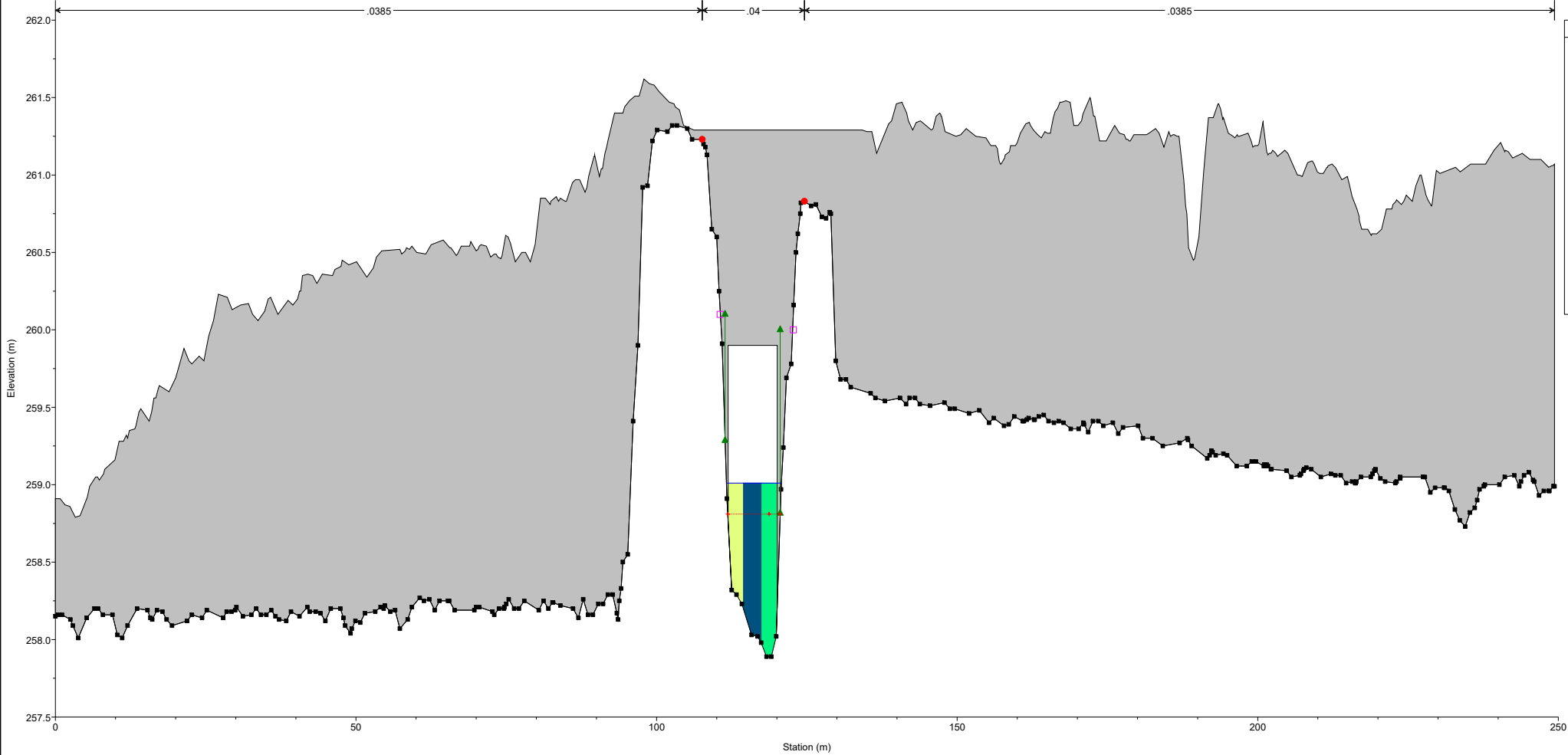
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 1732 SEZ. 1732



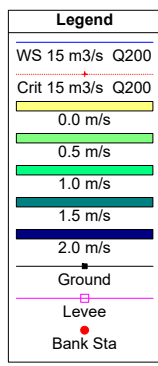
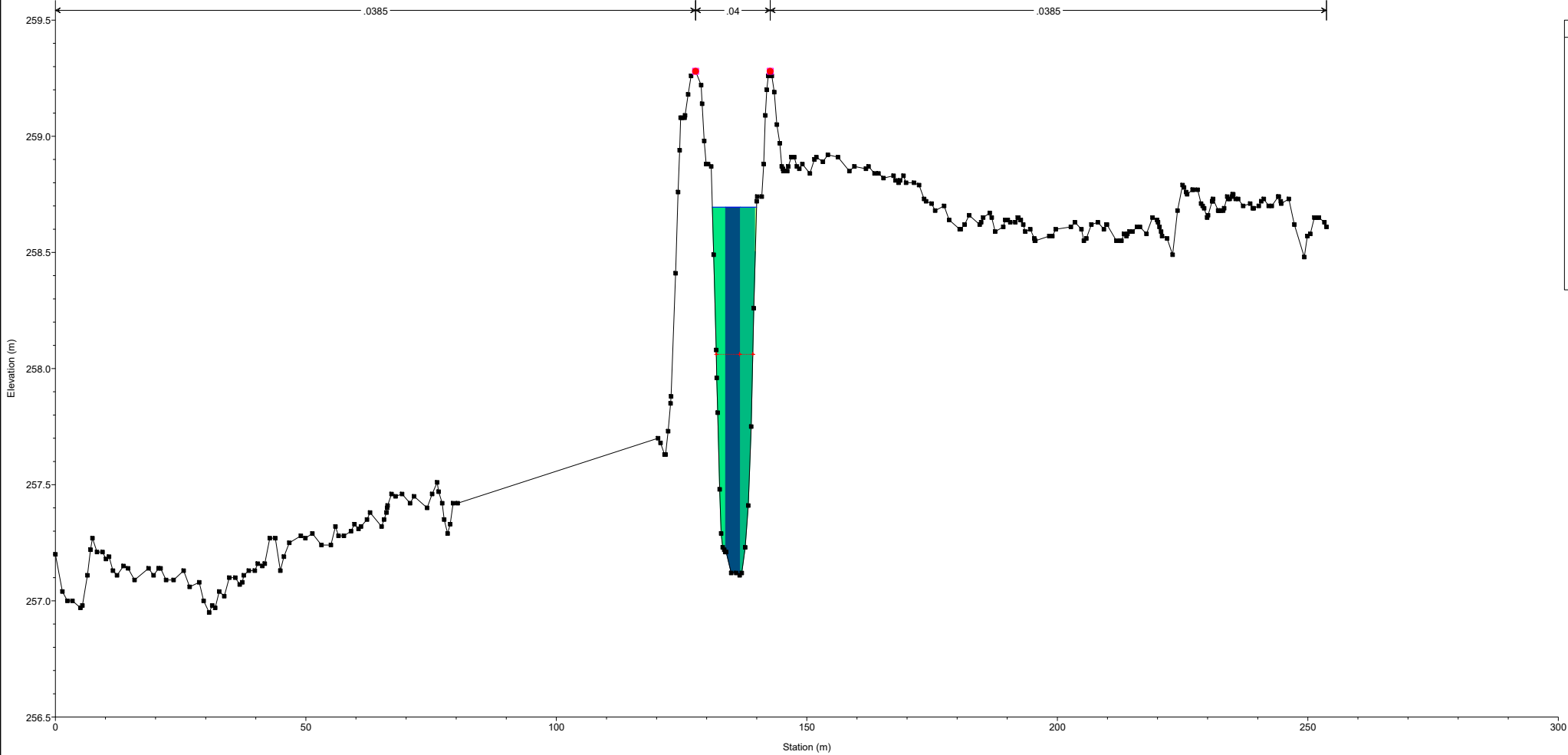
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 1696 SEZ. 1696 - MONTE PONTE EX FERROVIA



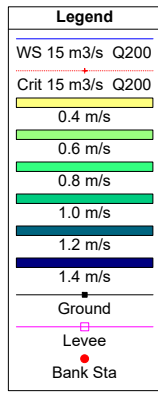
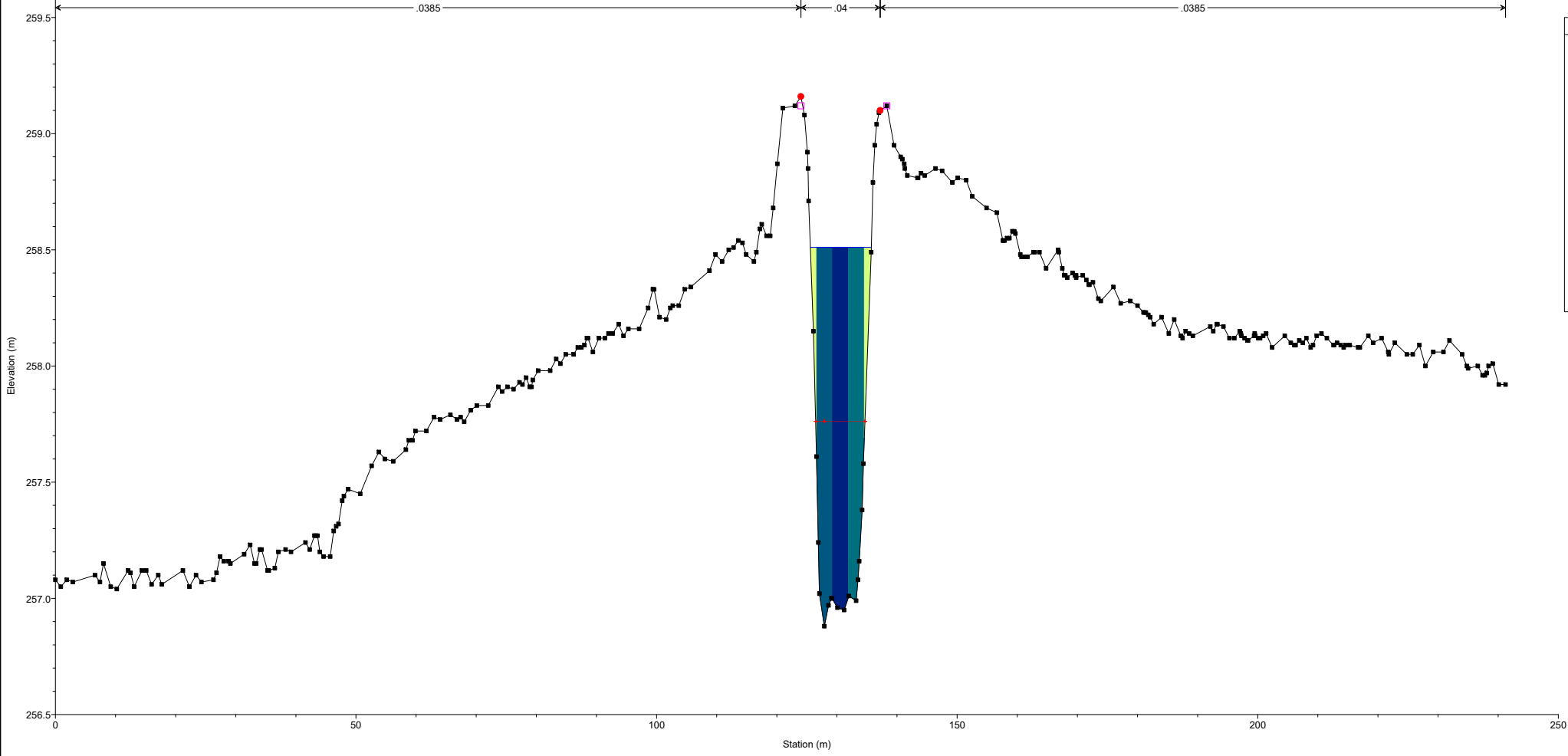




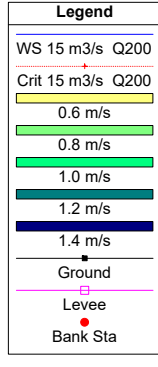
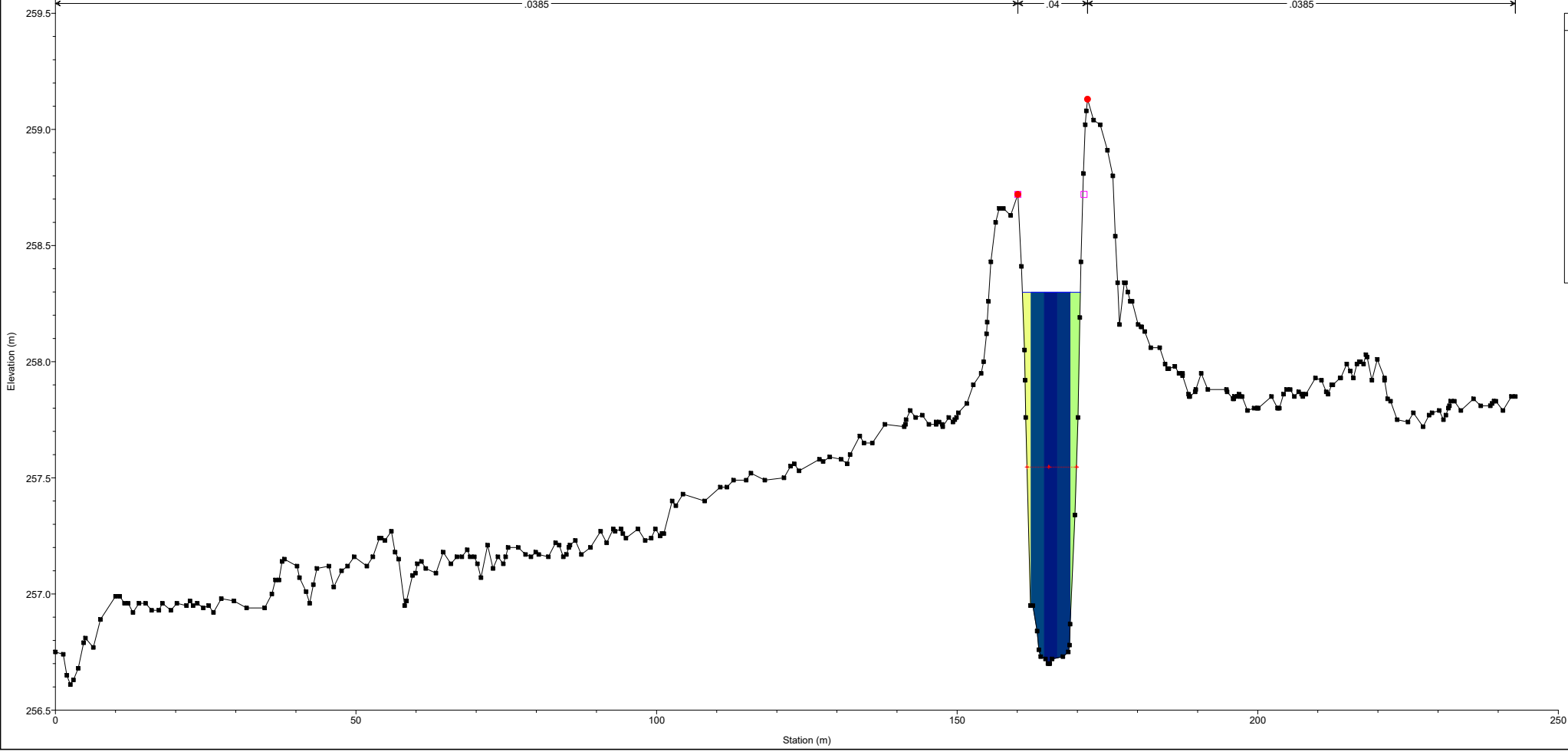
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 1534 SEZ. 1534



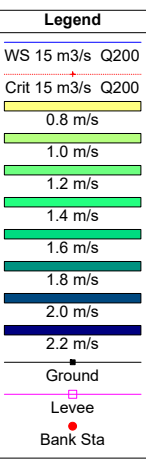
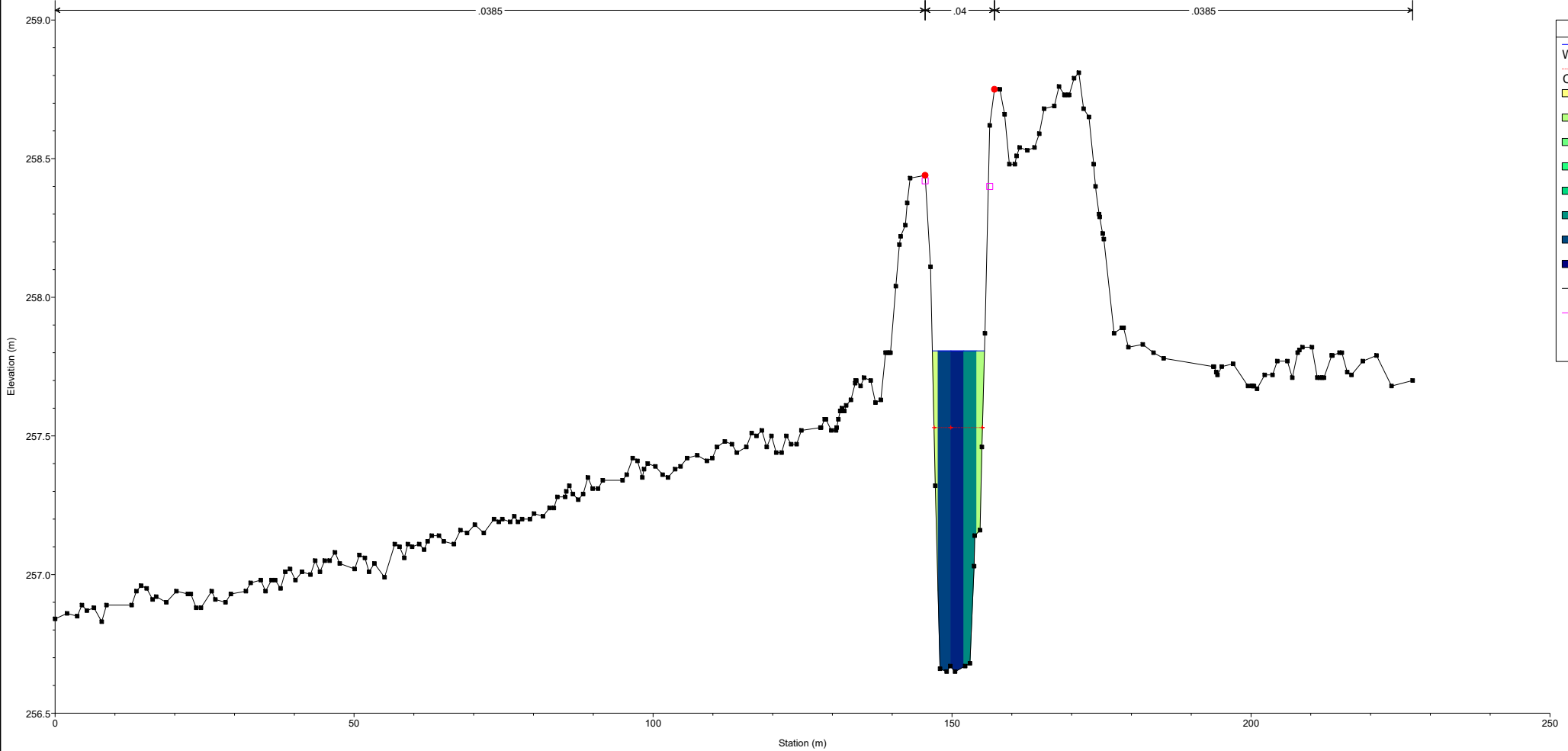
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 1447 SEZ. 1447



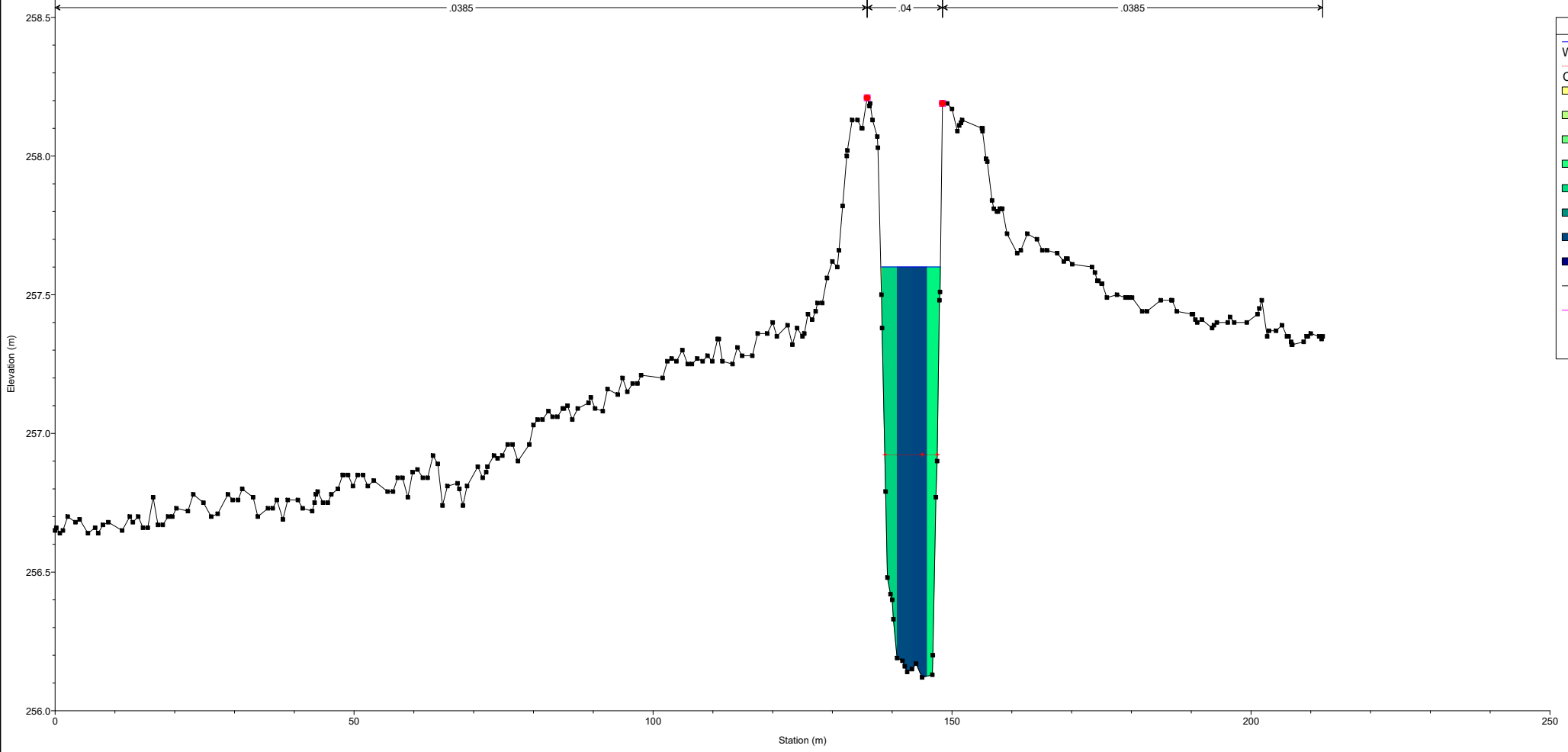
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 1339 SEZ. 1339



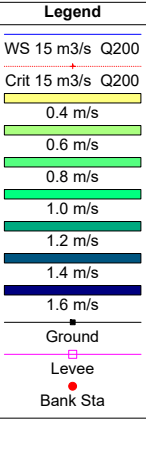
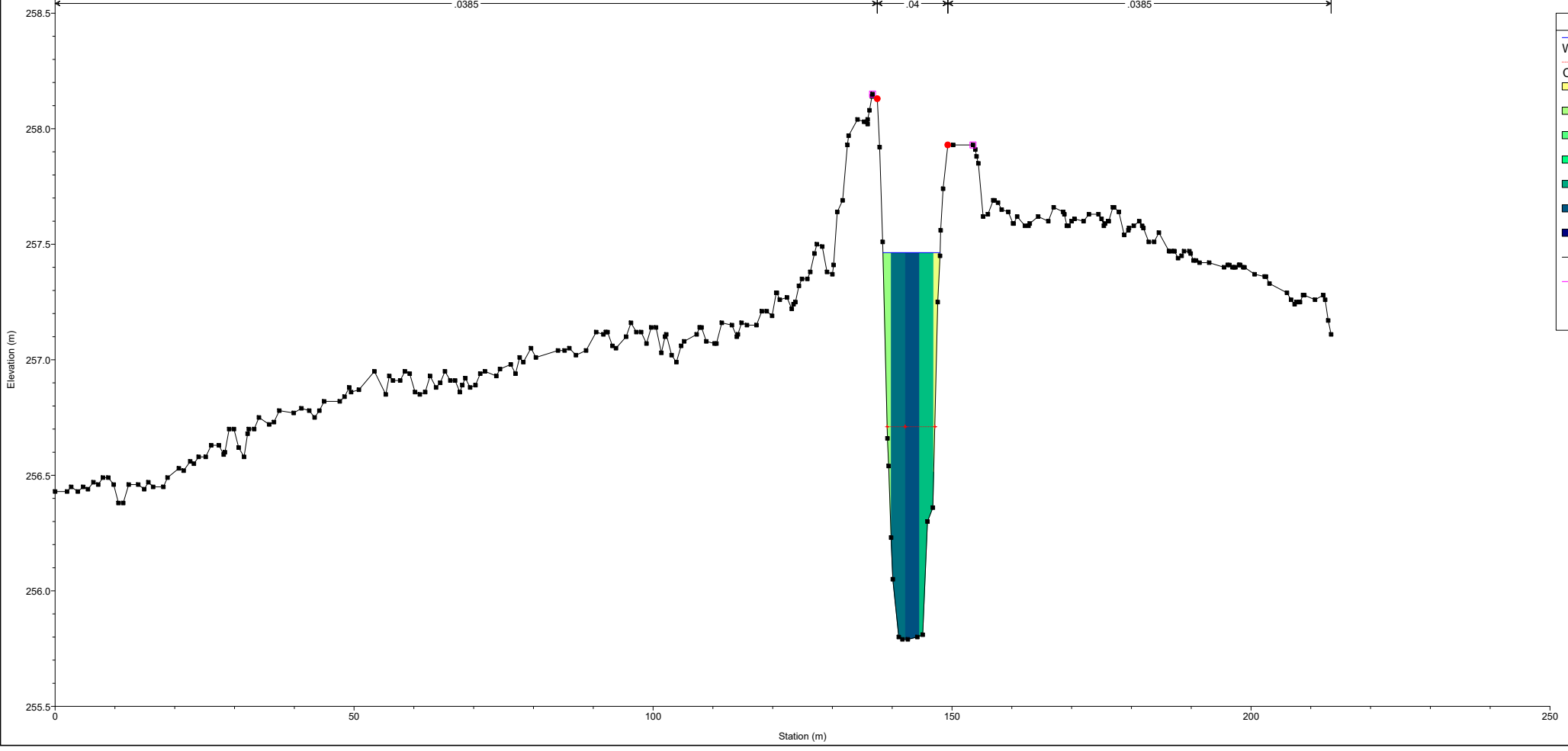
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 1224 SEZ. 2224

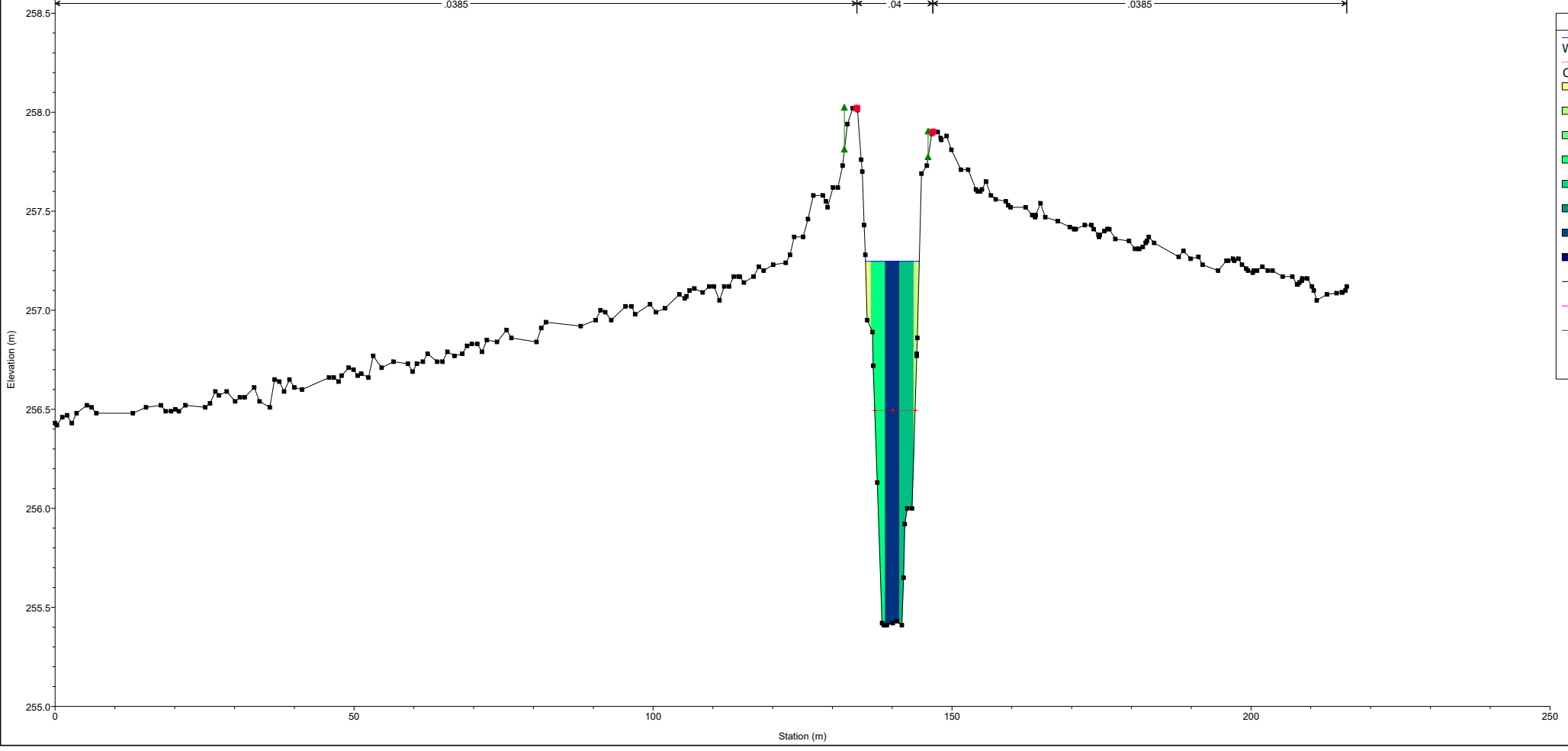
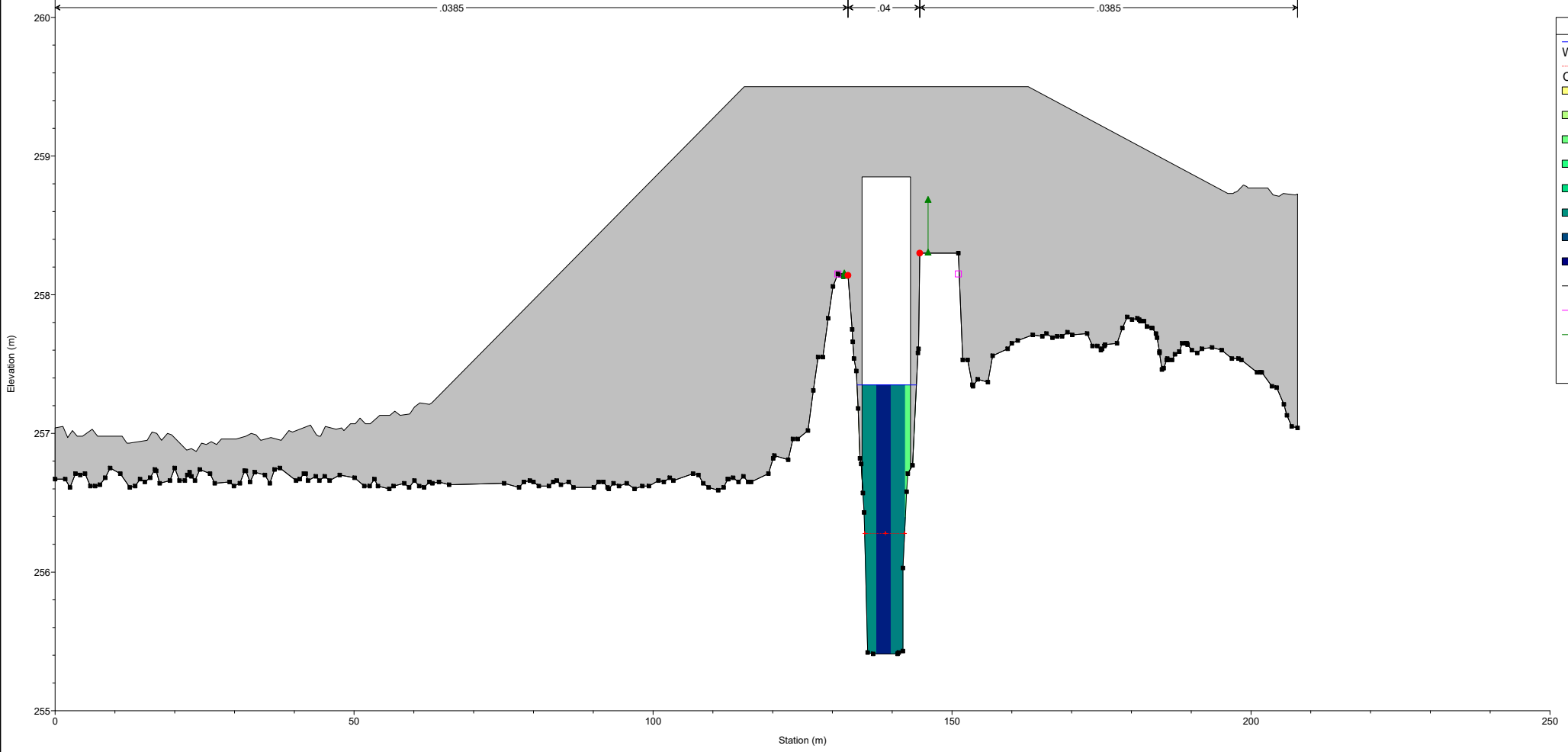
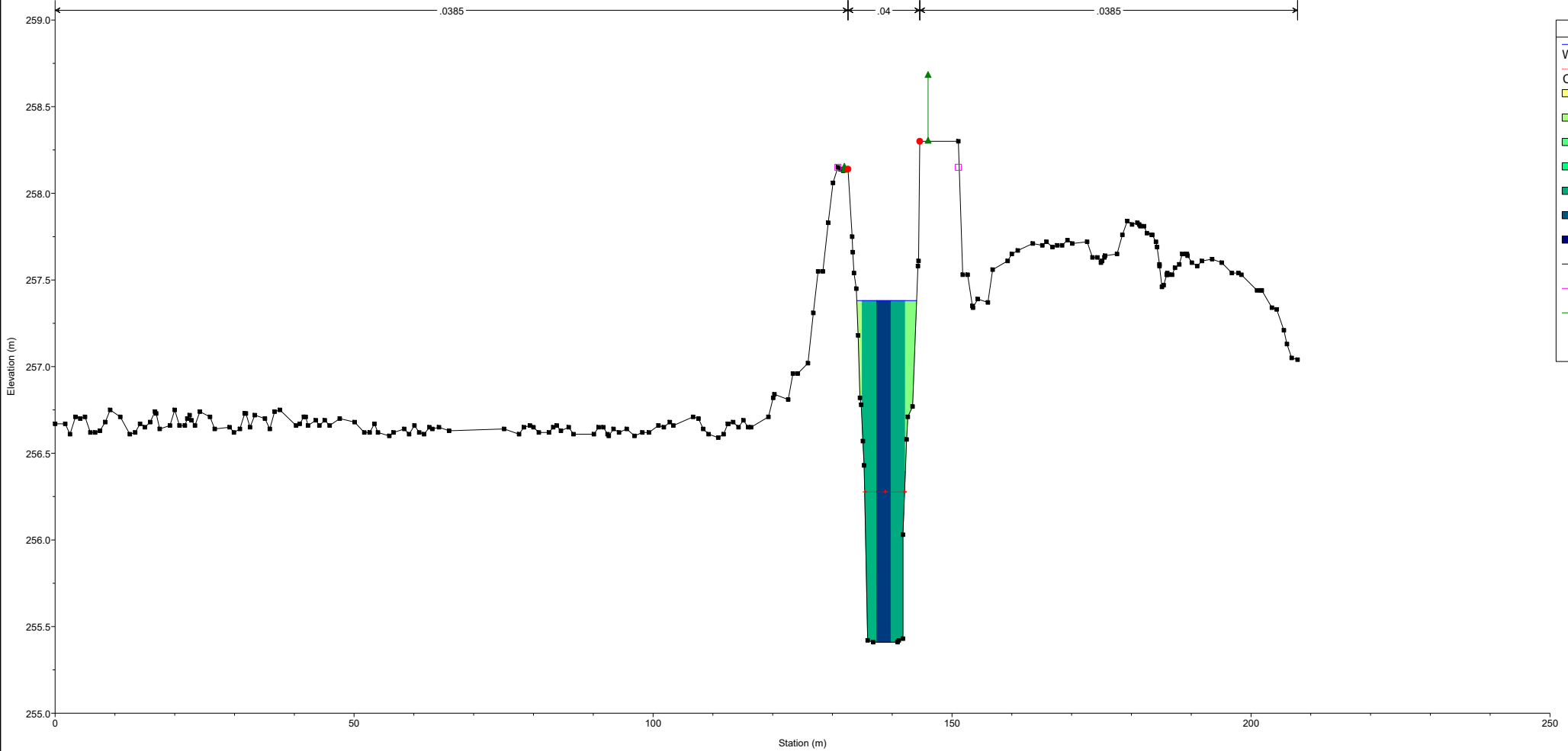


LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 1146 SEZ. 1146

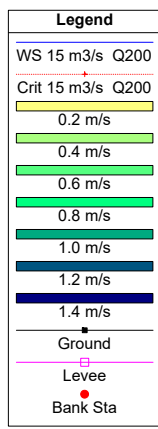
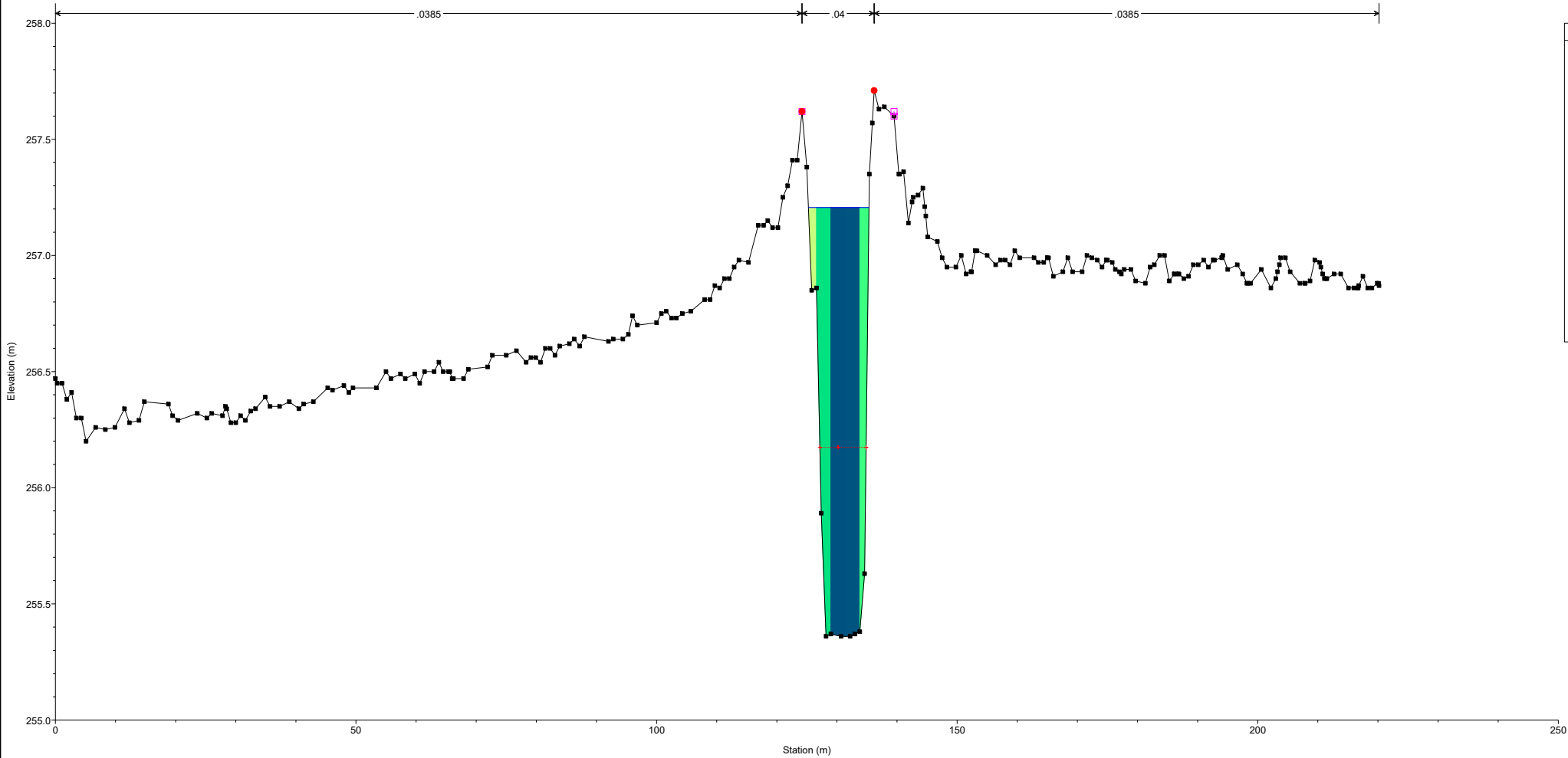


LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 1080 SEZ. 1080

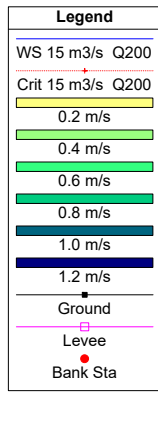
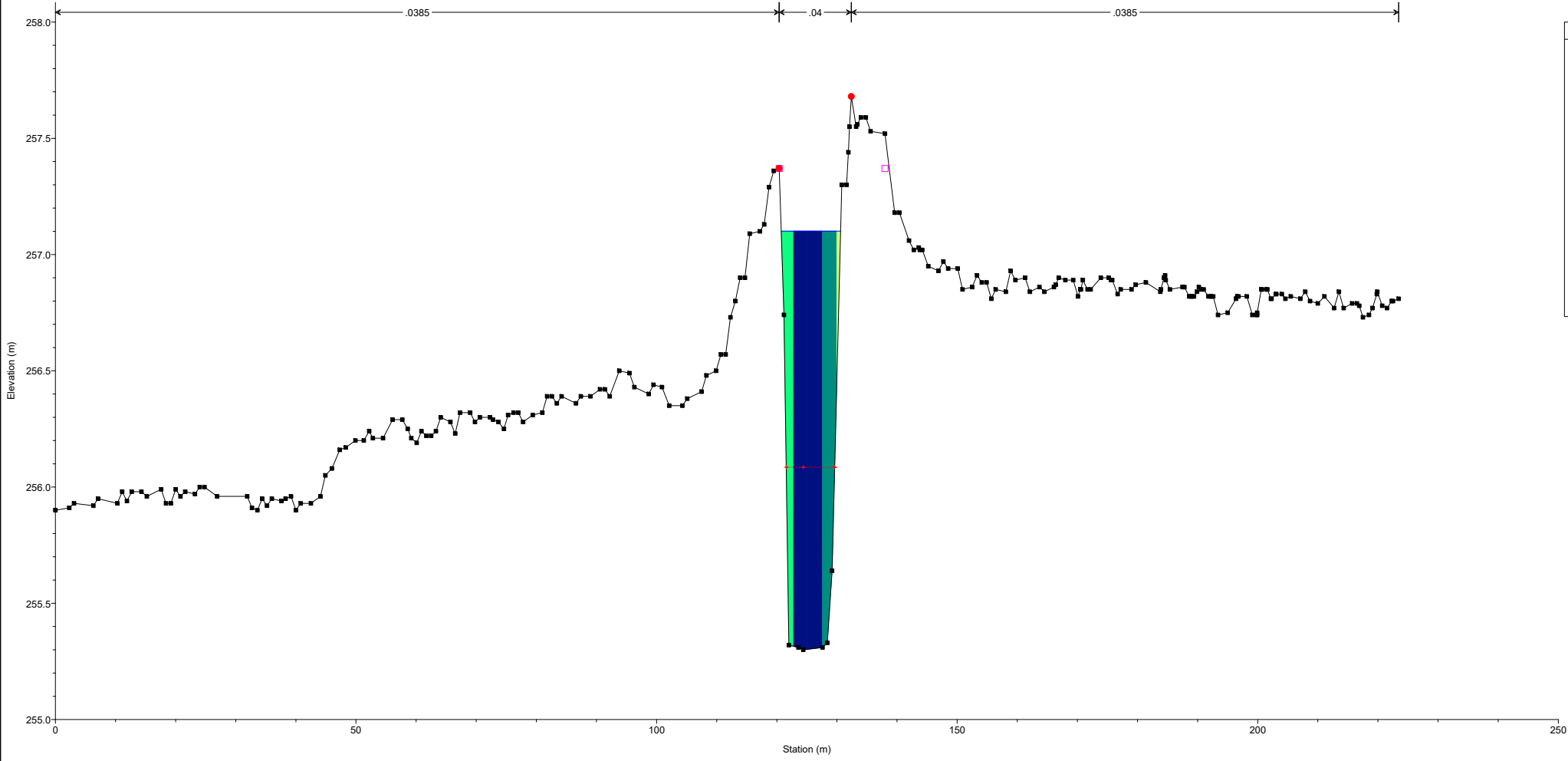




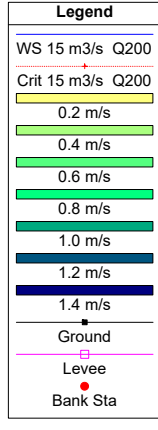
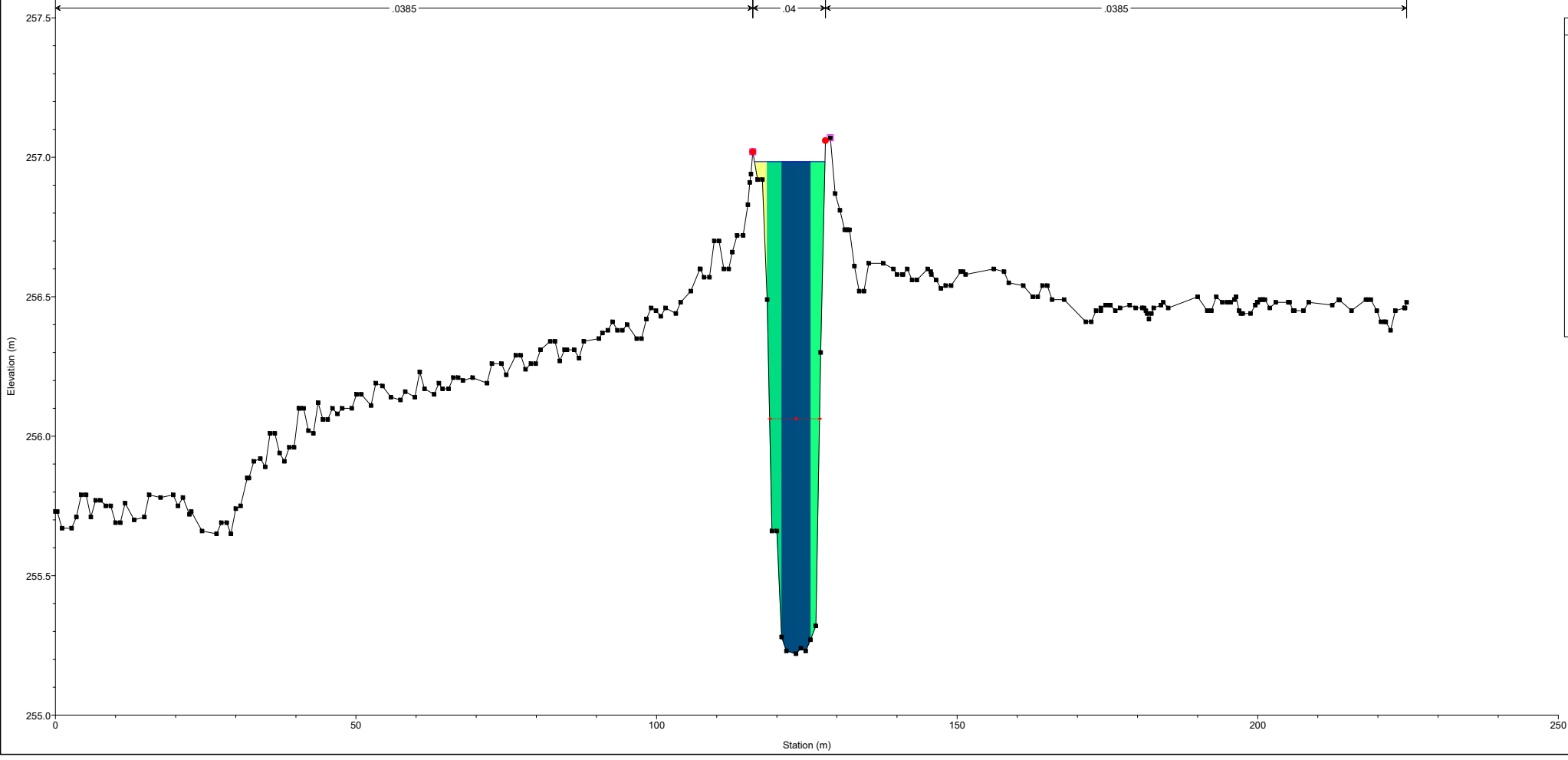
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 939 SEZ. 939



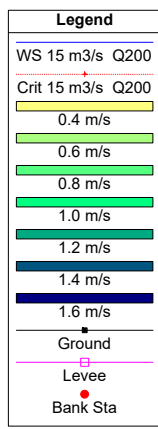
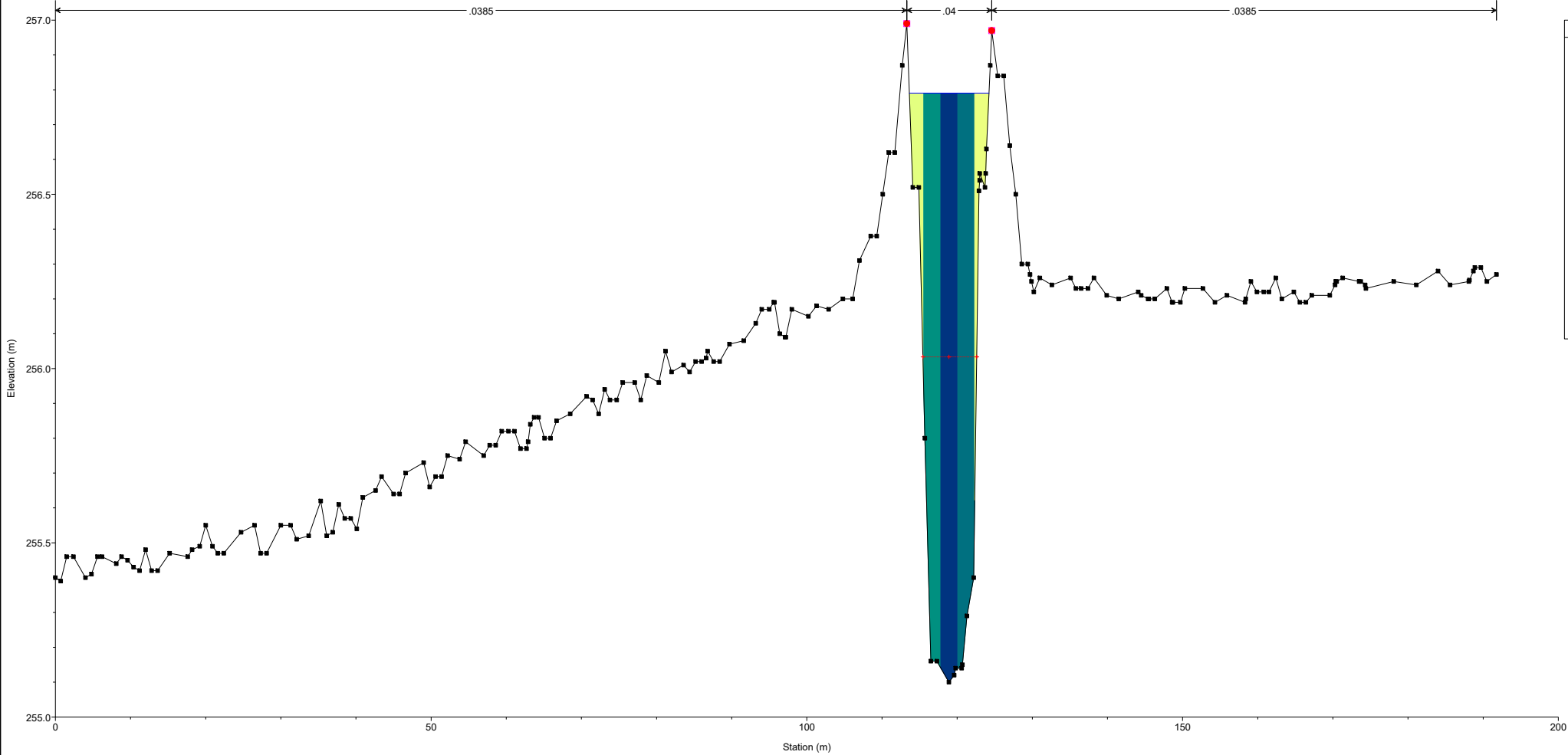
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 853 SEZ. 853



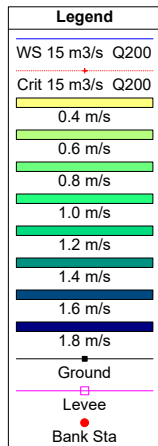
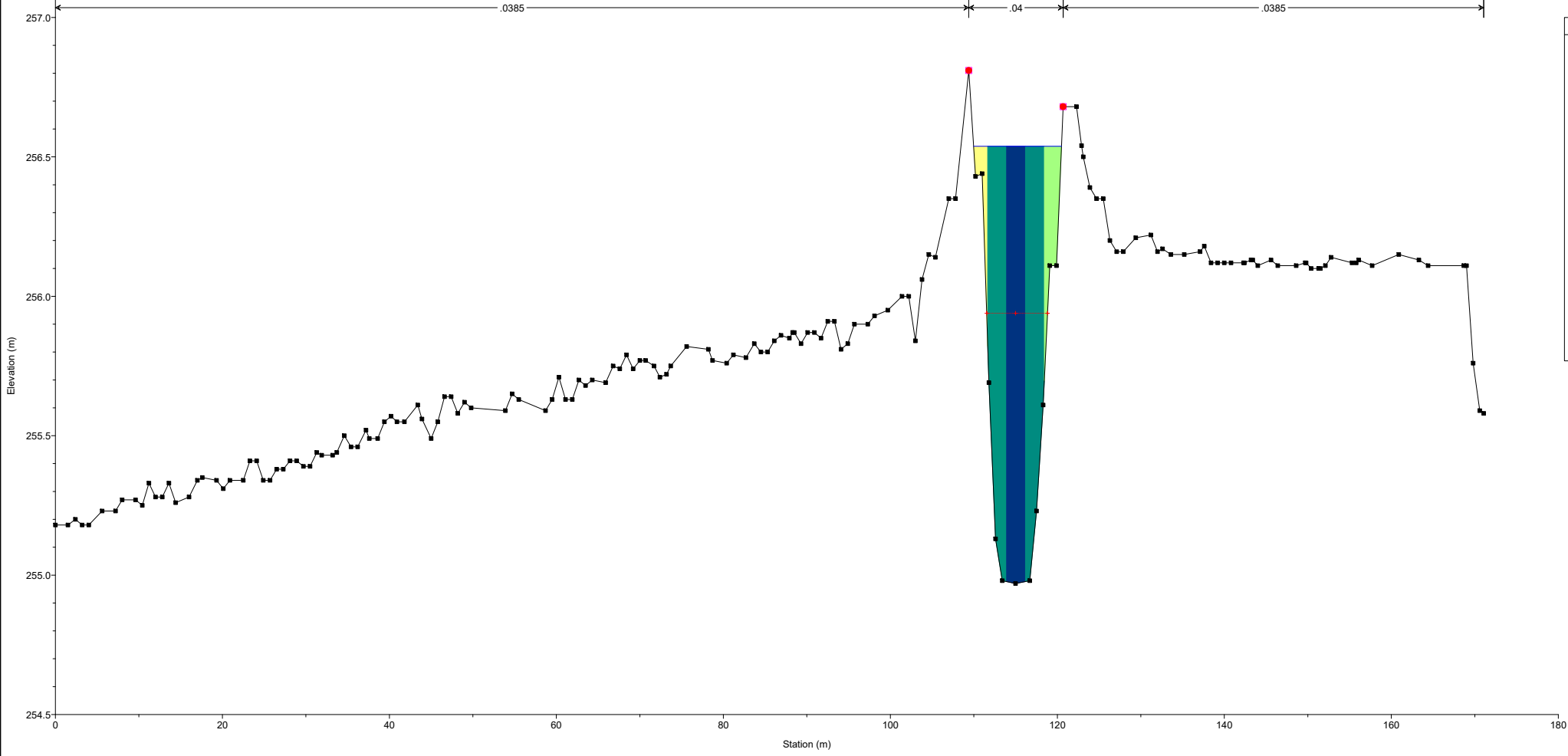
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 768 SEZ. 768



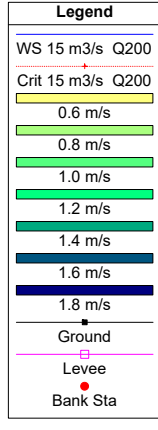
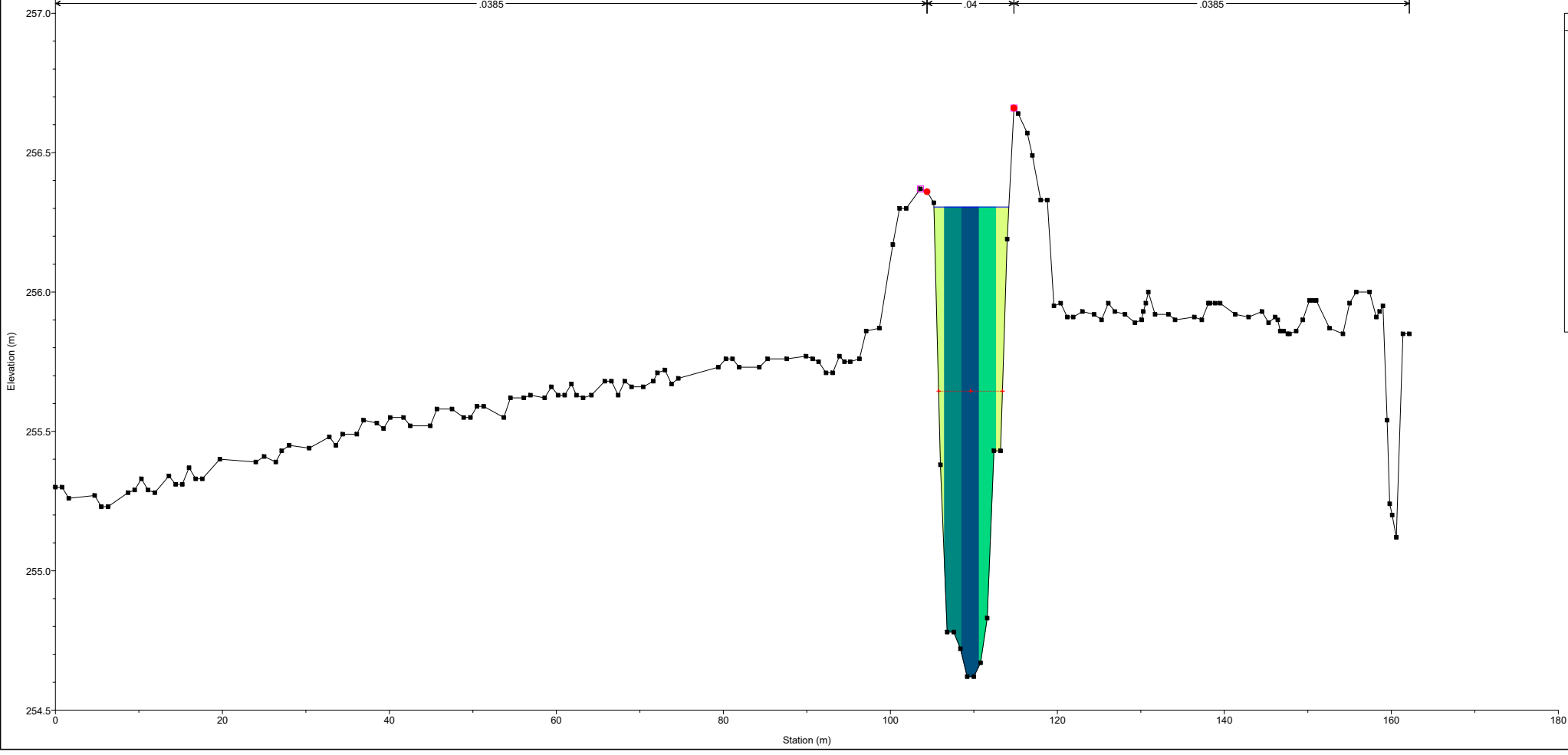
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 683 SEZ. 683



LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 603 SEZ. 603

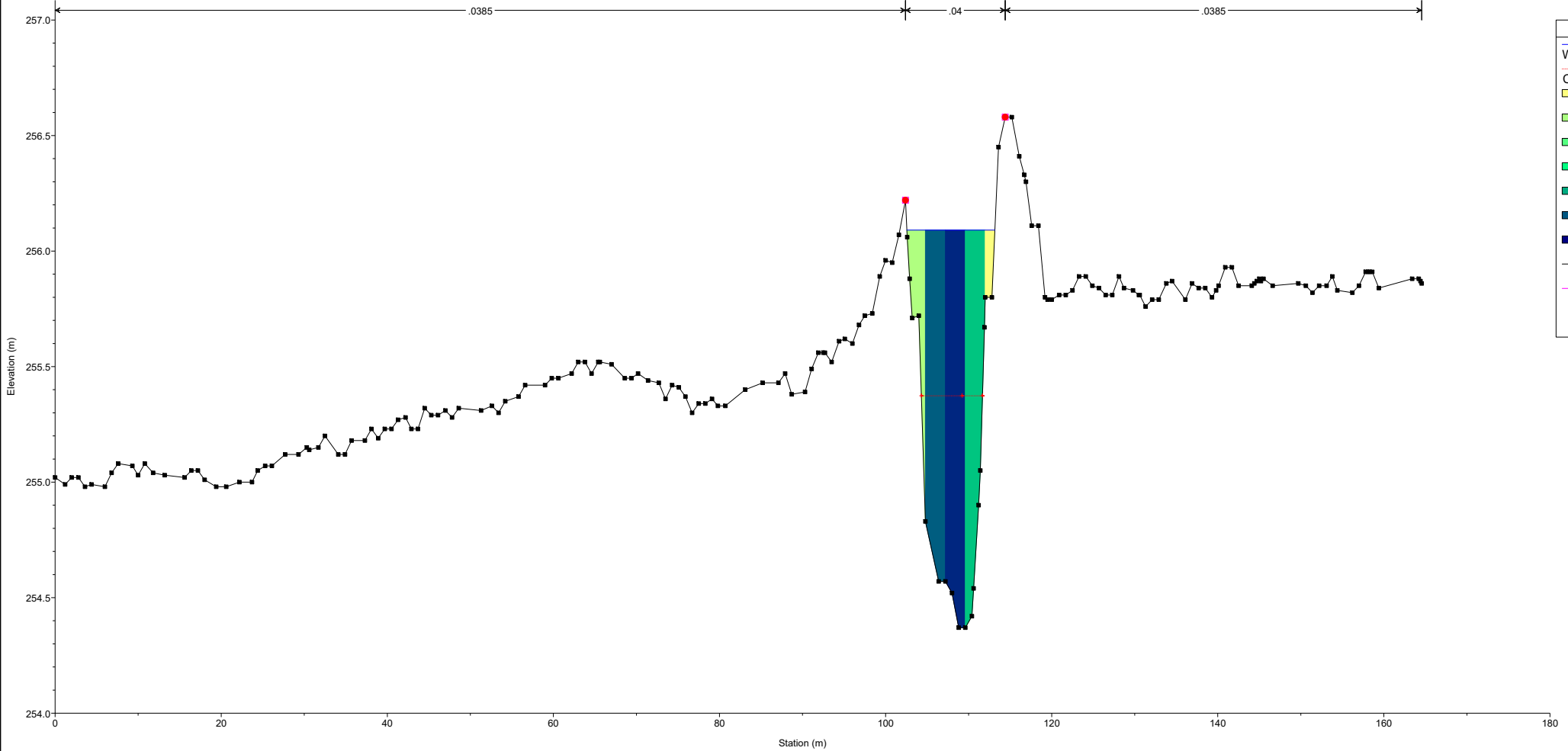


LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 523 SEZ. 523

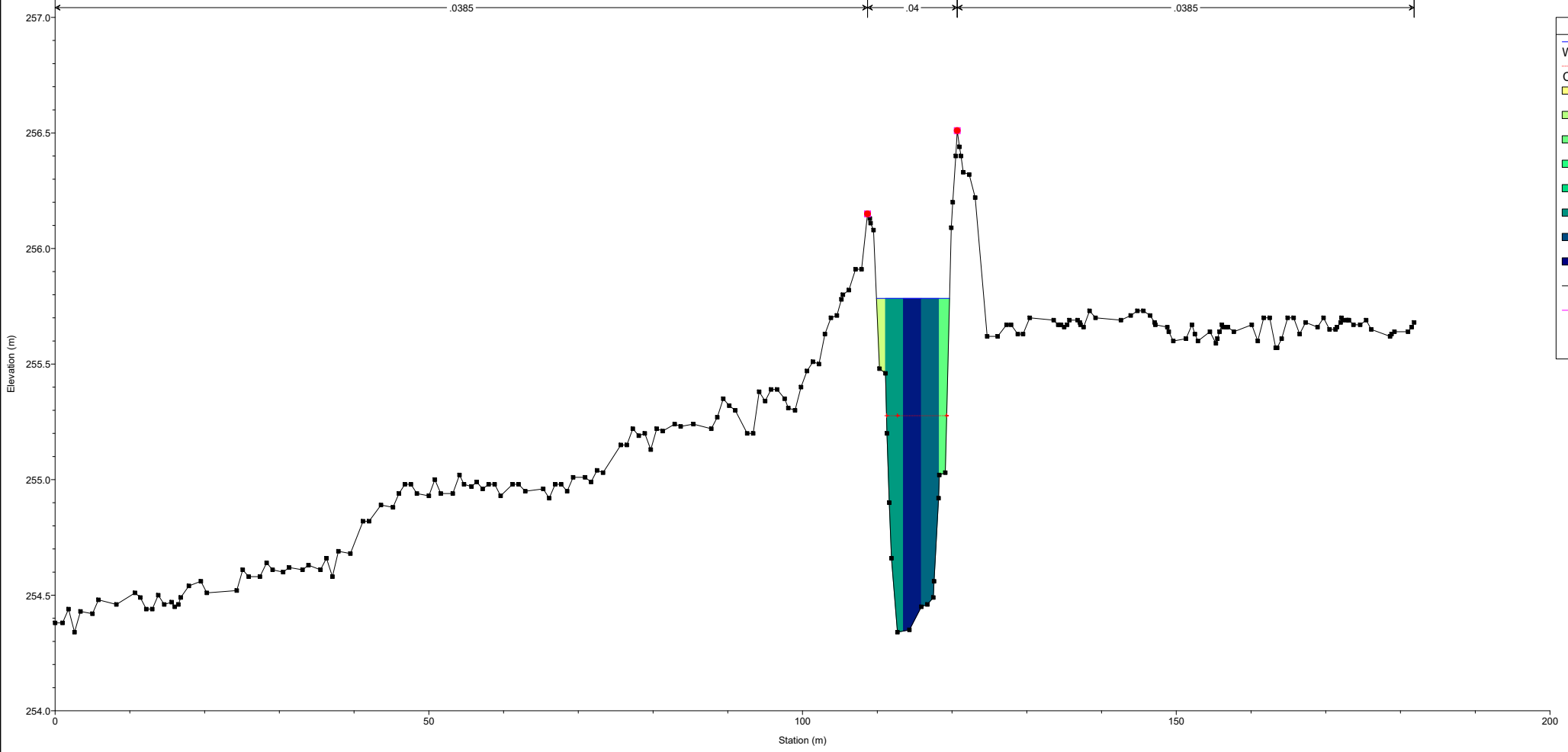




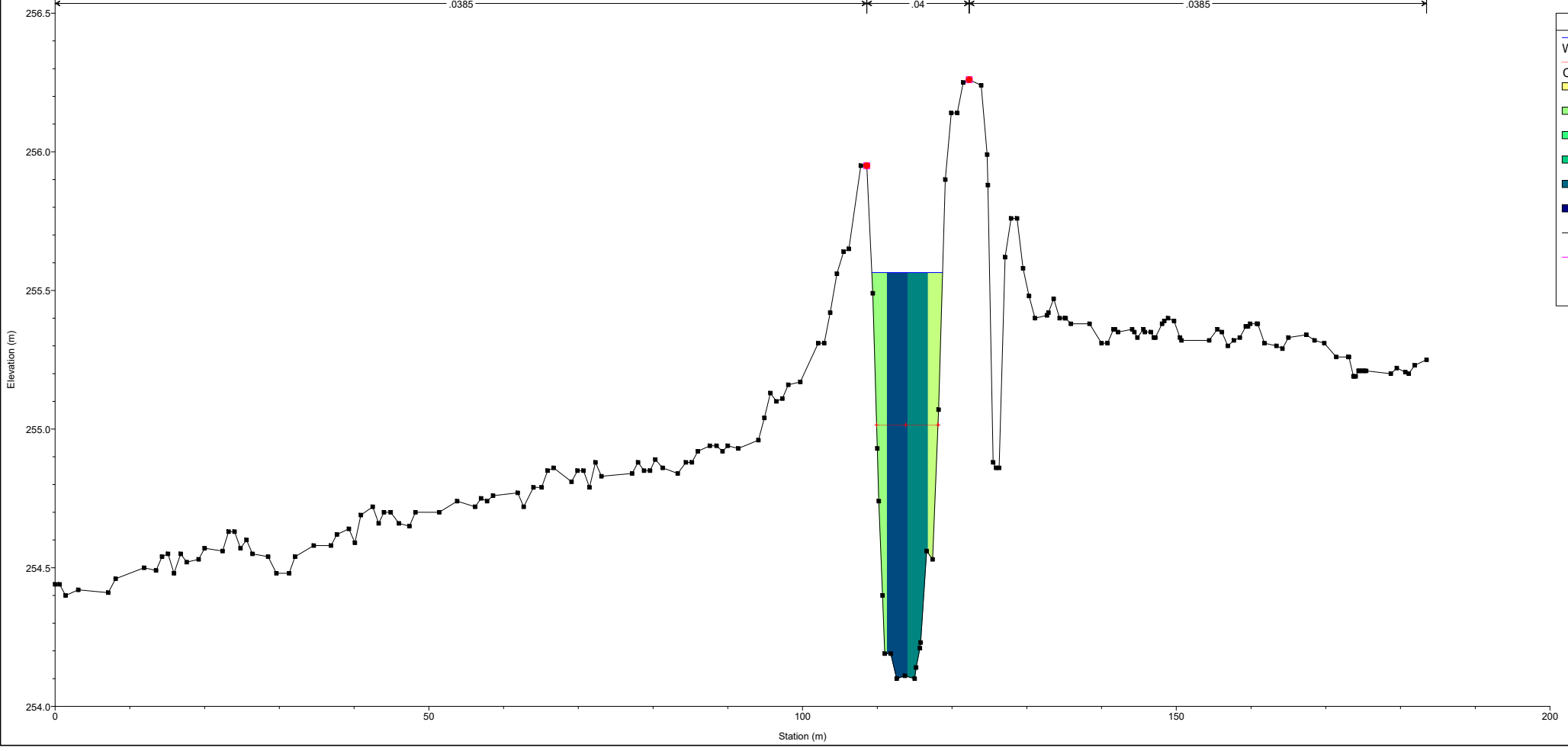
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 437 SEZ. 437



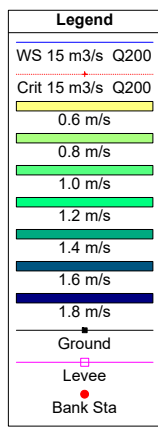
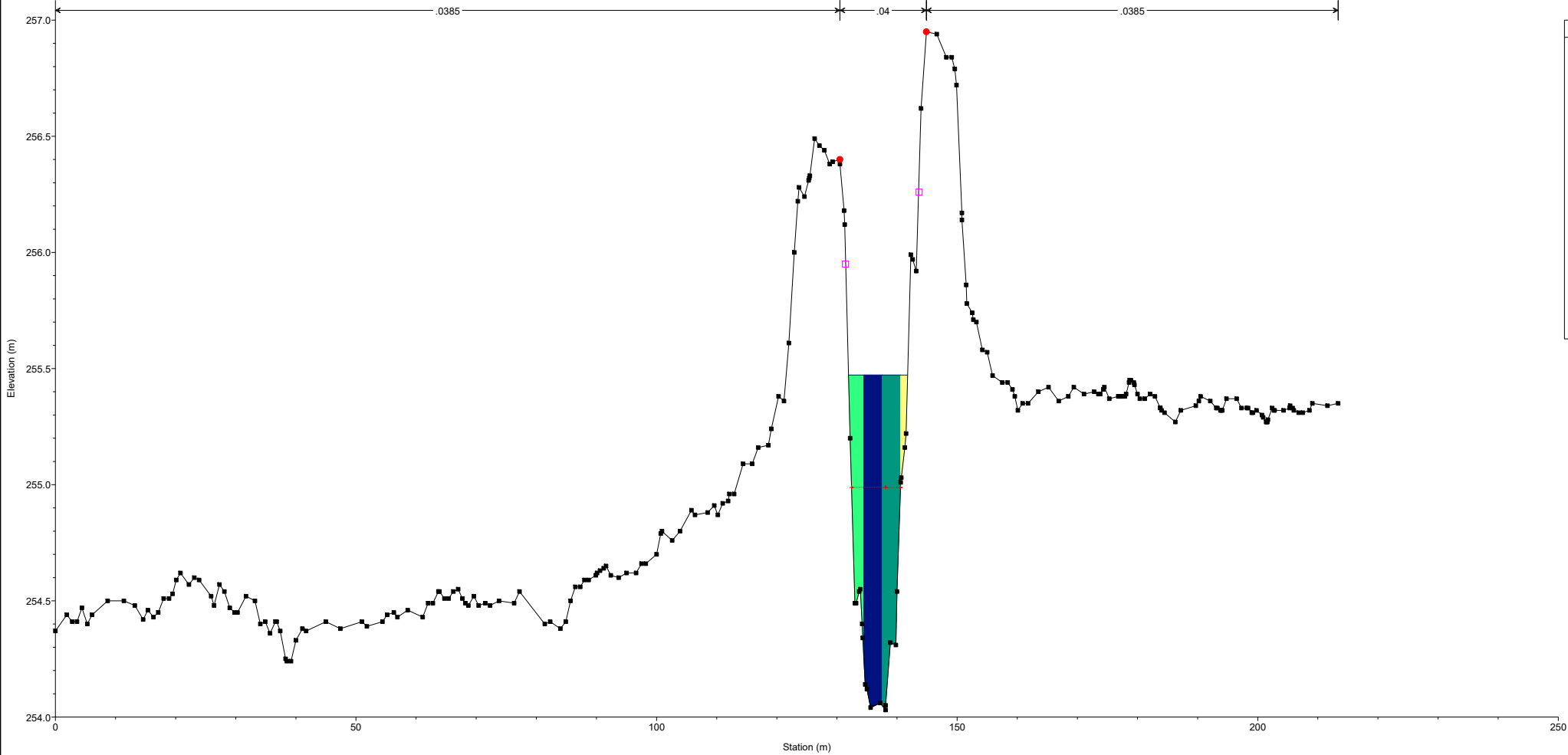
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 346 SEZ. 346



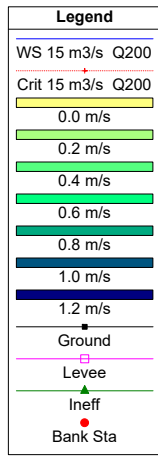
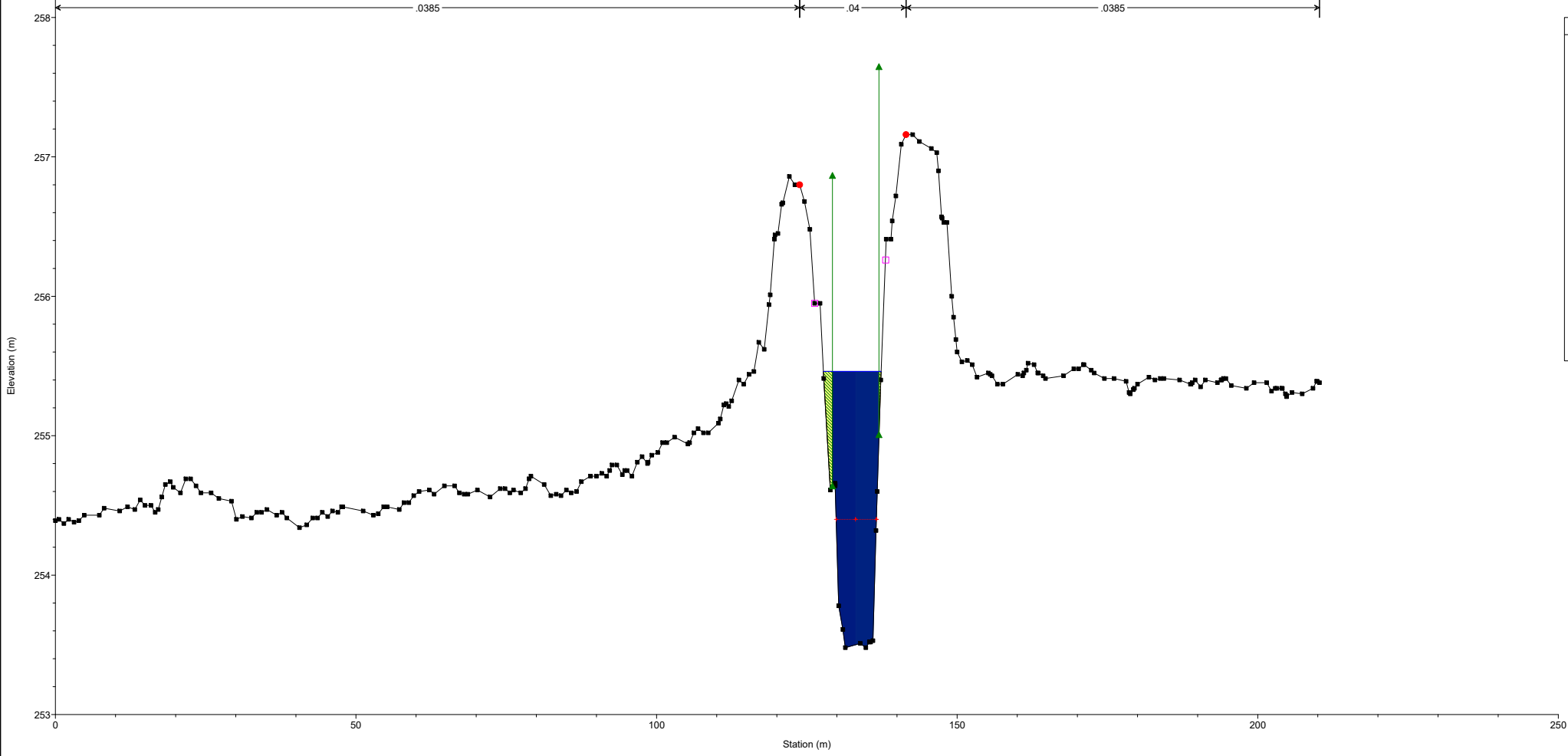
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 280 SEZ. 280



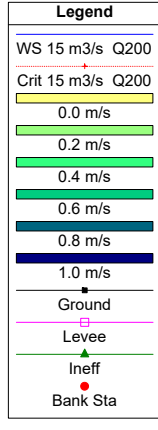
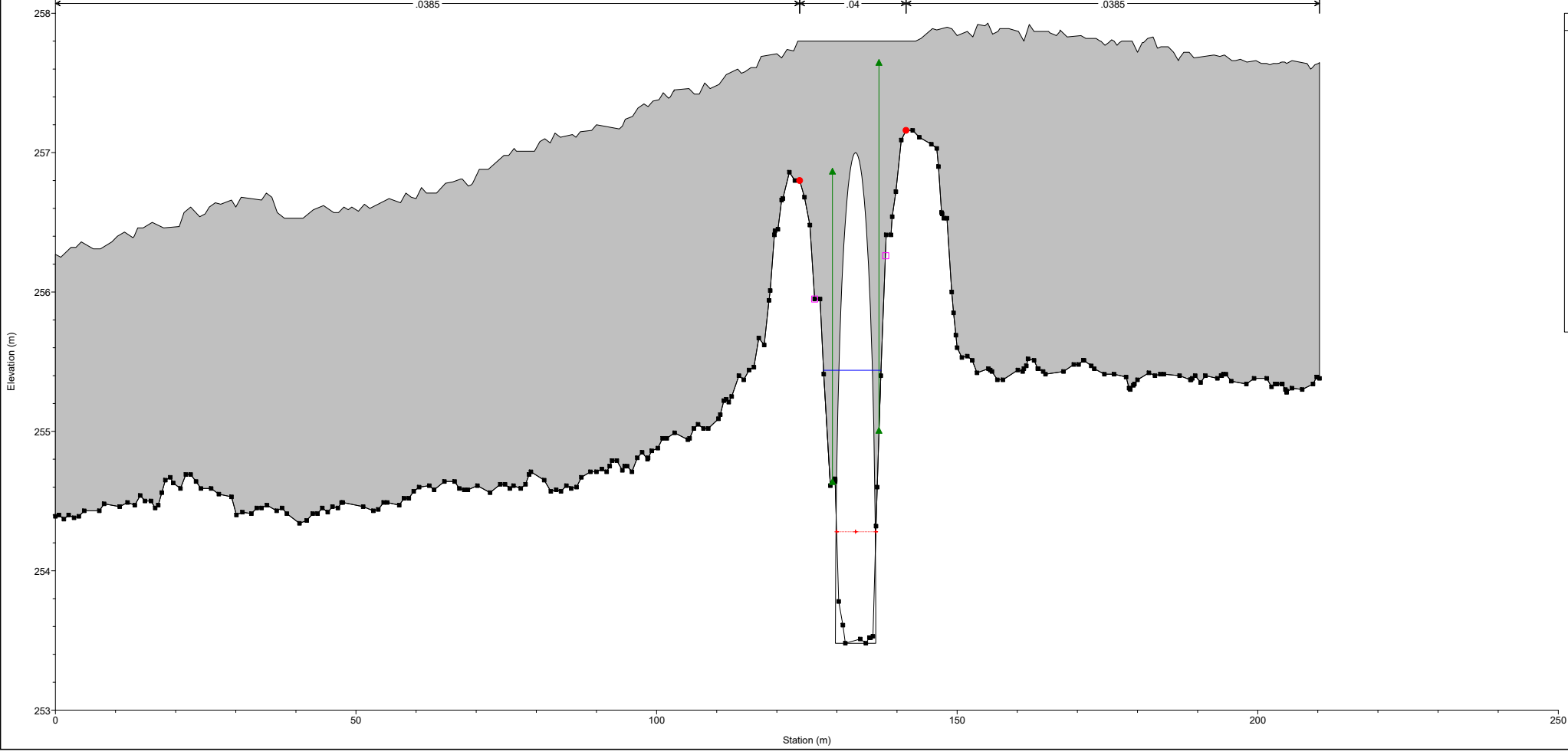
LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 256 SEZ. 256

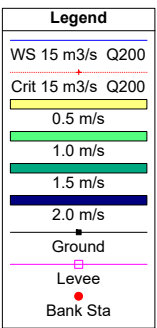
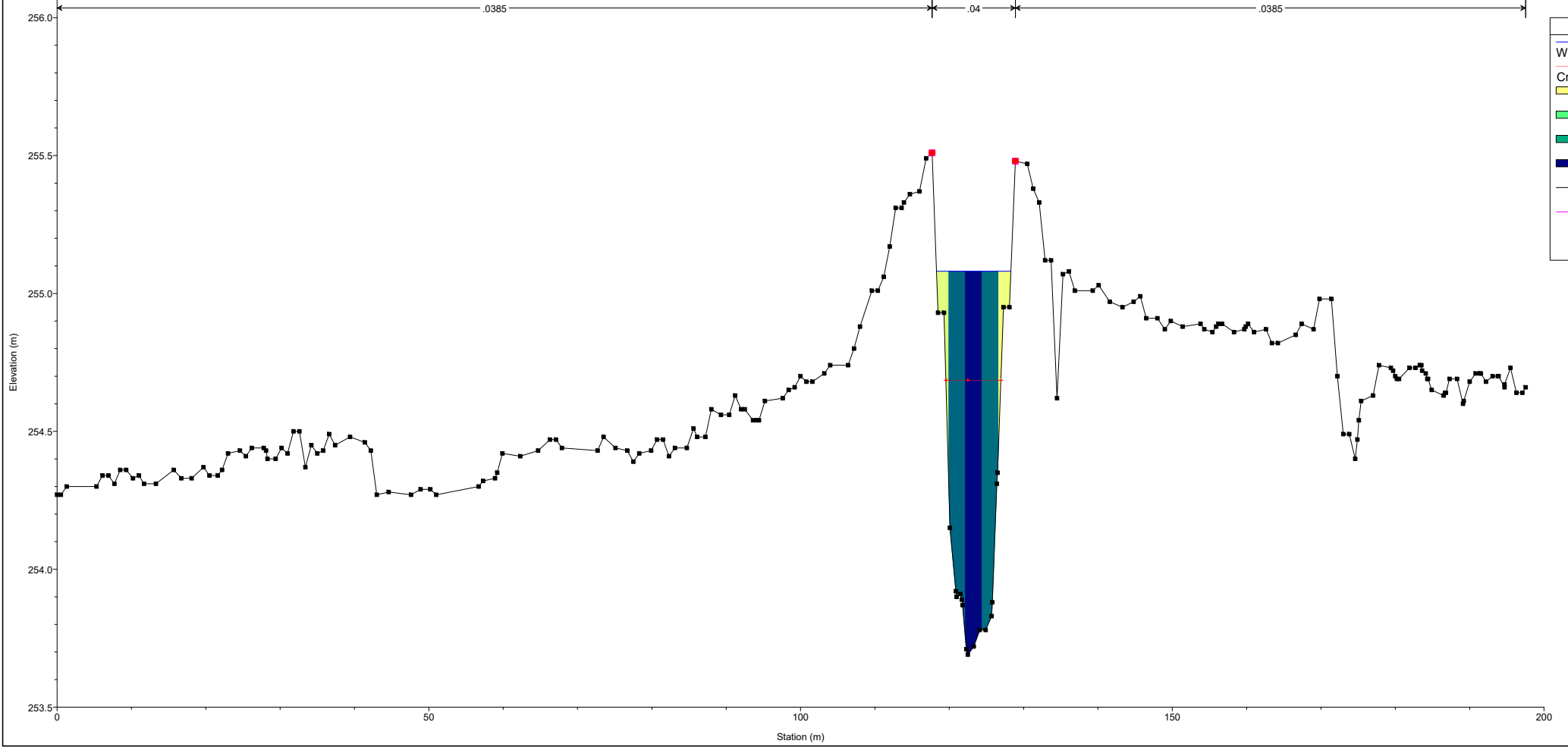
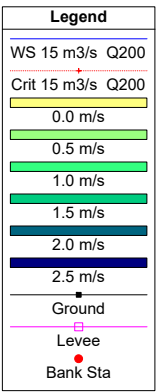
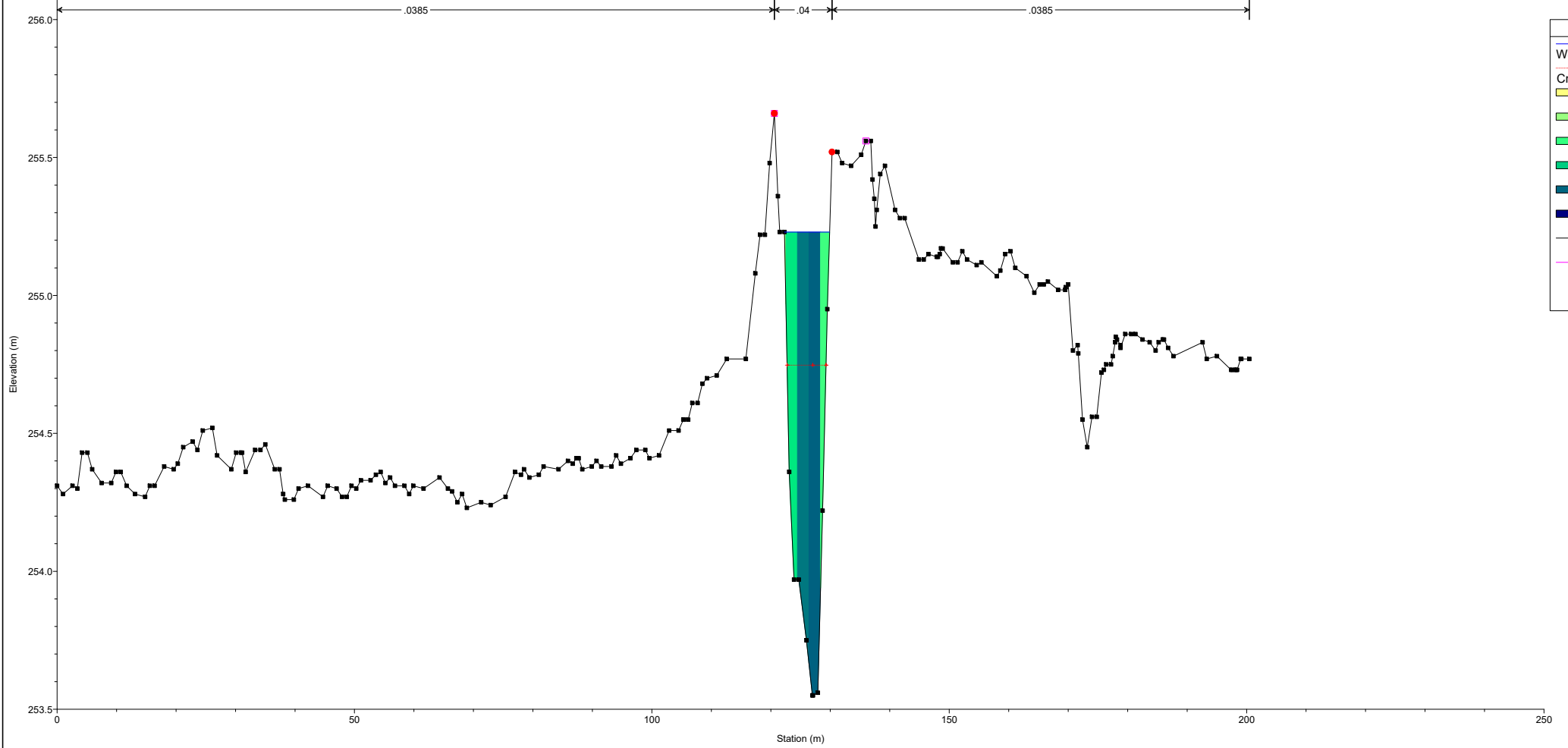
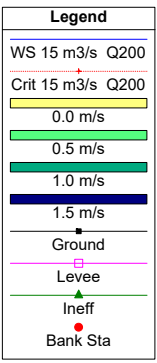
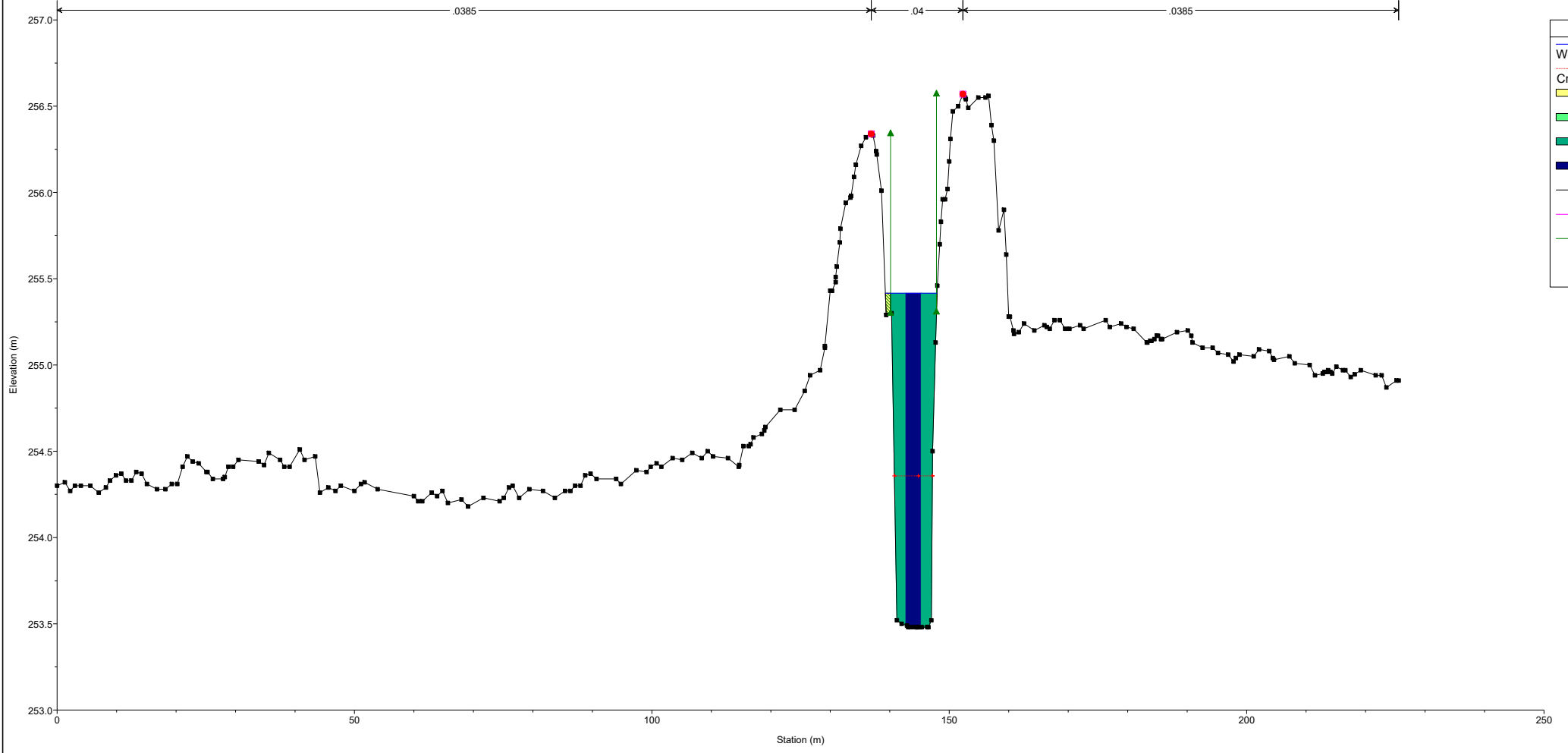


LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 239 SEZ. 239 - MONTE PONTE SP 139

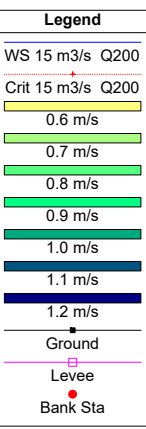
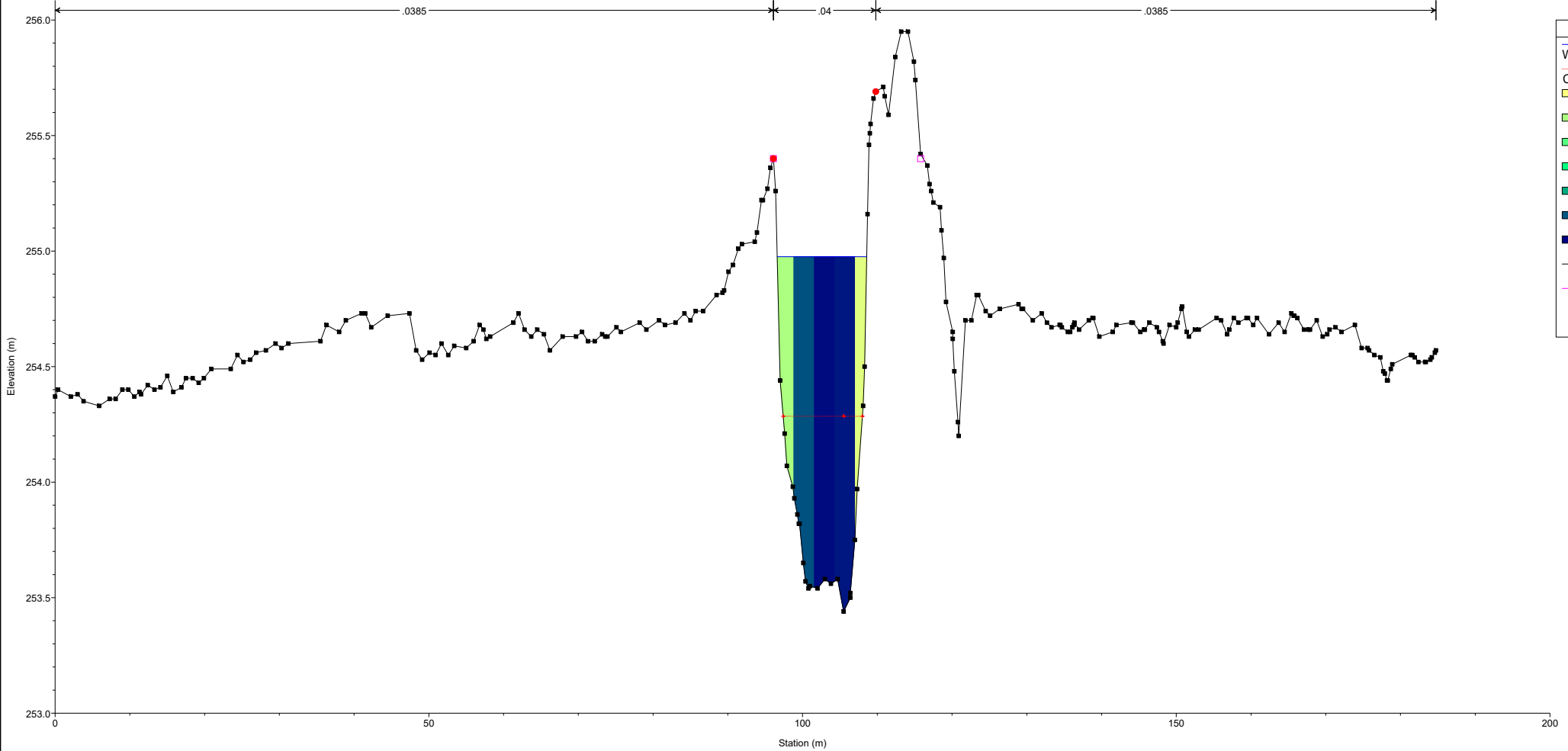


LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 223 Culv





LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 87 SEZ. 87



LEMINA Plan: Plan 06\_PROG\_PT\_04\_24 5/23/2024  
River = Lemina Reach = Torrente RS = 48 SEZ. 48

